



TESI DOCTORAL UPF / 2022



La investigación científica sobre el microbioma en la prensa e internet: impacto mediático y calidad de la información

Andreu Prados Bo

TESI DOCTORAL UPF / 2022



Universitat
Pompeu Fabra
Barcelona

La investigación científica sobre el microbioma en la prensa e internet: impacto mediático y calidad de la información

Andreu Prados Bo

LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA SOBRE EL MICROBIOMA EN LA PRENSA E INTERNET: IMPACTO MEDIÁTICO Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN

Andreu Prados Bo

TESI DOCTORAL UPF / 2022

DIRECTOR DE LA TESI
Dr. Gonzalo Casino

DEPARTAMENT DE COMUNICACIÓ

A mis padres

Agradecimientos

Quiero empezar agradeciéndole a mi director de tesis, Gonzalo Casino, el haberme acompañado a hacer realidad mi sueño de tesis sobre el impacto mediático del microbioma. Compaginar la tesis con mi negocio de comunicación científica en nutrición no ha sido una tarea fácil. Sin su apoyo a la hora de guiarme para hacerme las preguntas correctas y encauzar la investigación, y sin su rigor científico y sus ánimos para no tirar la toalla en los momentos más críticos cuando se atascaron los manuscritos, esta tesis no hubiera llegado a buen puerto. Doy también las gracias a Sergi Cortiñas, a Nuria Pérez y al resto de personas que forman parte del Grupo de Investigación en Comunicación Científica (GRECC) y del Departamento de Comunicación de la Universitat Pompeu Fabra por haberme acogido tan bien y por echarme una mano cada vez que lo he necesitado. También quiero agradecer a Montse Rabassa su ayuda para enfocar la metodología del tercer artículo. Finalmente, quiero agradecer a Mireia su paciencia infinita, su ayuda con las hojas de cálculo y los análisis de los datos, así como su capacidad para hacer que a su lado todo sea más fácil y ayudarme a reconectar con mi propósito vital en los momentos de bajón. Por último, doy las gracias a mis padres, a Shara, a mis primos hermanos David y Joel y al resto de mi familia por apoyarme con esta tesis y estar a mi lado no solo en los buenos momentos, sino sobre todo en los más difíciles.

“Science not communicated is science not done.”

Melissa Marshall

Resumen

Antecedentes: El microbioma ha despertado un creciente interés científico y social por su posible influencia en la salud. **Métodos:** Esta tesis ha cuantificado el volumen de la investigación sobre el microbioma en las revistas académicas (PubMed) y su impacto en la prensa, medido con el número de artículos y los diseños de los estudios. Se ha utilizado la base de datos Factiva para identificar las noticias del microbioma en tres periódicos generalistas (*The New York Times*, *The Times* y *El País*) y tres económicos (*The Wall Street Journal*, *Financial Times* y *Expansión*) durante 2007-2019. Se han estudiado las características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista (tipo de artículo, extensión, autoría, tema y nacionalidad de investigadores, organizaciones y revistas). El análisis de la prensa se ha completado con una evaluación de la calidad de la información y de la certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en las primeras 20 webs de Google.es sobre las principales intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma (probióticos, yogur, kéfir, kombucha, fibra y prebióticos). **Resultados:** La prensa generalista y económica tendió a sobrerrepresentar los estudios observacionales e infrarrepresentar los estudios medioambientales, mientras que las revisiones sistemáticas, los ensayos clínicos y los estudios de laboratorio y en animales tuvieron un peso similar en la prensa y en PubMed. La prensa generalista informó con artículos de más de 300 palabras y firmados, complementados con numerosos artículos de opinión, citando mayoritariamente a investigadores, instituciones y revistas del propio país. La información evolucionó desde los temas de ciencia básica (2007-2015) a los médicos

y de nutrición (2016-2019). De los 133 mensajes de salud sobre probióticos, yogur, kéfir, kombucha, fibra y prebióticos analizados en internet, solo la mitad (52,6 %) se alinearon con la evidencia de las revisiones sistemáticas. La certeza más alta se encontró para la diarrea asociada a antibióticos, la enterocolitis necrosante y la otitis (moderada) con los probióticos y el yogur; la diarrea infecciosa y la encefalopatía hepática (moderada) con los prebióticos, y la salud cardiovascular (moderada-alta) y el cáncer colorrectal (moderada) con la fibra. En una escala de 0 a 10, la calidad media de esta información fue de 3. Menos de la quinta parte (18,4 %) de las páginas web explicaron de forma adecuada las conclusiones de los artículos científicos; un 7,9 % cuantificaron los efectos; un tercio (28,9 %) mencionaron algunas limitaciones de los resultados de investigación, y el 42,1 % discutieron los efectos perjudiciales de la intervención. **Conclusiones:** En la prensa existe una sobrerrepresentación de los estudios observacionales en humanos y una infrarrepresentación de los estudios medioambientales en comparación con el patrón de los estudios en PubMed. La cobertura del microbioma en la prensa generalista se realiza principalmente en noticias extensas firmadas, con una evolución desde los temas de ciencia básica hasta los temas médicos y de nutrición, y se observa un sesgo nacionalista en el periodismo sobre el microbioma. La mayoría de los mensajes de salud en internet acerca de las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma están respaldados por una certeza de la evidencia baja o muy baja, y la calidad de la información es deficiente.

Abstract

Background: The microbiome has generated a growing interest in scientific and social circles due to its possible influence on health.

Methods: This thesis has quantified the volume of microbiome research in academic journals (PubMed) and its impact in the press, measured in terms of the number of articles and study design. The Factiva database was used to identify the microbiome-related articles in three general newspapers (*The New York Times*, *The Times* and *El País*) and three business newspapers (*The Wall Street Journal*, *Financial Times* and *Expansión*) from 2007 to 2019. The characteristics of journalistic articles on the microbiome in the general press were studied (according to article type, length, authorship, subject and nationality of researchers, organisations and journals). The press analysis was completed with an evaluation of the quality of the information and the certainty of the evidence associated with the health messages that appear in the top 20 websites on Google.es discussing the main dietary interventions that influence the microbiome (probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics). **Results:** The general and business press had a tendency to overrepresent observational studies and underrepresent environmental studies, while systematic reviews, clinical trials and laboratory and animal-based studies carried a similar weight in the press and PubMed. The general press reported on the subject through articles of more than 300 words in length that featured a named author, complemented by numerous opinion articles, mainly citing researchers, institutions and journals from the publication's country of origin. News evolved from discussing topics relating to basic science (2007-2015) to those relating to medicine and nutrition (2016-2019). Of the 133 online

health messages regarding probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics, only half (52.6%) aligned with the evidence from systematic reviews. The highest level of certainty was found for antibiotic-associated diarrhoea, necrotising enterocolitis and otitis (moderate) with probiotics and yoghurt; infectious diarrhoea and hepatic encephalopathy (moderate) with prebiotics; and cardiovascular health (moderate-high) and colorectal cancer (moderate) with fibre. On a scale from 0 to 10, the average quality of the information was scored at 3. Less than a fifth (18.4%) of webpages provided an appropriate explanation of the conclusions of scientific articles; 7.9% quantified the effects; a third (28.9%) mentioned some limitations of the research's results; and 42.1% discussed the harmful effects of the intervention.

Conclusions: The press shows an overrepresentation of observational studies in humans and an underrepresentation of environmental studies, compared with the pattern for studies in PubMed. Coverage of the microbiome in the general press is mainly in the shape of long articles that include authorship, it evolves from topics relating to basic science to those relating to medicine and nutrition, and a national bias is observed in microbiome journalism. Most of the health messages found online about dietary interventions that influence the microbiome are supported by a low or very low certainty of evidence, and the quality of the information is inadequate.

Prólogo

En los últimos 15 años, el conjunto de microorganismos que habitan sobre nuestra piel y en la superficie de las mucosas, sus genes y el entorno en el que viven (conocido en conjunto como microbioma) ha captado la atención de los científicos y la sociedad.

Fuera de la creencia extendida de que “el único microorganismo bueno es aquel que está muerto”, los estudios sobre el microbioma han revelado que la mayoría de los microorganismos del cuerpo humano son beneficiosos. Nos ayudan en funciones vitales como la protección frente a los patógenos, la digestión de la fibra y los polifenoles de origen vegetal, el suministro de nutrientes esenciales, la maduración del sistema inmunitario e incluso pueden afectar en el estado de ánimo y el comportamiento. Mientras que los cambios recientes en nuestro estilo de vida han roto el equilibrio microbioma-huésped consolidado a lo largo de la evolución, se desconoce si el microbioma es la causa directa de muchas de las enfermedades crónicas actuales o si es la enfermedad en sí misma la que altera el microbioma.

El interés actual de los científicos y las empresas reside en descifrar el potencial terapéutico del microbioma —en particular el intestinal— para diseñar tanto test diagnósticos no invasivos mediante el estudio de las heces como nuevos alimentos, complementos alimenticios y fármacos para prevenir o tratar diferentes síntomas y enfermedades. Esto incluye las patologías digestivas, pero también las enfermedades que de entrada guardan poca relación con el intestino, como la obesidad, algunos tipos de cáncer, las alergias y los trastornos neuropsiquiátricos.

El aumento exponencial de las publicaciones científicas sobre el microbioma intestinal, unido al hecho de que la alimentación es uno de los factores que más influye sobre su composición y sus funciones, ha despertado un enorme interés del público en conocer cómo puede mejorar su salud y calidad de vida actuando sobre él. Sin embargo, hasta la fecha no existe un análisis objetivo de si la información sobre los beneficios para la salud del microbioma y las acciones para conseguir estos beneficios que se difunden en la prensa e internet se corresponden con la realidad científica en este campo. Esta tesis pretende llenar este vacío de conocimiento mediante la investigación de cómo los avances científicos en el microbioma se han transferido a la sociedad, así como esbozar criterios para mejorar la calidad de esta información.

Más allá de la relevancia científica y social del microbioma, la realización de esta tesis doctoral también responde a un interés personal y profesional en el mismo. Por un lado, mi primer intento de tesis en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas consistió en estudiar cómo el estado nutricional de las mujeres gestantes afectaba a su sistema inmunitario y a su microbioma intestinal. En segundo lugar, desde el año 2015 me dedico profesionalmente a comunicar los estudios sobre el microbioma humano y las intervenciones para mejorar la salud influyendo en él (alimentación, probióticos, prebióticos y consorcios microbianos) para que los profesionales de la salud los puedan aplicar en su práctica clínica diaria. Por último, soy profesor de la asignatura «Microbioma, probióticos y prebióticos», dirigida a estudiantes de último curso del Grado de Nutrición Humana y Dietética y del Grado de Farmacia de la Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna-Universitat Ramon Llull.

Índice

| | |
|--|-----------|
| Resumen..... | ix |
| Abstract..... | xi |
| Prólogo..... | xiii |
| Lista de figuras | xxii |
| Lista de tablas..... | xxiii |
| | |
| I. MEMORIA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 25 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 29 |
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 35 |
| 2.1. Relevancia del microbioma para la salud..... | 35 |
| 2.2. Intervenciones dietéticas que pueden mejorar la salud influyendo sobre el microbioma..... | 38 |
| 2.3. La cita periodística para estudiar el impacto de las revistas científicas en la prensa | 44 |
| 2.4. Determinantes de la cobertura informativa de los periódicos .. | 46 |
| 2.5. Certeza de los resultados de la investigación sobre las intervenciones de salud..... | 49 |
| 2.6. Calidad de la información sobre alimentación y salud | 51 |
| 3. OBJETIVOS, PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS..... | 59 |
| 3.1. Objetivos y preguntas de investigación..... | 59 |
| 3.1.1. Objetivo específico 1: Cuantificar el impacto de la investigación del microbioma en la prensa generalista y económica | 59 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.2. Objetivo específico 2: Identificar las principales características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista..... | 60 |
| 3.1.3. Objetivo específico 3: Examinar la certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet relacionados con las intervenciones dietéticas sobre el microbioma | 62 |
| 3.1.4. Objetivo específico 4: Evaluar la calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma..... | 63 |
| 3.2. Hipótesis..... | 64 |
| 4. MATERIAL Y MÉTODOS | 71 |
| 4.1. Impacto de la investigación del microbioma en la prensa generalista y económica..... | 71 |
| 4.2. Características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista..... | 76 |
| 4.3. Certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet relacionados con las intervenciones dietéticas sobre el microbioma | 79 |
| 4.4. Calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma | 84 |
| 4.5. Análisis estadísticos..... | 85 |
| 5. RESULTADOS | 89 |
| 5.1. Impacto de la investigación del microbioma en la prensa generalista y económica..... | 89 |
| 5.1.1. Noticias sobre el microbioma en la prensa generalista y económica..... | 89 |
| 5.1.2. Correlación entre el interés científico y el interés periodístico en el microbioma | 91 |
| 5.1.3. Interés relativo de las noticias y los artículos científicos del microbioma en el contexto de la biomedicina..... | 92 |
| 5.1.4. Diseños de los estudios sobre el microbioma recogidos en la prensa y PubMed..... | 93 |

| | |
|---|------------|
| 5.2. Características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista..... | 97 |
| 5.2.1. Proporción de artículos de opinión sobre el conjunto de artículos periodísticos del microbioma..... | 97 |
| 5.2.2. Proporción de artículos largos y completos frente a artículos breves e incompletos del microbioma | 98 |
| 5.2.3. Peso relativo de los artículos periodísticos sobre el microbioma firmados y anónimos | 99 |
| 5.2.4. Enfermedades e intervenciones relacionadas con el microbioma que tienen más eco en la prensa | 99 |
| 5.2.5. Sesgo nacionalista en el periodismo sobre el microbioma | 102 |
| 5.3. Certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet relacionados con las intervenciones dietéticas sobre el microbioma | 104 |
| 5.3.1. Mensajes de salud alineados con la evidencia de las revisiones sistemáticas | 105 |
| 5.3.2. Certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet relacionados con los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos | 108 |
| 5.4. Calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas sobre el microbioma..... | 111 |
| 5.4.1. Estimación de la calidad de las páginas web mediante 10 criterios de calidad..... | 111 |
| 5.4.2. Diferencias en la calidad de la información en función del tipo de intervención y del tipo de página web..... | 114 |
| 5.4.3. Recomendaciones de salud en las páginas web..... | 115 |
| 6. Discusión, conclusiones y futuras líneas de investigación... | 119 |
| 6.1. Discusión | 119 |
| 6.1.1. Impacto de la investigación del microbioma en la prensa generalista y económica..... | 119 |

Índice

| | |
|---|------------|
| 6.1.2. Características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista | 127 |
| 6.1.3. Certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet relacionados con las intervenciones dietéticas sobre el microbioma..... | 134 |
| 6.1.4. Calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma | 138 |
| 6.2. Conclusiones..... | 146 |
| 6.3. Limitaciones | 153 |
| 6.4. Futuras líneas de investigación..... | 155 |
| 7. Bibliografía | 161 |
| II. COMPENDIO DE PUBLICACIONES | 199 |
| 1. Primera publicación: impacto de la investigación del microbioma en la prensa generalista y económica..... | 201 |
| 2. Segunda publicación: Características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista..... | 217 |
| 3. Tercera publicación: Calidad de la información y certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma | 239 |
| 4. Otras publicaciones y actividades vinculadas a la investigación doctoral..... | 253 |
| 4.1. Congresos..... | 253 |
| 4.2. Seminarios y cursos | 254 |
| 4.3. Otras actividades | 254 |
| 5. Otras comunicaciones académicas | 255 |
| 5.1. Artículos académicos..... | 255 |

| | |
|--|-----|
| 5.2. Congresos | 255 |
| 6. Publicaciones divulgativas | 256 |
| III. ANEXOS | 257 |
| Anexo 1. Filtros y ecuaciones de búsqueda en Factiva | 259 |
| Anexo 2. Ecuaciones de búsqueda en PubMed | 262 |
| Anexo 3. Proceso de clasificación de las características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista .. | 266 |
| Anexo 4. Popularidad relativa de los términos de búsqueda utilizados | 269 |
| Anexo 5. Ejemplos de la clasificación de los tipos de páginas web | 276 |
| Anexo 6. Lista completa con los 133 mensajes de salud diferentes encontrados en las páginas web sobre probióticos, yogur, kéfir, kombucha, fibra y prebióticos | 279 |
| Anexo 7. Resultados de la concordancia entre los dos evaluadores que participaron en el análisis de calidad de las páginas web | 280 |

Lista de figuras

| | |
|---|-----|
| Figura 1. El microbioma intestinal en números..... | 36 |
| Figura 2. Intervenciones dietéticas que influyen sobre el microbioma intestinal..... | 40 |
| Figura 3. Términos populares de búsqueda en relación con las intervenciones dietéticas para modular el microbioma intestinal y su popularidad relativa durante el periodo 2010-2021 y durante el periodo 2019-2021. | 43 |
| Figura 4. Relación entre objetivos, material y métodos y publicaciones del compendio..... | 68 |
| Figura 5. Diagrama de flujo que muestra los pasos seguidos para seleccionar las noticias del microbioma para el primer objetivo de la tesis | 73 |
| Figura 6. Diagrama de flujo de la obtención de los artículos periodísticos sobre el microbioma para el segundo objetivo de la tesis | 77 |
| Figura 7. Evolución de las noticias en la prensa generalista y económica que citan al menos una publicación científica sobre el microbioma en comparación con PubMed | 90 |
| Figura 8. Diferencia porcentual entre los diseños de estudio del microbioma en la prensa y en PubMed..... | 95 |
| Figura 9. Distribución del número de artículos periodísticos sobre el microbioma en función de su foco temático | 100 |
| Figura 10. Mensajes de salud difundidos en internet para los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos | 107 |
| Figura 11. Número de mensajes de salud de los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos respaldados o no por la evidencia de las revisiones sistemáticas..... | 108 |
| Figura 12. Efecto y certeza de la evidencia en las revisiones sistemáticas que respaldan los mensajes de salud en internet de los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos. | 110 |
| Figura 13. Puntuación global de calidad de la información en función del tipo de intervención y del tipo de página web..... | 115 |

Lista de tablas

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Variables y categorías utilizadas en el análisis de contenido de cada artículo periodístico del microbioma..... | 78 |
| Tabla 2. Número de noticias que citan al menos un artículo científico del microbioma, artículos científicos del microbioma y artículos científicos totales en PubMed, noticias del microbioma y de biomedicina publicadas por la agencia SINC y correlaciones entre ellos | 92 |
| Tabla 3. Cobertura periodística, recuento de palabras y autoría de los artículos periodísticos del microbioma..... | 98 |
| Tabla 4. Los 5 principales investigadores y organizaciones citados en los periódicos de estudio (2007-2019) y su nacionalidad | 102 |
| Tabla 5. Las 5 principales revistas citadas en los periódicos de estudio (2007-2019) y su nacionalidad. | 104 |
| Tabla 6. Páginas webs sobre probióticos, yogur, kéfir, kombucha, fibra y prebióticos que cumplen cada criterio de calidad de la información | 112 |

I. MEMORIA DE LA INVESTIGACIÓN



INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

Las comunidades de microorganismos que habitan el cuerpo humano, conocidas en su conjunto como microbioma, han despertado un enorme interés científico y en la sociedad. La creencia generalizada de que el único microorganismo bueno es aquel que está muerto ha sido reemplazada por la apreciación creciente de que gran parte de los microorganismos son beneficiosos, hasta el punto de que nuestra vida sería prácticamente imposible en su ausencia. Mediante el estudio del microbioma los científicos esperan comprender mejor el origen de enfermedades que hoy no se pueden curar, como la obesidad, la enfermedad inflamatoria intestinal o el cáncer, entre otros, para poder prevenirlas y ofrecer tratamientos personalizados. Además, los expertos creen que una alteración en la estructura o en las funciones del microbioma podría utilizarse como detector precoz de patologías, lo que permitiría optimizar la eficiencia de los recursos sanitarios (de Vos et al., 2022).

La manipulación del microbioma para mejorar la salud es un campo de interés para los científicos, las empresas del sector farmacéutico, biotecnológico y de alimentación, los profesionales de la salud y el consumidor o paciente final. Prueba del interés científico en el microbioma es que en los últimos 40 años se ha pasado en PubMed¹ de 10 artículos científicos sobre el microbioma en el año 1980 a un total de

¹ Base de datos de referencia en estudios científicos. Pertenece a la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos y recoge más de 23 millones de estudios de las ciencias de la salud: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>.

20.432 en 2021. En paralelo al aumento del número de publicaciones científicas sobre el microbioma, los medios impresos y digitales, la radio y la televisión han aumentado la cobertura de noticias relacionadas con los avances científicos y médicos sobre el microbioma (Shan et al., 2019). Sin embargo, se desconoce si la información sobre el microbioma que llega al público general a través de la prensa e internet está alineada con la realidad científica en este campo.

Esta tesis doctoral, realizada en el Grupo de Investigación en Comunicación Científica (GRECC) del Departamento de Comunicación de la Universitat Pompeu Fabra, pretende analizar en primer lugar el impacto cuantitativo (por número de noticias que hacen referencia al menos a una publicación científica del microbioma y el diseño de los estudios del microbioma como un indicador de su calidad científica) que ha tenido la investigación en el microbioma en la prensa generalista (*The New York Times*, *The Times* y *El País*) y económica (*The Wall Street Journal*, *Financial Times* y *Expansión*) internacional de calidad durante el periodo 2007-2019. Estos periódicos son representativos de tres patrones nacionales —estadounidense, británico y otros países euroamericanos, excluyendo Estados Unidos y Reino Unido— de cobertura de la información biomédica en la prensa (Casino et al., 2017).

En segundo lugar, a través de un análisis de contenido cualitativo se han identificado pormenorizadamente las características de los artículos periodísticos del microbioma (tipo de artículo periodístico —noticia vs. opinión—, extensión, autoría, tema, subtema y nacionalidad de los investigadores, las organizaciones y las revistas académicas citadas) en

la prensa generalista de calidad (*The New York Times*, *The Times* y *El País*) durante 2007-2019.

Cada vez más, la población recurre a internet como fuente principal de información sobre alimentación y salud (Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural y Observatorio de la Comunicación Científica, 2021; FECYT, 2020). En particular, un 30 % de los sitios web encontrados con Google.com ha mencionado el microbioma y la salud digestiva durante la pandemia por COVID-19 en el contexto de la sobreabundancia de consejos de salud para reforzar el sistema inmunitario sin respaldo científico (Rachul et al., 2020). Esto ha motivado la necesidad de completar el análisis del impacto mediático del microbioma en la prensa con un estudio de la certeza de la evidencia de los mensajes de salud en Google.es y la calidad de la información sobre los seis tipos de intervenciones dietéticas (probióticos, yogur, kéfir, kombucha, fibra y prebióticos) que han despertado un mayor interés mediático para mejorar la salud actuando sobre el microbioma intestinal. Para ello, en primer lugar, se ha examinado el grado de confianza (alta, moderada, baja o muy baja) en los resultados de las revisiones sistemáticas (síntesis de todos los estudios relevantes) que respaldan los mensajes de salud que se difunden en internet de las intervenciones dietéticas que influyen sobre el microbioma. En segundo lugar, se ha estudiado la calidad de la información utilizando 10 criterios desarrollados a partir de la primera revisión sistemática de la calidad de la información mediática sobre salud.

La tesis se ha desarrollado a través de la modalidad A por compendio de publicaciones del Departamento de Comunicación de la Universitat Pompeu Fabra. Esta modalidad requiere un conjunto de tres artículos publicados (o aceptados para su publicación) en revistas académicas que formen parte de alguno de los repertorios o bases de datos aceptados por las agencias de evaluación (CARHUS Plus+, ERIH PLUS, revistas acreditadas con el sello de calidad FECYT, MIAR, Web of Science y Scopus). Al menos dos de los artículos deberán haber sido publicados (o haber sido aceptados para su publicación) en una revista indexada en Scopus o en la colección principal de Web of Science. También requiere que en todos los artículos el doctorando sea el primer firmante y que al menos uno de los artículos se haya publicado en inglés.

El documento de la tesis que se presenta a continuación pretende complementar y ampliar los artículos de investigación originales publicados en las revistas académicas revisadas por pares e incluye tres secciones principales: 1) la memoria que presenta la investigación de forma global y explica la coherencia investigadora de la misma; 2) el compendio que presenta los tres artículos originales derivados de la investigación y cumplen con los requisitos mencionados en el párrafo anterior, y 3) los anexos con información relevante relacionada con los métodos y los análisis para garantizar la reproducibilidad de los resultados.

MARCO TEÓRICO



2. MARCO TEÓRICO

2.1. Relevancia del microbioma para la salud

En la última década, el estudio del conjunto de microorganismos que habitan el cuerpo humano ha despertado un enorme interés científico y de la sociedad. La mayoría de ellos se encuentran en la piel y las cavidades del organismo que se comunican con el exterior y que son, principalmente, la vagina y el aparato digestivo. A la comunidad de microorganismos presentes en un determinado hábitat se la conoce como microbiota (antiguamente llamada flora o microflora), que se acompaña de la localización específica (por ejemplo, microbiota intestinal). A su vez, el concepto de *microbioma* puede tener tres significados: 1) el hábitat entero, incluyendo los microorganismos, sus genomas y las condiciones ambientales que les rodean; 2) la colección de genes y genomas de los miembros de una microbiota, y 3) la comunidad de microorganismos que habitan un entorno en particular (en este último caso, el término *microbioma* se utiliza como sinónimo de *microbiota* [Berg et al., 2020]). En esta tesis se utilizará el término *microbioma* para todos los conceptos relacionados.

De todos los seres vivos que habitan en el cuerpo humano, los más estudiados son las bacterias, con una proporción de aproximadamente una bacteria por cada célula humana y una concentración de 38 billones de bacterias para un hombre adulto (Sender et al., 2016). El intestino grueso o colon es el lugar del organismo donde se encuentra el número más elevado de microorganismos que constituyen el epicentro de la

investigación en el microbioma, frente a los microorganismos de otros hábitats del cuerpo humano (Lloyd-Price et al., 2016). Este microbioma intestinal está compuesto por alrededor de 10^{14} bacterias de 300 especies distintas y que llegan a alcanzar un peso de 200 g (Sender et al., 2016). Mientras que el genoma humano consta de unos 23.000 genes, el microbioma contiene una colección de 10 millones de genes que están implicados en funciones que el ser humano por sí solo no es capaz de realizar (Li et al., 2014) (Figura 1).

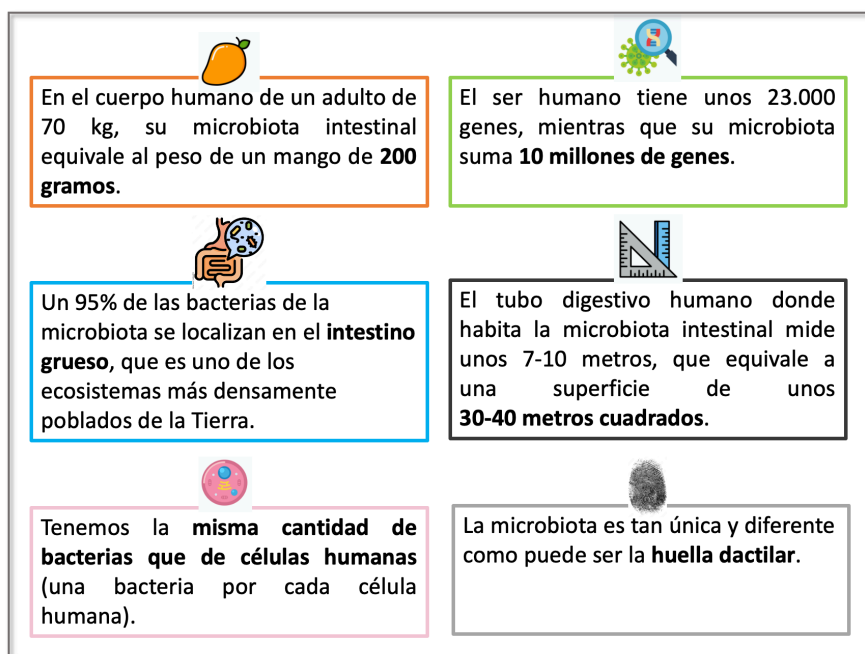


Figura 1. El microbioma intestinal en números (elaboración propia a partir de: Gut Microbiota for Health, 2020).

Las principales funciones de los microorganismos que habitan en el cuerpo humano son la protección frente a los patógenos y los tóxicos del entorno, la digestión de la fibra y los polifenoles de origen vegetal que las enzimas humanas no pueden aprovechar, el suministro de

nutrientes esenciales (por ejemplo, algunas vitaminas, aminoácidos y ácidos grasos) y el desarrollo del sistema inmunitario; además, los microorganismos pueden incluso afectar en el estado de ánimo y el comportamiento (de Vos et al., 2022). Sin embargo, a pesar de que los cambios en la composición y las funciones del microbioma se han relacionado con muchas enfermedades crónicas (Hill, 2020b), no está resuelto hasta qué punto son su causa directa. Aparte del trasplante de microbiota fecal para la colitis por *Clostridioides difficile* y de algunos probióticos para determinadas afecciones digestivas como la diarrea, actualmente existen pocas intervenciones basadas en el microbioma que hayan tenido una traslación a la práctica clínica (Allegretti et al., 2019; Collinson et al., 2020; Connell et al., 2018; Guo et al., 2019; Sharif et al., 2020) y se han hecho críticas en torno a la exageración (*hype*, en inglés) del potencial que tiene el microbioma intestinal para la salud en diferentes contextos (Bik, 2016; Bourrat, 2018; Brüssow, 2019; Cani, 2018; Falony et al., 2019; Hanage, 2014; Hooks et al., 2019; Walter et al., 2020). Otro aspecto que aún se desconoce es la definición de lo que es un microbioma normal o sano, debido a la enorme variación que existe en su composición en función de donde vive cada persona (Qin et al., 2010). De hecho, las incógnitas desconocidas sobre el microbioma no son nada despreciables: aproximadamente el 20 % de las secuencias de los genes bacterianos no se han identificado y se desconocen las funciones del 40 % de los 10 millones de genes microbianos (Maltez Thomas y Segata, 2019).

El microbioma también puede, ocasionalmente, causar perjuicios. Algunos de los microorganismos pueden ser responsables de una infección endógena cuando sobrecrecen en la cavidad del cuerpo en la

que se encuentran (por ejemplo, las vaginosis por el sobrecrecimiento de *Gardnerella vaginalis* a expensas de los lactobacilos que habitan de forma habitual en la vagina), o bien cuando se escapan de la cavidad donde viven habitualmente para colonizar lugares que en principio deberían estar estériles (por ejemplo, una apendicitis que se complica debido a que los microorganismos del intestino grueso salen a la cavidad peritoneal y causan una peritonitis). La otra situación descrita en la que el microbioma puede ocasionar problemas tiene lugar cuando una ingesta alta de proteínas y grasas de origen animal se transforma por el microbioma intestinal y da lugar a metabolitos que pueden aumentar el riesgo de cáncer colorrectal, especialmente en personas con estreñimiento (Prados-Bo, 2021). Más allá de la salud humana, la investigación del microbioma también puede tener implicaciones en la producción de alimentos seguros y la sostenibilidad del planeta (D'Hondt et al., 2021).

2.2. Intervenciones dietéticas que pueden mejorar la salud influyendo sobre el microbioma

La alimentación, el estilo de vida y los medicamentos son los principales factores que modifican el microbioma intestinal, superando incluso a la genética de cada persona (Asnicar et al., 2021; Bar et al., 2020; Cotillard et al., 2022; Gacesa et al., 2022; Rothschild et al., 2018; Vujkovic-Cvijin et al., 2020). Aunque la investigación de la relevancia del microbioma intestinal para la salud y la enfermedad se encuentra aún en sus inicios, su estudio puede ayudar a entender mejor el papel que juega la nutrición en la prevención y el tratamiento de las enfermedades crónicas.

Las intervenciones dietéticas que se han estudiado para mejorar la salud humana actuando sobre el microbioma intestinal son las siguientes (Valdes et al., 2018) (Figura 2):

- Probióticos: se definen como “microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren un beneficio a la salud del hospedador”. Entre los microorganismos que se utilizan como probióticos destacan las bacterias de los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Escherichia* y *Bacillus* y las levaduras no patógenas como *Saccharomyces boulardii* y *Saccharomyces cerevisiae*. Los probióticos pueden administrarse como parte de un alimento, como medicamento y como complemento alimenticio (Hill et al., 2014).
- Alimentos fermentados: son “alimentos elaborados a través de un crecimiento microbiano controlado y la conversión enzimática de los componentes del alimento”. Los requisitos que un alimento fermentado debe cumplir para ser probiótico son los tres siguientes: tener un adecuado recuento de microorganismos vivos, que estos estén bien definidos y caracterizados y que sus efectos para la salud estén respaldados por ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos (Marco et al., 2021).

- **Fibra dietética:** es un término genérico que incluye los carbohidratos de origen vegetal fermentados por el microbioma individual y los que permanecen sin fermentar con una función formadora del bolo fecal (Slavin, 2013).
- **Prebióticos:** se definen como “sustratos que se utilizan de forma selectiva por los microorganismos del hospedador confiriendo un beneficio para la salud”. Los prebióticos son un subtipo de fibra dietética, pero no toda la fibra de los alimentos de origen vegetal es prebiótica. Los prebióticos más estudiados son los fructanos tipo inulina (inulina, oligofructosa y fructo-oligosacáridos) y los β -galactooligosacáridos. Los prebióticos se encuentran en algunos alimentos y complementos alimenticios (Gibson et al., 2017).

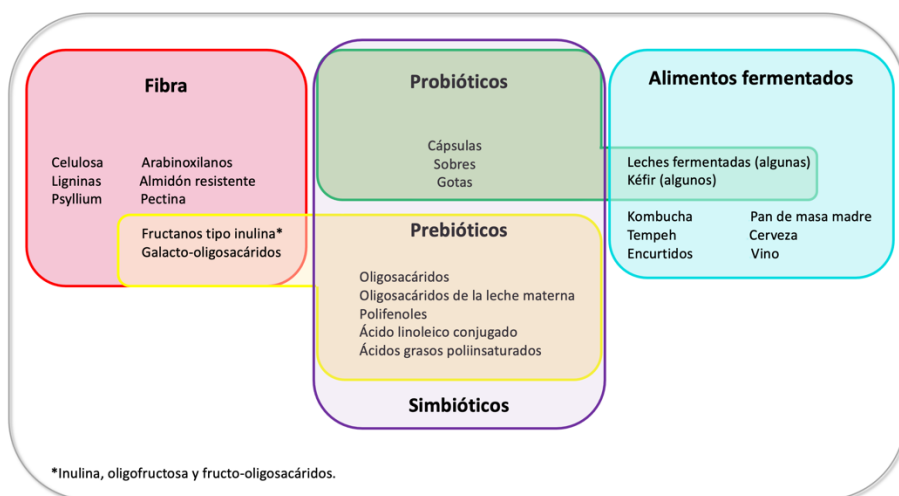


Figura 2. Intervenciones dietéticas que influyen sobre el microbioma intestinal (elaboración propia a partir de: Whelan, 2022).

Los alimentos, nutrientes y complementos alimenticios que influyen sobre el microbioma intestinal cuyos beneficios para la salud se han estudiado en al menos un ensayo clínico aleatorizado y controlado en humanos son los probióticos (Su et al., 2020; World Gastroenterology Organization, 2017), el yogur (Marco et al., 2021; World Gastroenterology Organization, 2017), el kéfir (Marco et al., 2021), la fibra (Gill et al., 2021) y los prebióticos (Gibson et al., 2017).

Los beneficios para la salud de los probióticos incluyen las enfermedades digestivas (tratamiento de la diarrea aguda y asociada a los antibióticos, manejo de los síntomas de la intolerancia a la lactosa, tratamiento de la pouchitis, prevención de la diarrea por *C. difficile* y prevención de la enterocolitis necrosante en recién nacidos muy prematuros o de muy bajo peso al nacer), la enfermedad del hígado graso no alcohólico y la esteatohepatitis no alcohólica y algunas condiciones relacionadas con el sistema inmunitario (prevención o tratamiento de algunas infecciones comunes como el resfriado común y prevención de la dermatitis atópica [Su et al., 2020; World Gastroenterology Organization, 2017]).

Los alimentos fermentados más investigados han sido el yogur, con evidencia de diferente calidad para el manejo de los síntomas de la intolerancia a la lactosa y para reducir el riesgo del síndrome metabólico, y el kéfir, con efectos beneficiosos para la malabsorción de lactosa y la erradicación de *Helicobacter pylori* (Marco et al., 2021). El té kombucha es otro alimento fermentado que se ha puesto de moda para cuidar la salud digestiva y el microbioma, pero una reciente revisión sistemática no

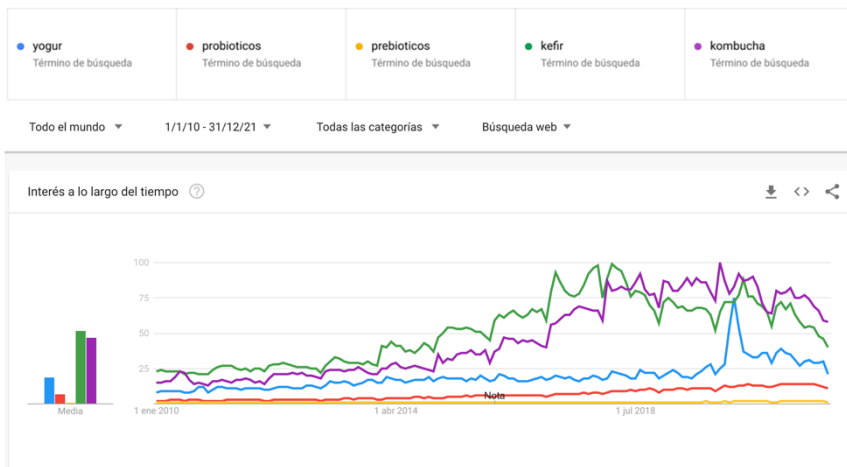
identificó ningún estudio controlado en humanos que haya investigado sus beneficios para la salud (Kapp y Sumner, 2019).

A su vez, la fibra ha mostrado ser beneficiosa para algunos trastornos digestivos (síndrome del intestino irritable, enfermedades inflamatorias intestinales, enfermedad diverticular y estreñimiento funcional), reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y disminuir la mortalidad por cualquier causa (Chiavaroli et al., 2018; Gill et al., 2021; Yang et al., 2015).

En relación con los prebióticos, la mayoría de ellos han sido estudiados para reducir el estreñimiento y la diarrea, mejorar la salud metabólica, modular la saciedad, mejorar los síntomas del intestino irritable, tratar la encefalopatía hepática y reducir el riesgo de alergia (Gibson et al., 2017; World Gastroenterology Organization, 2017).

Por lo que respecta al interés mediático en cómo mejorar la salud a través del microbioma, un análisis en Google Trends (<https://trends.google.es/trends/>) refleja que los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha y los prebióticos han sido las intervenciones dietéticas que influyen sobre el microbioma intestinal que más han despertado el interés del consumidor desde el año 2010, con una estabilización en las búsquedas entre 2019 y 2021 (Figura 3).

A



B

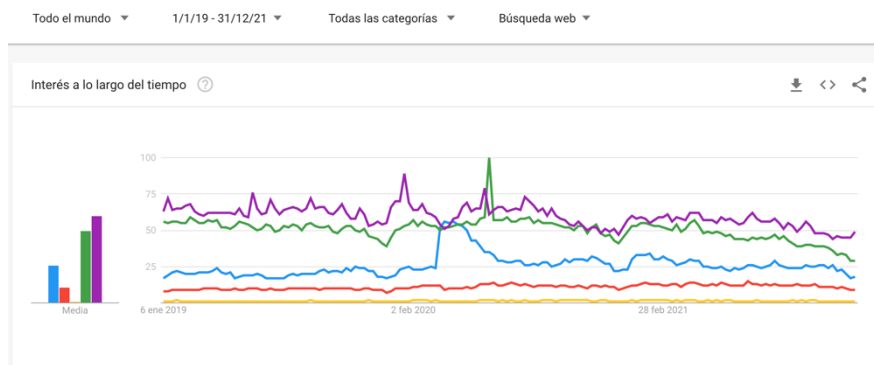


Figura 3. Términos populares de búsqueda en relación con las intervenciones dietéticas para modular el microbioma intestinal y su popularidad relativa durante el periodo 2010-2021 (A) y durante el periodo 2019-2021 (B) (<https://trends.google.es/trends/>).

A pesar de que el interés mediático en la fibra dietética es menor en comparación con el resto de las intervenciones, es uno de los componentes de la dieta que cuenta con más ensayos clínicos que respaldan sus efectos para la salud y recientemente se ha empezado a

elucidar que el microbioma contribuiría a explicar el porqué de sus beneficios (Gill et al., 2021; Zimmer, 2018).

2.3. La cita periodística para estudiar el impacto de las revistas científicas en la prensa

A medida que la investigación en el microbioma y sus potenciales aplicaciones para la prevención y el tratamiento de enfermedades avanzan, es fundamental conocer hasta qué punto la información que le llega a la sociedad se corresponde con la realidad científica. Los periódicos de calidad, entendida esta en términos de lectores y circulación, siguen siendo una fuente de información científica no solo para una parte del público general (FECYT, 2020; National Science Board, 2020), sino también para otros periódicos y para las redes sociales (Bergström y Jervelycke, 2018; Besley y Hill, 2020; Grilli et al., 2002; Welbers y Opgenhaffen, 2018; Wolf y Schnauber, 2015). En particular, las páginas de opinión y los editoriales de los periódicos juegan un papel clave a la hora de dirigir la agenda pública hacia los asuntos acerca de los que vale la pena tener una opinión (Coppock et al., 2018).

Las revistas científicas y médicas se citan en los periódicos generalistas, y el número de artículos periodísticos en los que aparece el nombre de una revista académica (cita periodística) aumentan la visibilidad de los artículos científicos, el número de citas en las revistas científicas y la descarga de los artículos en internet (Baethge et al., 2009; Fanelli, 2013; Kiernan, 2003; Mathelus et al., 2012; Phillips et al., 1991). El aumento

de las citas en las revistas parece ser más pronunciado para los estudios que han tenido eco en los periódicos de calidad (Dumas-Mallet et al., 2020). En otras palabras, la referencia en un texto periodístico a una revista, un autor o ciertos artículos científicos es un indicador de su relevancia e influencia social (Casino, 2018).

Sin embargo, a pesar de que el análisis de las citas periodísticas sirve para cuantificar el impacto mediático de la información biomédica, no está exento de limitaciones. Una de ellas es que el recuento de citas en la prensa no da información sobre el sentido positivo o negativo de la cita ni sobre el contexto. Además, la referencia de una revista académica en un texto periodístico no significa que el texto informe sobre una publicación científica en particular y tampoco nos da una idea de la calidad del texto periodístico. Otra limitación importante es la ausencia de bases de datos internacionales de citas periodísticas, aunque se puede subsanar gracias a la existencia de bases de datos de prensa internacional como Factiva Dow Jones, que permite hacer una búsqueda mediante las palabras clave de interés y los operadores booleanos en diferentes idiomas, así como descargarse las noticias en formato de archivos PDF individuales para su posterior análisis de contenido (Casino, 2018). Factiva Dow Jones es una base de datos con unas 35.000 fuentes de noticias procedentes de 200 países en 26 idiomas, entre ellas periódicos, revistas y agencias de todo el mundo. Esta herramienta alberga en formato impreso y digital los principales periódicos de todo el mundo a texto completo. Es, además, la base de datos de periódicos que se ha utilizado en los estudios de Dumas-Mallet et al. (2017, 2018), Gonon et al. (2012), Lewison et al. (2018) y Pallari et al. (2017), entre otros, sobre la cobertura de la investigación biomédica en la prensa.

Por último, otra limitación del análisis de citas periodísticas es que las ediciones digitales de los principales periódicos se han empezado a incluir recientemente, lo que dificulta su monitorización completa (Casino, 2018).

2.4. Determinantes de la cobertura informativa de los periódicos

La información sobre biomedicina que difunden los periódicos no se corresponde necesariamente con la más relevante desde el punto de vista científico ni tampoco con la que más le interesa al público (Casino, 2019). A diferencia de otros tipos de información periodística, la información sobre salud es compleja y no se puede abordar en un artículo corto. El rigor y la completitud no son un extra, sino un requisito de la buena información en salud, que a la vez tiene que ser concisa (Casino, 2019). Se ha sugerido que la mínima extensión de un texto de biomedicina debería ser de 300 palabras (Casino, 2015b; Schwitzer, 2007), mientras que los textos que tienen entre 100 y 300 palabras (pertenecientes a un subgénero periodístico denominado breves) suelen ser incompletos (Schwitzer, 2007). También se ha visto que los artículos de salud que contienen menos de 300 palabras se asocian más frecuentemente con comunicados de prensa (71,5 %) que los artículos que contienen 300 o más palabras (45,2 %) (Casino, 2015b). Debido a que los comunicados de prensa de las revistas médicas contienen diversas deficiencias que contribuyen a alterar los resultados de la investigación, la abundancia de noticias breves de biomedicina basadas en comunicados de prensa podría dar lugar a una información

en salud incompleta e inexacta, lo que constituye una amenaza de salud pública (Woloshin y Schwartz, 2002). Por todo ello, se considera la extensión como un indicador de la calidad de las noticias de salud (Robinson et al., 2013). Más allá de la extensión de las noticias, la presencia o ausencia de autor en un texto periodístico se puede considerar también un indicador de la calidad del contenido. Por ejemplo, las noticias de salud y nutrición que están firmadas por un periodista mostraron una puntuación global de calidad superior en comparación con las noticias que no iban firmadas (Kininmonth et al., 2017; Robinson et al., 2013).

Por otro lado, también se han estudiado los factores que pueden predecir los temas que acabarán convirtiéndose en noticia. Algunos de estos factores incluyen el prestigio de la revista medido con su factor de impacto (Stephenson, 1999), la disponibilidad de comunicados de prensa (Bartlett et al., 2022; Casino, 2015; De Semir et al., 1998; Schwartz et al., 2012; Wang et al., 2015), el valor noticioso del tema (*newsworthiness*, en inglés) (Shoemaker, 2006), los resultados de la investigación biomédica frente a otras parcelas del conocimiento científico (Bartlett et al., 2022; Casino, 2019) y la preferencia doméstica de los periódicos por las revistas de su respectivo país (Casino et al., 2017). Por otro lado, los estudios científicos que de entrada merecen menos confianza por su diseño tienen más eco mediático (Bartlett et al., 2022; Lai y Lane, 2009; Selvaraj et al., 2014).

En relación con los patrones de citas de las revistas médicas en función de la nacionalidad del periódico, Casino et al. (2017) encontraron cuatro regiones bien caracterizadas en todo el mundo: Estados Unidos, Reino

Unido, un tercer grupo de ámbito occidental que incluye los países euroamericanos fuera de Estados Unidos y Reino Unido (el resto de Europa, Australia, Nueva Zelanda y Canadá) y, finalmente, un cuarto grupo con los periódicos del resto del mundo. Los periódicos americanos y británicos muestran un alto número de citas de las revistas médicas; los periódicos de países euroamericanos muestran un número moderado de citas de las revistas médicas, y los periódicos del resto del mundo muestran un número bajo o muy bajo de citas de las revistas médicas. Por otro lado, los periódicos americanos y británicos, especialmente estos últimos, prácticamente solo se hacen eco de las publicaciones de su país (Casino et al., 2017).

En cuanto a la calidad de los resultados de los estudios, no parece ser un determinante del eco en la prensa. Los periódicos se hacen eco sobre todo de los estudios que ofrecen resultados de menor certeza (estudios observacionales) en detrimento de los que *a priori* merecen un mayor grado de confianza (ensayos clínicos y revisiones sistemáticas de ensayos clínicos) (Bartlett et al., 2022; Lai y Lane, 2009; Selvaraj et al., 2014). A esta abundancia de estudios que ofrecen una menor confianza en sus resultados hay que añadir la exagerada atención mediática que reciben los estudios con resultados preliminares y con un alto grado de incertidumbre, en cuyo caso acaba por demostrarse que la mayoría son falsos (Dumas-Mallet et al., 2017; 2018; Gonon et al., 2012).

A pesar del interés científico y social actual en el microbioma, hasta el momento no se ha realizado un análisis exhaustivo del contenido de la información sobre el microbioma en la prensa durante un periodo de

tiempo razonable y se desconoce qué factores influyen en su cobertura periodística.

2.5. Certeza de los resultados de la investigación sobre las intervenciones de salud

No todos los estudios científicos sobre alimentación y salud merecen la misma confianza. La certeza de la evidencia es el grado de confianza que se puede depositar en los resultados de la investigación sobre una intervención de salud. Para medir esta confianza en los resultados de la investigación, se utiliza el sistema GRADE (Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation) (<https://www.gradeworkinggroup.org>), que evalúa con criterios objetivos los estudios más adecuados para cada tipo de pregunta relacionada con la salud² (por ejemplo, sobre una dieta, un alimento, un complemento alimenticio o una prueba diagnóstica). Este sistema de evaluación de la certeza de la evidencia considera principalmente cinco aspectos: 1) el rigor en la ejecución de los estudios; 2) la consistencia de los resultados; 3) la precisión de los resultados; 4) la existencia de pruebas directas (si los estudios se pueden aplicar a la pregunta de investigación), y 5) el sesgo de publicación (hace referencia a la existencia de estudios no publicados sobre el tema, que podría contribuir a sobreestimar el efecto) (Brozek et al., 2009).

² La pregunta de investigación o pregunta PICO especifica los cuatro aspectos en los que se centra una investigación sobre una intervención de salud: la población estudiada (P), la intervención realizada (I), con qué se compara la intervención (C) y los desenlaces o *outcomes* (beneficio o daño para la salud) estudiados (O).

El sistema GRADE que se utiliza para evaluar la certeza de la evidencia de los estudios que respaldan los mensajes de salud propone cuatro categorías de confianza (BMJ Best Practice, 2019; Brozek et al., 2009; Rabassa et al., 2020):

- Alta: los autores están muy seguros de que el efecto real de la intervención es similar al efecto estimado en los estudios.
- Moderada: los autores creen que es probable que el efecto real se aproxime al estimado en los estudios, pero cabe la posibilidad de que sea sustancialmente diferente.
- Baja: el efecto real podría ser sustancialmente diferente al estimado en los estudios.
- Muy baja: el efecto real es probable que sea sustancialmente diferente del estimado en los estudios.

De entrada, los estudios observacionales tienen una calidad baja, que puede subir a moderada o descender a muy baja en función de los cinco aspectos mencionados más arriba. Sin embargo, los estudios de intervención (ensayos clínicos) tienen una certeza de la evidencia alta de partida, que puede descender a moderada en función de los cinco aspectos mencionados (Rabassa et al., 2020).

2.6. Calidad de la información sobre alimentación y salud

La sociedad reconoce un mayor interés por los temas de alimentación y consumo (27,1 %) y los de medicina y salud (26,2 %) que por los de ciencia y tecnología (14,2 %) (FECYT, 2020). Una encuesta llevada a cabo conjuntamente desde el Observatorio de la Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra junto con el Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural de la Generalitat de Cataluña reveló que la televisión, las páginas web encontradas con un buscador y las redes sociales son los tres canales más usados por la población para informarse sobre alimentación en Cataluña y en el conjunto de España (Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural y Observatorio de la Comunicación Científica, 2021).

Google es el buscador de internet más utilizado en el mundo (Chaffey, 2022) y una de cada veinte búsquedas realizadas en él es sobre salud (Ramswami, 2015). En particular, las páginas web y las redes sociales han impulsado la promoción y la comercialización de la investigación relacionada con el microbioma para mantener la salud y la calidad de vida (Caulfield, 2019; Hooks et al., 2019; Marcon, 2020).

La información sobre nutrición y salud que se difunde en los medios de comunicación puede influir sobre las decisiones relacionadas con la salud, en particular en las decisiones alimentarias (Helm et al., 2016; Nagler, 2014; Vijaykumar et al., 2021; Williams et al., 2014). Sin embargo, los consejos de nutrición que se publican en los periódicos y

en internet no siempre tienen suficiente base científica que los respalde (Cooper et al., 2012; El Jassar et al., 2019; Gholizadeh et al., 2017; Kininmonth et al., 2017; Ostry et al., 2018). Según estudios recientes, el público está regularmente expuesto a información mediocre o de mala calidad sobre nutrición en las páginas web (El Jassar et al., 2019; Gholizadeh et al., 2017) y en los periódicos (Basu y Hogard, 2008; Cooper et al., 2012; Hatfield et al., 2014; Kininmonth et al., 2017; Robinson et al., 2013). Aproximadamente, dos terceras partes de los consejos nutricionales de los periódicos se basan en evidencia científica de baja calidad (Cooper et al., 2012), siendo esta mayor en los periódicos de gran formato que en los periódicos sensacionalistas o tabloides (Basu y Hogard, 2008; Cooper et al., 2012; Robinson et al., 2013). Otra investigación sobre la veracidad de los mensajes de nutrición que recibe la población a través de las noticias y los anuncios concluye que la mitad de ellos pueden clasificarse como inciertos (Rabassa et al., 2020).

Uno de los factores que puede explicar que los artículos de prensa no siempre transmiten de forma adecuada las recomendaciones respaldadas por la ciencia es la falta de profesionales especializados que preparen los temas de salud y nutrición en la prensa (Revuelta, 2006). La baja rigurosidad de la información en nutrición en internet también se explica por la falta de regulación de la publicidad de alimentos y complementos alimenticios. En particular, la industria de los alimentos y los complementos alimenticios relacionados con el microbioma intestinal mayoritariamente no está regulada en Estados Unidos y Europa; además, el *marketing* de estos productos se dirige directamente a los consumidores, aunque los productos no cuenten con pruebas científicas consistentes sobre su eficacia y seguridad (de Simone, 2019;

Suez et al., 2019). Por un lado, las autoridades reguladoras no permiten que se hagan declaraciones de propiedades saludables para los probióticos y los prebióticos; sin embargo, por otro lado hay poca regulación de la fabricación de estos productos en términos de controles de calidad y de acciones de *marketing* (Schmidt, 2013), lo que puede contribuir a la difusión de información engañosa sobre estos productos.

El estudio de la calidad de la información sobre salud ha sido el objetivo de diversas iniciativas. Una de las evaluaciones más completas que ha analizado la calidad de la información sobre salud y alimentación es la realizada por la iniciativa HealthNewsReview (<https://www.healthnewsreview.org/>), que ha encontrado que la mayoría de las noticias y comunicados de prensa sobre tratamientos farmacológicos y quirúrgicos, pruebas diagnósticas, pautas dietéticas y complementos alimenticios ofrecen información incompleta e inadecuada (Schwitzer, 2008). El proyecto HealthNewsReview, de la Foundation for Informed Medical Decision Making de Estados Unidos, y el proyecto australiano Media Doctor (<http://www.mediadoctor.org.au/>), de The Newcastle Institute of Public Health, han propuesto diez criterios para evaluar la calidad de las noticias referidas a tratamientos y otros procedimientos médicos. Estos criterios incluyen: 1) novedad de la intervención; 2) disponibilidad de la intervención; 3) cuantificación del beneficio en términos absolutos y relativos; 4) mención de las alternativas disponibles; 5) mención de la calidad de las pruebas (diseño de estudio); 6) mención de los efectos indeseados; 7) uso de fuentes expertas independientes de información; 8) contextualización sin depender mayoritariamente de un comunicado de prensa; 9) mención de los costes del tratamiento, y 10) el hecho de

que no favorezca la promoción de enfermedades ni la medicalización. Otra iniciativa que ha desarrollado herramientas para ayudar a interpretar mejor los mensajes de salud y fomentar las buenas decisiones al respecto es el proyecto Informed Health Choices (<https://www.informedhealthchoices.org/>), que ha planteado 36 criterios a partir de los cuales se podrán elaborar materiales educativos para fomentar el pensamiento crítico (Chalmers et al., 2018).

Ante el interés creciente de medir la calidad de la información sobre salud para garantizar el poder tomar decisiones informadas en el ámbito de la salud y favorecer la labor de los periodistas y comunicadores en dicho ámbito, se han propuesto diferentes índices para medir la calidad de la información de salud. Estos incluyen el índice de Oxman et al. (1993), la escala de Sandvik (1999), el índice de Biondo&Khoury (2005), el índice de Iaboli et al. (2010) y, más recientemente, los índices de Robinson et al. (2013), de Zeraatkar et al. 2017 y de Bosch et al. (2018). La primera revisión sistemática con metanálisis de la calidad de la información sobre intervenciones de salud publicada en 2022 ha medido la calidad de las noticias de periódicos y revistas impresas, páginas web, televisión, radio y pódcast utilizando 108 criterios que se han agrupado en 19 criterios generales. Uno de los que se estudió fue el de informar de los efectos perjudiciales del tratamiento, que solo cumplían el 40 % de las noticias. Solo la mitad de ellas (53 %) cuantificaron los efectos de las intervenciones en números, de las cuales solo un 17 % aportaban resultados en números absolutos además de en números relativos. Solo la tercera parte de las noticias (36 %) informaban de las alternativas disponibles a la intervención. La discusión de los conflictos de intereses solo aparecía en el 22 % de los

casos, y la información sobre el coste del tratamiento, en el 18 %. Por todo ello, esta revisión concluye que la calidad de la información de salud admite un amplio margen de mejora (Oxman et al., 2022).

Sin embargo, a pesar de que se han propuesto diferentes herramientas para medir la calidad de la información de salud y ciencia, todas ellas tienen sus limitaciones y hoy en día no existe una escala universal para evaluarla. Integrar el conocimiento y la experiencia de profesionales de la nutrición, la medicina basada en la evidencia, la metodología de la investigación, la comunicación y el periodismo científico podría ayudar a encontrar una propuesta de indicadores para medir la calidad de la información en alimentación y salud a la que está expuesta la sociedad.

La cobertura de la información relacionada con el microbioma en la prensa e internet no se escapa de la simplificación y exageración (Marcon et al., 2021; Rachul et al., 2020). En dos análisis de los mensajes sobre los probióticos en las páginas web encontradas con los buscadores Google.com y Yahoo.com se constató que la mayoría de los mensajes de salud son poco objetivos y no están respaldados por la evidencia científica, siendo las páginas web comerciales las que puntuaron peor (Brinich et al., 2013; Neunez et al., 2020). Sin embargo, se desconoce la certeza de la evidencia de los mensajes de salud que se difunden en internet y la calidad de la información sobre otras intervenciones dietéticas más allá de los probióticos, como los alimentos fermentados, la fibra y los prebióticos, a las que el público está regularmente expuesto y que se diseminan para mejorar la salud actuando sobre el microbioma intestinal.

OBJETIVOS, PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS



3. OBJETIVOS, PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS

3.1. Objetivos y preguntas de investigación

El objetivo general de esta tesis es conocer el impacto que tiene la investigación científica sobre el microbioma en la prensa e internet y analizar la calidad de esta información.

Para la consecución de este objetivo general, los objetivos específicos de esta tesis son los que se desarrollan a continuación.

3.1.1. Objetivo específico 1: Cuantificar el impacto de la investigación del microbioma en la prensa generalista y económica

Este objetivo responde a las siguientes preguntas de investigación que se responderán mediante el recuento del número de artículos periodísticos sobre el microbioma y de los diferentes diseños de los estudios (la certeza de la evidencia depende en buena medida del diseño) en tres periódicos generalistas y económicos disponibles mediante la base de datos Factiva durante 2007-2019. Este volumen de artículos periodísticos se comparará con el número de artículos científicos sobre el microbioma y el número total de artículos científicos de biomedicina en PubMed y con todas las noticias de biomedicina publicadas por la agencia SINC, especializada en noticias científicas.

P1: ¿Cuántas noticias sobre el microbioma se han publicado en la prensa generalista y económica?

P2: ¿El interés mediático de los artículos científicos sobre el microbioma en la prensa generalista y económica (medido mediante el número de artículos periodísticos) se corresponde con su interés científico (medido mediante el número de publicaciones en PubMed)?

P3: ¿Cuál es el interés relativo de las noticias y los artículos científicos del microbioma en el contexto de la biomedicina?

P4: ¿Qué tipo de diseños de estudio del microbioma tienen más eco en la prensa generalista y económica en comparación con PubMed?

3.1.2. Objetivo específico 2: Identificar las principales características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista

Este objetivo responde a las siguientes preguntas de investigación que se estudiarán mediante el análisis de contenido de cinco características de los artículos periodísticos sobre el microbioma (tipo de artículo, extensión, autoría, tema y nacionalidad de los investigadores, instituciones y revistas) en una muestra de tres periódicos generalistas disponibles a texto completo en la base de datos Factiva durante 2007-2019.

P5: ¿Cuál es la proporción de artículos de opinión sobre el conjunto de artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista?

P6: ¿En qué proporción se informa a través de artículos más largos y completos (300 o más palabras) frente a los más breves e incompletos (menos de 300 palabras)?

P7: ¿Qué peso relativo tienen los artículos periodísticos sobre el microbioma firmados en relación a los que son anónimos?

P8: ¿Qué enfermedades relacionadas con el microbioma y qué intervenciones para mantener la salud y tratar enfermedades modificando el microbioma reciben un mayor interés periodístico?

P9: ¿La prensa generalista tiene un sesgo nacional hacia los investigadores, las organizaciones, las revistas y los proyectos de investigación del mismo país del periódico?

3.1.3. Objetivo específico 3: Examinar la certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet relacionados con las intervenciones dietéticas sobre el microbioma

Este objetivo responde a las siguientes preguntas de investigación que se responderán mediante el examen de la certeza de la evidencia (evaluada mediante el sistema GRADE) en las revisiones sistemáticas relacionadas con las seis intervenciones dietéticas principales sobre el microbioma (probióticos, yogur, kéfir, kombucha, fibra y prebióticos) y que aparecen en las 20 primeras páginas web tras una búsqueda en Google.es.

P10: ¿Los mensajes de salud en internet sobre los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos tienen en cuenta la evidencia de las revisiones sistemáticas?

P11: ¿Cuál es la certeza de la evidencia o confianza que merecen los resultados de las revisiones sistemáticas en las que se basan los mensajes de salud sobre probióticos, yogur, kéfir, kombucha, fibra y prebióticos que se publican en las páginas web?

3.1.4. Objetivo específico 4: Evaluar la calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma

Este objetivo responde a las siguientes preguntas de investigación que se examinarán mediante el análisis de contenido de la información de las 20 primeras páginas web obtenidas en búsquedas en Google.es sobre las seis intervenciones dietéticas principales sobre el microbioma (probióticos, yogur, kéfir, kombucha, fibra y prebióticos). Para ello, se utilizarán los siguientes criterios seleccionados a partir de la primera revisión sistemática de la calidad de la información mediática sobre intervenciones de salud (Oxman et al., 2022): 1) referencias científicas; 2) conclusiones de las publicaciones científicas; 3) cuantificación de los efectos relativos; 4) cuantificación de los efectos absolutos; 5) limitaciones de la investigación; 6) discusión de la certeza de la evidencia; 7) efectos perjudiciales; 8) tratamientos alternativos; 9) costes de la intervención y 10) ausencia de experiencias personales o anécdotas.

P12: ¿Cuál es la calidad de la información de las páginas web estimada con la batería de 10 criterios propuestos?

P13: ¿Existen diferencias en la puntuación global de calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas para modificar el microbioma intestinal en función del tipo de intervención y del tipo de página web en la que aparece la información?

P14: Además de informar sobre los efectos para la salud de las intervenciones, ¿las páginas web recomiendan consumir o evitar el alimento o el complemento alimenticio y aconsejan consultar a un profesional de la salud?

3.2. Hipótesis

Esta tesis plantea la hipótesis general de que la creciente investigación sobre el microbioma ha suscitado una gran atención mediática, pero esta atención no se ha centrado en los estudios que ofrecen resultados de mayor calidad, sino que tiene otros determinantes, ni es además una información periodística completa y de calidad.

Esta hipótesis parte de las conclusiones de algunos estudios convergentes a la presente tesis que han investigado, mediante el recuento de las citas periodísticas de revistas, autores y artículos científicos, el impacto mediático que tienen las publicaciones científicas y concluyen que el diseño de los estudios y la relevancia científica de la información no es un determinante de la cobertura periodística de los temas biomédicos (Bartlett et al., 2002; Lai y Lane, 2009; Selvaraj et al., 2014). Por el contrario, importan más otros factores como el valor noticioso, interés periodístico o noticiabilidad (Casino, 2019), la existencia de una nota de prensa asociada (de Semir et al., 1998; Casino, 2015; Schwartz et al., 2012; Sumner et al., 2014) y un nacionalismo mediático en las noticias de biomedicina (Casino et al., 2017).

Si para la investigación científica sobre el microbioma también se cumple que la confianza en los resultados de los estudios no es un determinante de su cobertura informativa, esto significaría que hay margen de mejora en la calidad de la información del microbioma. Entender los componentes de la calidad de la información sobre salud es el primer paso para mejorarla. Adaptando la metodología de la primera revisión sistemática de la calidad de la información mediática sobre intervenciones de salud (Oxman et al., 2022) y teniendo en cuenta otros estudios previos relevantes sobre la calidad de información sobre medicamentos (Bosch et al., 2018; Schwitzer, 2007) y la evaluación de la calidad de la evidencia de los mensajes sobre alimentación y nutrición mediante el sistema GRADE (Rabassa et al., 2020), esta tesis pretende estudiar la calidad de la información sobre el microbioma en internet y proponer una escala para medirla que permita mejorar la calidad de la información de las intervenciones dietéticas sobre el microbioma y que se pueda extrapolar a los mensajes sobre alimentación que se difunden en internet. Partiendo de que la evaluación más completa de la calidad de las noticias sobre intervenciones médicas realizada por *HealthNewsReview* (Schwitzer, 2008) y la primera revisión sistemática de la calidad de la información sobre intervenciones de salud (Oxman et al., 2022) han detectado una calidad deficiente y una tendencia a la exageración, cabe esperar de entrada que la calidad de la información del microbioma en internet sea baja. Esto se explicaría por la novedad de este campo de conocimiento, la falta de comunicadores científicos especializados en el microbioma y el poco rigor de los medios de comunicación al hacerse eco de los resultados de las investigaciones sobre el microbioma (Shan et al., 2019).

La hipótesis general se concreta con las siguientes hipótesis de trabajo:

1. La prensa generalista y económica se ha hecho un amplio eco de la investigación del microbioma en paralelo al aumento del número de artículos científicos y noticias de biomedicina.
2. A pesar del interés mediático que ha despertado el microbioma, la información que se cubre en los periódicos prioriza los estudios que ofrecen resultados de menor certeza (estudios observacionales) frente a los que ofrecen una mayor confianza en sus resultados (revisiones sistemáticas de ensayos clínicos o ensayos clínicos).
3. La cobertura del microbioma genera un importante número de artículos de opinión, como reflejo del debate social, en el contexto de abundancia de noticias sobre el tema.
4. Los artículos periodísticos sobre el microbioma tratan en general los temas en profundidad (extensión mínima de 300 palabras, considerada como un indicador de completitud de las noticias) y van firmados (se considera un indicador de la calidad de la cobertura periodística), evitando los artículos breves que contienen menos de 300 palabras, teniendo en cuenta la complejidad del asunto.
5. Se espera encontrar una sobreabundancia de temas que abordan las aplicaciones médicas y de nutrición del microbioma, que son los que potencialmente tienen una utilidad directa para el lector,

en detrimento de los temas sobre ciencia básica, a pesar de que estos últimos representan una tercera parte de todas las publicaciones científicas en el microbioma en PubMed.

6. Existe un nacionalismo mediático en la información del microbioma de la prensa generalista, en línea con el factor nacional que se ha identificado en el impacto de las revistas médicas en la prensa generalista.
7. En internet se difunden un enorme número de beneficios para la salud sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma, que irían más allá de las indicaciones digestivas que son las que cuentan con más respaldo científico.
8. La mayoría de los beneficios para la salud de las intervenciones dietéticas relacionadas con el microbioma que se difunden en internet no cuentan con el respaldo científico de una revisión sistemática, y en el caso de aquellos que sí cuentan con una revisión sistemática cabe esperar un grado de confianza bajo en sus resultados medido mediante el sistema GRADE.
9. Existe mucho margen de mejora en cuanto a la calidad de la información en internet sobre el microbioma y las intervenciones dietéticas para conseguir beneficios para la salud influyendo sobre el microbioma.

En la Figura 4 se incluye la correspondencia entre los objetivos, los materiales y métodos y los artículos del compendio.

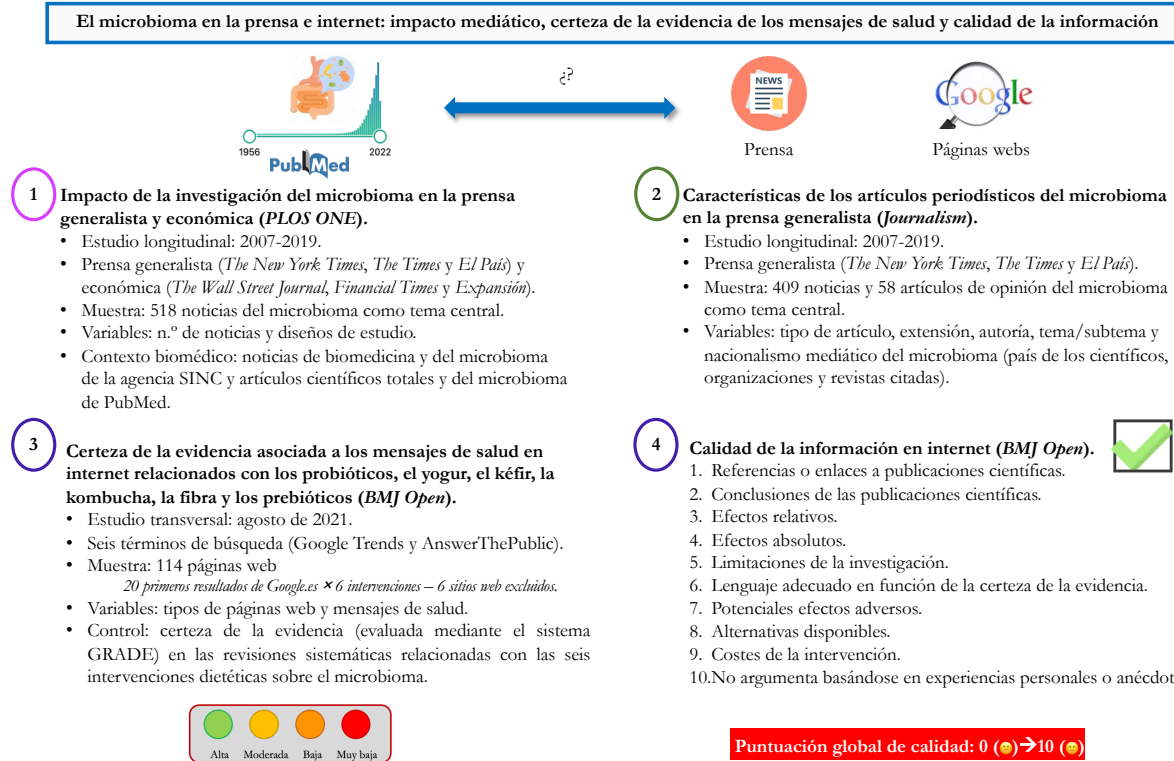
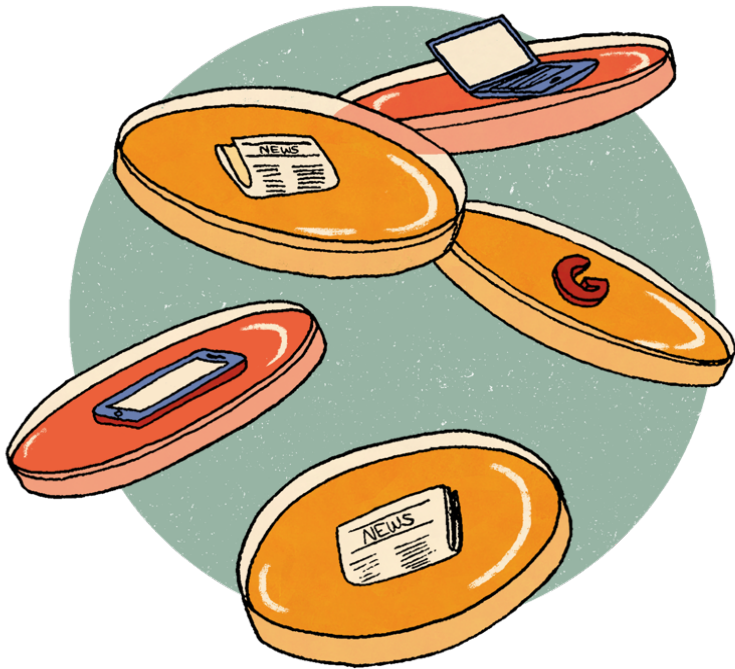


Figura 4. Relación entre objetivos, material y métodos y publicaciones del compendio (elaboración propia con imágenes de Flaticon.com).

MATERIAL Y MÉTODOS



4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Impacto de la investigación del microbioma en la prensa generalista y económica

El análisis cuantitativo del interés social en la investigación del microbioma (por número de noticias y diseño de estudios que se citan en la prensa) se centra en tres periódicos generalistas (*The New York Times*, *The Times* y *El País*) y tres periódicos económicos (*The Wall Street Journal*, *Financial Times* y *Expansión*). Los periódicos han sido seleccionados en función de dos criterios. Primero, se consideran publicaciones de gran calidad que, además, lideran la opinión en los países de los tres patrones nacionales (Estados Unidos, Reino Unido y otros países euroamericanos, excluyendo Estados Unidos y Reino Unido) de cobertura de las revistas médicas en la prensa generalista internacional (Casino et al., 2017). En segundo lugar, figuran en la base de datos Factiva Dow Jones para el periodo de estudio. A la hora de seleccionar *El País*, se utilizaron dos criterios adicionales: representación del tercer patrón (otros países euroamericanos) en términos de volumen de citas de los artículos de revistas médicas (Casino et al., 2017) y conocimiento del periódico (el director de tesis e investigador Gonzalo Casino ha sido coordinador de las páginas de salud del diario *El País* durante una década).

Para realizar las búsquedas de los artículos periodísticos que citan los artículos científicos del microbioma, se ha utilizado la base de datos

Factiva Dow Jones, en línea con otros estudios de análisis de contenido sobre la cobertura de la información biomédica en la prensa (Dumas-Mallet et al., 2017; 2018; Gonon et al., 2012; Lewison et al., 2018; Pallari et al., 2017).

Todas las búsquedas en Factiva se realizaron de forma anual durante el periodo enero-marzo de 2020. Las ediciones impresa y digital de cada periódico se analizaron conjuntamente, después de descartar las noticias duplicadas. El periodo de análisis empieza en 2007 —coincidiendo con el lanzamiento del Proyecto Microbioma Humano (National Institutes of Health, 2007)— y finaliza en 2019.

Tras eliminar los duplicados, los textos de opinión y las noticias no relevantes, la base de datos Factiva ha arrojado un total de 518 noticias en las que el microbioma es el tema central (Figura 5). La unidad de análisis es el artículo periodístico individual que dedicó un 50 % o más de la extensión del texto (estimada por el número de palabras) a informar sobre el microbioma. Se excluyeron los artículos que mencionaron el microbioma en menos de la mitad del texto para descartar las noticias que contenían contenido secundario relacionado con el microbioma (Guasch et al., 2019).

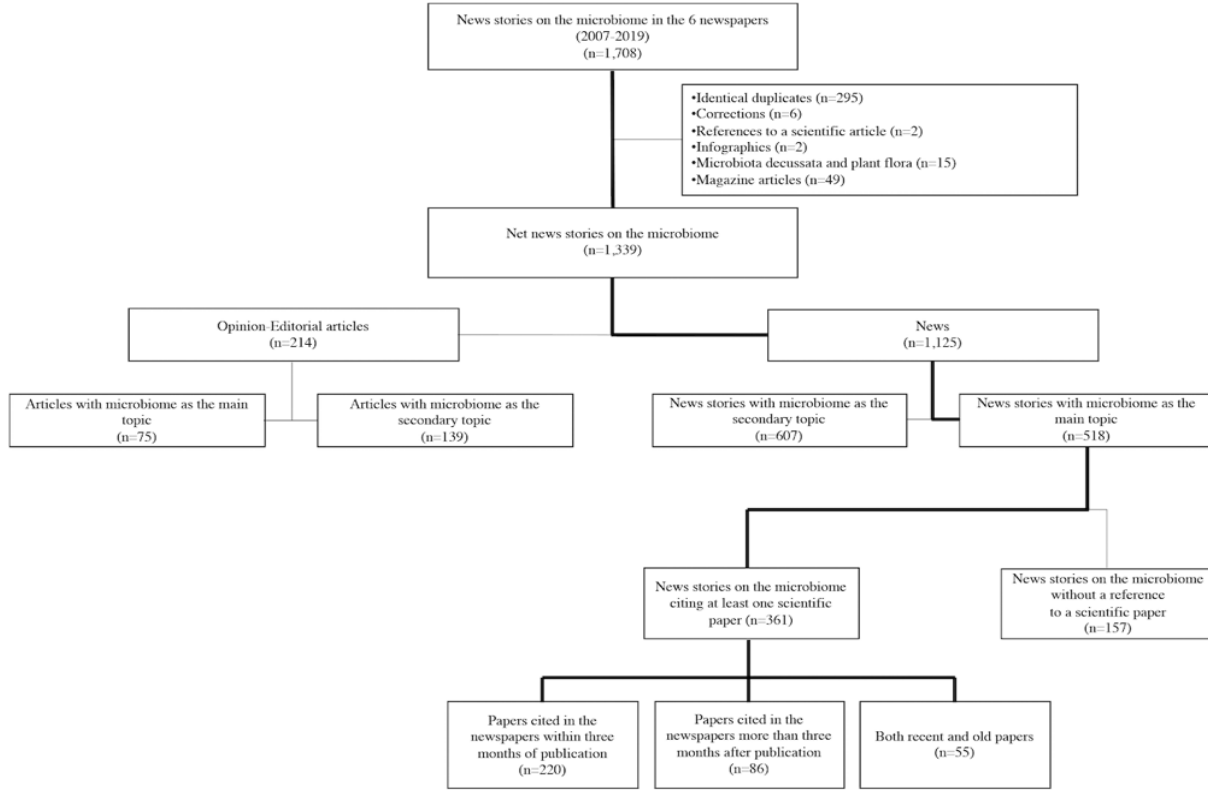


Figura 5. Diagrama de flujo que muestra los pasos seguidos para seleccionar las noticias del microbioma para el primer objetivo de la tesis (Prados-Bo y Casino, 2021).

El interés mediático del microbioma (medido mediante el número de citas periodísticas) se comparó con su interés científico (medido por el número de artículos científicos sobre el microbioma publicados en la base de datos PubMed).

Además, se estudió el interés mediático del microbioma en el contexto de todas las noticias de biomedicina cuantificando las noticias que citaban el microbioma en el titular con respecto al total de noticias de biomedicina publicadas por la agencia SINC desde 2008 (cuando se fundó la agencia SINC) hasta 2018 (cuando la agencia SINC dejó de categorizar sus noticias por áreas temáticas). SINC es una agencia de noticias española con financiación pública especializada en ciencia y tecnología. Se escogió la agencia SINC (<https://www.agenciasinc.es/>) porque publica bajo una licencia Creative Commons 4.0 y la mayoría de los periódicos españoles y los portales de noticias científicas en internet suelen coger los artículos de SINC para informar al público. De forma análoga, para estimar el interés relativo en la investigación del microbioma en el contexto de toda la investigación biomédica se cuantificaron el número de artículos científicos sobre el microbioma y el número total de artículos científicos de biomedicina en la base de datos PubMed desde 2008 hasta 2018.

Para cuantificar el peso que tienen los diseños de los estudios del microbioma en la prensa en comparación con la literatura científica (PubMed), se seleccionaron las noticias del microbioma que citaban como mínimo un artículo científico publicado en una revista académica ($n = 361$). El diseño de los estudios del microbioma se puede ver como un indicador de su calidad científica y, por ende, de la confianza en sus

resultados. Por ejemplo, *a priori* los resultados de los estudios observacionales merecen menor confianza que los resultados de los ensayos clínicos aleatorizados.

Se adaptaron los criterios de Bartlett et al. (2002) y de Lai y Lane (2009) para categorizar el diseño de los estudios del microbioma citados en los periódicos y en PubMed. Las 6 categorías utilizadas fueron: 1) revisiones sistemáticas con o sin metanálisis de ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos; 2) ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos; 3) estudios observacionales en humanos (series de casos, estudios transversales, estudios de casos y controles, estudios de cohortes y revisiones sistemáticas de estudios que no sean ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos); 4) estudios medioambientales y en plantas; 5) estudios preclínicos o con animales y estudios *in vitro*, y 6) otros diseños (estudios de intervención sin aleatorización o sin grupo control, reportes de casos, revisiones narrativas, documentos de consenso e informes de comités de expertos).

En los Anexos 1 y 2 se detallan las ecuaciones de búsqueda y los filtros y los criterios utilizados en Factiva y PubMed para hacer las búsquedas de las noticias y los artículos científicos del microbioma, respectivamente, con el objetivo de poder replicar los resultados.

4.2. Características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista

Para el segundo objetivo de conocer algunas características de los artículos periodísticos del microbioma durante el periodo 2007-2019, se han seleccionado tres periódicos generalistas de calidad (*The New York Times*, *The Times* y *El País*). La decisión de excluir los periódicos económicos se debe a que el número de noticias anuales de la investigación en el microbioma que se publica en los periódicos económicos es baja (0-4 noticias) en comparación con los periódicos generalistas (5-10 noticias). Además, como el foco de la tesis es conocer el impacto de la investigación en el microbioma en la sociedad se han priorizado los periódicos generalistas. Por otro lado, mientras que el primer objetivo solo se centra en estudiar las noticias del microbioma que citan como mínimo un artículo científico, el segundo objetivo incluye el análisis de contenido de las noticias y los artículos de opinión, independientemente de que citen una publicación científica del microbioma. La muestra de estudio consistió en 467 artículos periodísticos (409 noticias y 58 artículos de opinión) (Figura 6).

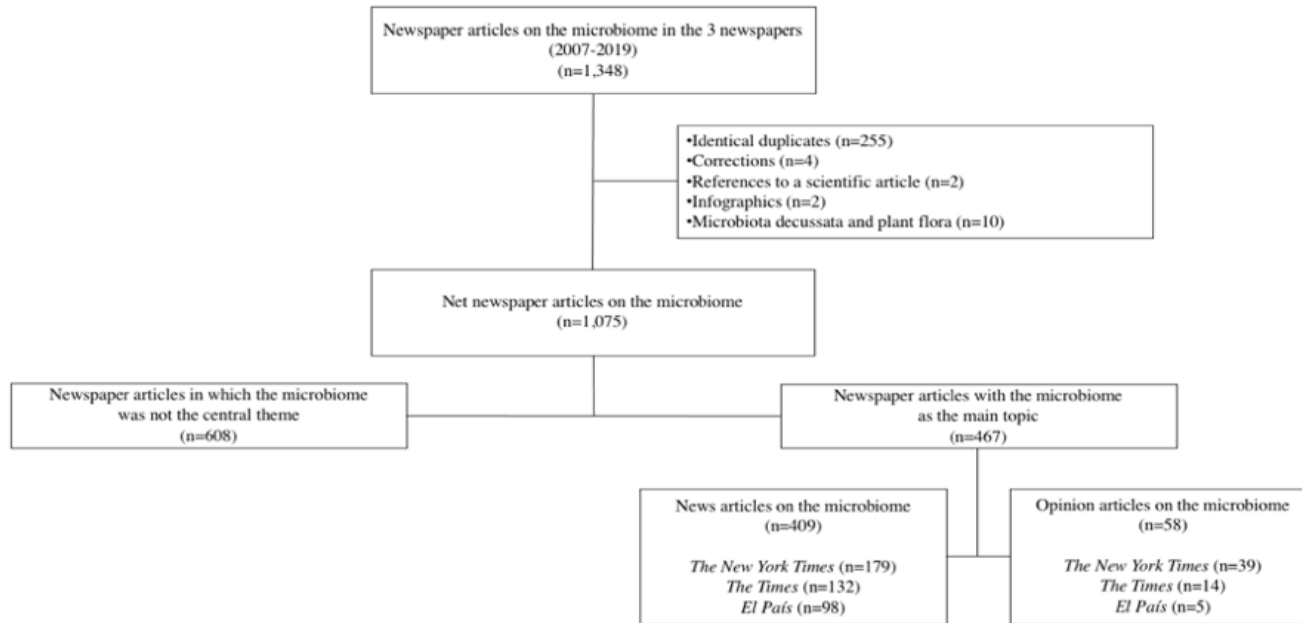


Figura 6. Diagrama de flujo de la obtención de los artículos periodísticos sobre el microbioma para el segundo objetivo de la tesis (Prados-Bo y Casino, 2022).

Las 5 características que se han analizado en cada artículo periodístico del microbioma se especifican en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables y categorías utilizadas en el análisis de contenido de cada artículo periodístico del microbioma (Prados-Bo y Casino, 2022).

| Field of analysis | Variables and description |
|------------------------------|--|
| Article type | <ul style="list-style-type: none"> • News articles • Opinion articles |
| Length of article | <ul style="list-style-type: none"> • Word count of each newspaper article: <ul style="list-style-type: none"> - Fewer than 300 words - Between 300 and 1000 words - 1000 words or more |
| Authorship | <ul style="list-style-type: none"> • Staff writers/freelance journalists who write regularly for the newspaper • News agencies • Subject-matter experts • Reader (letters) • Without authorship |
| Thematic focus | <ul style="list-style-type: none"> • Main categories^a: science; medicine; nutrition; business; legal/ethical • Subcategories^a: <ul style="list-style-type: none"> - Science: gastrointestinal tract microbiome; factors that affect the microbiome; built environment microbiome; microbiome's role in health and disease; skin microbiome; evolution of microbes; aquatic microbiome; antibiotic resistance; human milk microbiome; cancer - Medicine: gastrointestinal tract microbiome; hygiene hypothesis; probiotics; skin microbiome; antibiotic resistance; infections; obesity; factors that shape gut microbiome composition; fecal microbiota transplantation; mental health - Nutrition: dietary patterns' impact on the gut microbiome; fermented foods - Business: antibiotics; probiotics; fermented foods; fecal microbiota transplantation - Legal/ethical: probiotics; fecal microbiota transplantation |
| Microbiome media nationalism | <ul style="list-style-type: none"> Name of all researchers cited and their country of affiliation Name of public/academic institutions, government agencies, or pharmaceutical/food multinationals cited and their country of origin Name of academic journals cited and their country of origin Name of microbiome research projects cited and their country of origin |

^aThe categories and subcategories that have been used to measure this variable have been designed based on previous studies by [Costa \(2003\)](#), [Stulberg et al. \(2016\)](#), and [Huang et al. \(2019\)](#).

En los Anexos 1 y 3 se detallan las ecuaciones de búsqueda, los filtros y los criterios utilizados en Factiva, así como el proceso de obtener y clasificar las variables “tipo de artículo” y “foco temático” descritas en la Tabla 1 para cada artículo periodístico del microbioma, con el objetivo de garantizar la reproducibilidad de los resultados.

4.3. Certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet relacionados con las intervenciones dietéticas sobre el microbioma

El corpus para el estudio de la certeza de la evidencia de los mensajes de salud en internet sobre las intervenciones dietéticas para modificar el microbioma intestinal está compuesto por los 20 primeros resultados en Google.es de seis búsquedas sobre cada término de interés en español. La elección de los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos responde a dos motivos. En primer lugar, la mayoría de ellos (probióticos, yogur, kéfir, fibra y prebióticos) se han estudiado al menos en un ensayo clínico aleatorizado y controlado en humanos (véase 2.2. “Intervenciones dietéticas que pueden mejorar la salud influyendo sobre el microbioma intestinal”). En segundo lugar, se observó a través de un análisis en Google Trends que estos temas han despertado el interés de los consumidores a partir de 2010, mientras que su interés se ha mantenido relativamente estable entre 2019 y 2021 (véase 2.2. “Intervenciones dietéticas que pueden mejorar la salud influyendo sobre el microbioma intestinal”).

En línea con Neunez et al. (2020), se llevaron a cabo las búsquedas en <https://google.es> utilizando el navegador Google Chrome, y las frases para realizar las búsquedas se basaron en los datos de Google de autocompletar con AnswerThePublic (<https://answerthepublic.com/>). Esta herramienta ofrece alrededor de 200 propuestas de búsquedas a partir de la palabra clave escogida, que son las sugerencias que Google hace a los usuarios cuando teclean su búsqueda, basándose en el

volumen de búsquedas similares que otros usuarios han realizado. Las frases escogidas fueron las siguientes: “por que tomar probioticos”, “qué yogur tiene más probióticos”, “por que tomar kefir”, “por que tomar kombucha”, “fibra beneficios” y “que son prebioticos y para que sirven”. Las búsquedas se realizaron en agosto de 2021 en Tarragona, España. Se decidió escoger algunas palabras sin acentuar porque es el modo más habitual en que los usuarios hacen las búsquedas según Google Trends (<https://trends.google.es/trends/>) y, en consecuencia, el resultado obtenido sería lo que encontrarían más usuarios (en el Anexo 4 se incluye la popularidad relativa de los términos de búsqueda utilizados). Antes de empezar a hacer las búsquedas, se desconectó la sesión de cualquier cuenta de Google y se borraron los cachés y los historiales de navegación para limitar cualquier personalización de los resultados de búsqueda.

Dado que las búsquedas de información en internet de los usuarios generalmente se limitan a las 10-20 primeras páginas web encontradas con un buscador (Eysenbach y Köhler, 2002; Petrescu, 2014), se restringió la muestra de estudio a las 20 primeras páginas web devueltas por Google en sus páginas de resultados (SERP, *search engine result pages*). De acuerdo con estudios previos del análisis de la información en internet sobre intervenciones de salud (Alioshkin Cheneguín et al., 2020; Aslam et al., 2017; Cassa Macedo et al., 2019; Neunez et al., 2020; Rachul et al., 2020), se incluyeron todas las páginas web escritas en español que no necesitaran un registro para acceder y que proporcionaron información sobre las intervenciones de interés. Se excluyeron las páginas web que eran irrelevantes (aquellas en las que el

enfoque principal no era la intervención que se buscó), las páginas web que incluían solo contenido en vídeo, las tiendas *online* y los anuncios.

Se codificó el contenido de la página web vinculado a la dirección URL (*uniform resource locator*), pero no el contenido de otras páginas web al que se accedía a través de los hipervínculos insertados en la página web que se consultó. Se descargaron los textos de cada página web en forma de archivos individuales PDF, eliminando cualquier referencia a la fuente o los autores, y se codificó la página web en función de los tipos de web propuestos por Neunez et al. (2020): comercial, noticias, portales especializados en salud, profesionales, gobierno, organizaciones no profesionales, revistas académicas y otros (en el Anexo 5 se incluyen ejemplos de la clasificación de los tipos de páginas web).

Se codificaron los mensajes de salud relacionados con cada intervención (salud gastrointestinal, salud del sistema inmunitario, salud cardiovascular, cáncer, trastornos mentales, trastornos urogenitales y otros). “Otros” se categorizó cuando una página web mencionó que la intervención era útil para la salud en general (por ejemplo, utilizando frases generales tales como “ayuda a mantener la salud o la calidad de vida”, “controla el estrés”, “mejora el sueño”, etc.), la salud de la piel (incluyendo los productos cosméticos y los trastornos de la piel como el eczema y la psoriasis) y los trastornos respiratorios. Se codificaron las indicaciones específicas dentro de cada categoría general de mensajes de salud mencionadas en las páginas web. También se notificó cuando un artículo de una página web incluía una clara recomendación de consumir o evitar el alimento o el complemento alimenticio e incluía la recomendación de consultar a un profesional de la salud.

Para identificar qué mensajes de salud estaban respaldados por la evidencia de las revisiones sistemáticas, en diciembre de 2021 se realizó una búsqueda de las revisiones sistemáticas en PubMed y la Base de Datos Cochrane de Revisiones Sistemáticas que estudiaron cada intervención de interés. No se restringieron las búsquedas a las indicaciones de salud específicas que se mencionaban en las páginas web. Las búsquedas se llevaron a cabo después de registrar los beneficios para la salud de las intervenciones dietéticas con influencia sobre el microbioma que aparecían en las páginas web. Los dos autores que realizaron las búsquedas (Montserrat Rabassa y Andreu Prados) no se implicaron en el registro de los mensajes de salud que se mencionaban en las páginas web para que los resultados de la certeza de la evidencia encontrados no influyeran a la hora de codificar los mensajes de salud. Se escogieron las revisiones sistemáticas porque incluyen la recopilación y síntesis de toda la evidencia científica disponible que responde a una pregunta de investigación. Se seleccionaron las revisiones sistemáticas que evaluaron el efecto (efecto favorable/sin efecto/efecto incierto) y la certeza de la evidencia disponible mediante el sistema GRADE, que es una metodología establecida y reproducible ampliamente utilizada por organizaciones como la Organización Mundial de la Salud y la Colaboración Cochrane para clasificar la certeza de la evidencia para cada desenlace de interés como alta, moderada, baja o muy baja (véase el apartado 2.5. “Certeza de los resultados de la investigación sobre las intervenciones de salud”). Cuando se encontró más de una revisión sistemática para un mismo desenlace de salud, se priorizó la más reciente, y para dos revisiones sistemáticas publicadas el mismo año, se priorizó la revisión Cochrane (Rabassa et al., 2020). Si la certeza de la evidencia difería en los

desenlaces de salud relacionados con la misma intervención (por ejemplo, efecto de los probióticos para reducir la diarrea infecciosa aguda que dura más de 48 horas y la duración media de la diarrea en horas), se escogió la clasificación más baja de la certeza de la evidencia (Rabassa et al., 2020). Cuando la certeza para un desenlace no se informó, los resultados eran contradictorios o los efectos no se podían estimar, el efecto se codificó como incierto.

Debido a que se puede esperar un cierto grado de subjetividad a la hora de recoger las variables “mensajes de salud”, “recomendación de consumir/evitar el alimento o complemento alimenticio” y “recomendación de consultar a un profesional de la salud”, dos investigadores externos (Gonzalo Casino y Mireia Bosch) las recogieron por separado y el doctorando intervino para resolver los desacuerdos y llegar a un consenso.

4.4. Calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma

El corpus para el estudio de la calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma es el mismo que se ha utilizado para examinar la certeza de la evidencia de los mensajes de salud descrito en el apartado 4.3.

La calidad de la información de las páginas web sobre los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos se analizó en función de los siguientes 10 criterios seleccionados a partir de la primera revisión sistemática sobre la calidad de la información de las intervenciones de salud (Oxman et al., 2022) y otras dos publicaciones relevantes (Bosch et al., 2018; Schwitzer, 2008). Los criterios utilizados fueron los siguientes: 1) proporciona referencias o enlaces a publicaciones científicas; 2) explica las conclusiones de las publicaciones científicas; 3) cuantifica los efectos relativos; 4) cuantifica los efectos absolutos; 5) menciona algunas limitaciones de la investigación (por ejemplo, resultados preliminares, estudios pequeños, conflictos de intereses y resultados diferentes entre estudios); 6) discute la certeza de la evidencia (por ejemplo, lenguaje adecuado en función de si los estudios son observacionales o experimentales (Santesso et al., 2020); 7) informa sobre los potenciales efectos adversos; 8) informa sobre las alternativas disponibles; 9) discute los costes de la intervención, y 10) no argumenta basándose en experiencias personales o anécdotas. Para cada criterio, el contenido de cada página web se puntuó como “satisfactorio” o “insatisfactorio”.

Dos investigadores externos (Gonzalo Casino y Mireia Bosch) codificaron de forma independiente los 10 criterios de calidad para todas las páginas web de la muestra de estudio.

Las discrepancias en la codificación se resolvieron mediante una discusión con el doctorando de forma que el acuerdo final fue del 100 %. Como participaron dos codificadores que puntuaron la misma muestra, se utilizó el índice kappa de Cohen para calcular el grado de concordancia interobservador. Los datos se reportaron como el índice kappa y su intervalo de confianza del 95 %. Se consideró un índice kappa entre 0,41 y 0,60 como un acuerdo “moderado”; entre 0,61 y 0,80 como acuerdo “sustancial”, y entre 0,81 y 1,00 como acuerdo “casi perfecto” (Landis y Koch, 1977).

4.5. Análisis estadísticos

1) Procedimientos descriptivos

Se utilizó el test de Shapiro-Wilk para comprobar si los valores de las variables cuantitativas (numéricas) cumplían los criterios de normalidad o distribución normal. Si el nivel de significación era menor que 0.05 la distribución de la variable era no normal o asimétrica y si era mayor que 0.05 la distribución era normal o simétrica. Para las variables que seguían una distribución normal se utilizó la media y la desviación estándar, mientras que para las variables que no seguían una distribución normal se utilizó la mediana y el rango intercuartílico (percentiles 25 y 75 de la distribución). Para las variables categóricas o cualitativas se utilizaron las frecuencias absolutas y los porcentajes. Además, se describió el

porcentaje de cambio anual de las noticias y los artículos científicos del microbioma.

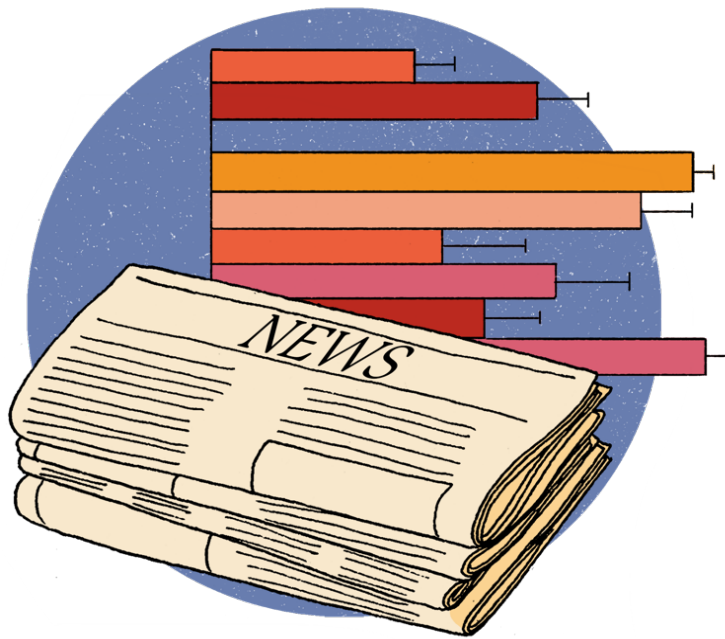
La comparación entre las variables cuantitativas se llevó a cabo mediante el test de Kruskal-Wallis (procedimiento no paramétrico) porque había más de dos grupos. Para comparar las variables cualitativas o categóricas se empleó el test de ji al cuadrado y se complementó con el test de Fisher porque es más preciso cuando el número de eventos esperado por nivel es pequeño.

2) Correlaciones

La correlación se utilizó para examinar la magnitud y la dirección de la asociación entre dos variables cuantitativas. Para cuantificar el grado de asociación se calculó el coeficiente de correlación de Pearson (paramétrico), una medida abstracta que no presenta unidades y que mide las asociaciones lineales. La escala en la que se mueve el coeficiente de correlación de Pearson (r) es entre -1 y +1, siendo 0 el valor nulo; es decir, no existe correlación. Además, el p valor está relacionado con el tamaño muestral pero no con el coeficiente de correlación.

El nivel de significación estadística se definió en 0,05 y el valor p se incluye en los resultados para cada comparación. Se utilizó la versión 3.5.2 del programa R (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) y la versión 4.7.0.0 del programa estadístico Joinpoint Regression para todos los análisis.

RESULTADOS



5. RESULTADOS

5.1. Impacto de la investigación del microbioma en la prensa generalista y económica

5.1.1. Noticias sobre el microbioma en la prensa generalista y económica

Durante el periodo 2007-2019, la prensa generalista (*The New York Times*, *The Times* y *El País*) y económica (*The Wall Street Journal*, *Financiaci3n Times* y *Expansi3n*) publicaron 518 noticias con el microbioma como tema central, de las cuales 361 citaron como m3nimo una publicaci3n cient3fica (286 en los peri3dicos generalistas y 75 en los peri3dicos econ3micos). La evoluci3n del n3mero de noticias de la investigaci3n en el microbioma en la prensa mostr3 un patr3n irregular, con un pico en 2008 y un aumento gradual a partir del a3o 2012, con picos en 2013, 2016 y 2018 (Figura 7A). Las noticias de la investigaci3n en el microbioma representaron un 77,9 % de todas las relativas al microbioma en *The New York Times*, un 74,1 % en *The Times* y un 78,6 % en *El Pa3s*. *The New York Times* mostr3 la cobertura m3s intensa sobre la investigaci3n del microbioma (10 noticias sobre publicaciones cient3ficas del microbioma cada a3o), seguido de *The Times* (7 noticias sobre publicaciones cient3ficas del microbioma cada a3o) y *El Pa3s* (5 noticias sobre publicaciones cient3ficas del microbioma cada a3o).

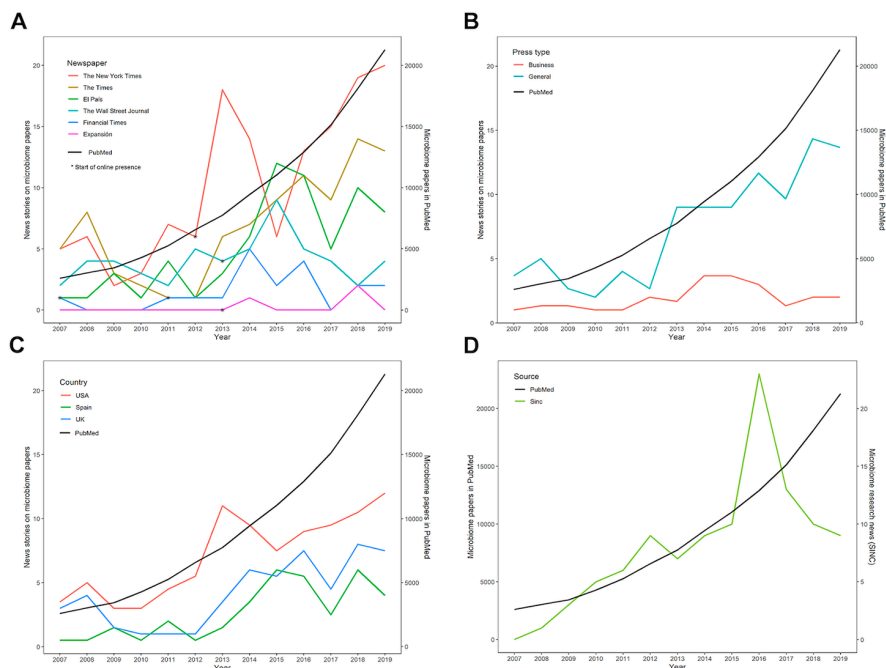


Figura 7. Evolución de las noticias en la prensa generalista y económica que citan al menos una publicación científica sobre el microbioma en comparación con PubMed. A) Periódicos individuales; B) Periódicos generalistas vs. económicos; C) Periódicos agrupados en función de su país de origen (Estados Unidos, Reino Unido y España); D) Noticias del microbioma/noticias de biomedicina publicadas por la agencia SINC (2008-2018) vs. artículos científicos del microbioma/artículos científicos de biomedicina en PubMed (2007-2019) (Prados-Bo y Casino, 2021).

En los periódicos económicos, las noticias sobre las publicaciones científicas del microbioma representaron un 56,4 % de todas las noticias del microbioma en *The Wall Street Journal*, un 52,8 % en *Financial Times* y un 18,8 % en *Expansión*. La cobertura de las noticias de investigación del microbioma en la prensa económica fue notablemente menor que en la prensa generalista, siendo *The Wall Street Journal* y *Financial Times* los dos periódicos con un mayor número de noticias sobre la investigación del microbioma (4 y 1 noticias sobre publicaciones científicas del microbioma cada año, respectivamente).

5.1.2. Correlación entre el interés científico y el interés periodístico en el microbioma

El interés científico en el microbioma creció gradualmente después del año 2007 y luego se aceleró alrededor de 2011 (Figura 7A-C). Además de por el alto volumen de noticias que citaban un artículo científico del microbioma respecto al total de noticias del microbioma, la intensa cobertura de la investigación del microbioma en la prensa se puso de manifiesto por la existencia de una asociación estadísticamente significativa entre el número de noticias que citaban al menos una publicación científica en los periódicos generalistas y el número de artículos científicos del microbioma en PubMed ($r = 0,91$, $p < 0,001$). La magnitud de esta asociación fue superior para los periódicos generalistas estadounidenses y británicos ($r = 0,85$; $p = 0,002$ y $r = 0,81$; $p = 0,001$, respectivamente) que para el periódico generalista español ($r = 0,75$; $p = 0,003$) (Tabla 2).

No se observó ninguna correlación entre las noticias de la investigación del microbioma en los periódicos económicos y el número de artículos científicos del microbioma en PubMed (Tabla 2).

Tabla 2. Número de noticias que citan al menos un artículo científico del microbioma, artículos científicos del microbioma y artículos científicos totales en PubMed, noticias del microbioma y de biomedicina publicadas por la agencia SINC y correlaciones entre ellos (Prados-Bo y Casino, 2021).

| | Annual cites from 2007 to 2019 | Cites in 2007 | Cites in 2019 | Average annual percentage change | Correlations with microbiome papers in PubMed ¹ (p-value) | Correlations with microbiome news published by SINC ^{1,2} (p-value) |
|---|--------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|--|--|
| Microbiome papers in PubMed | 9297.0 (6063.3) | 2600 | 21292 | 19.6% | - | 0.62 (0.023) |
| Biomedicine papers in PubMed | 1111673.6 (203280.1) | 785933 | 1397557 | 4.9% | - | - |
| Microbiome/biomedicine in PubMed | 0.8% | 0.4% | 1.4% | 9.6% | - | - |
| Microbiome news in SINC ² | 8.1 (5.9) | 0 | 9 | 24.8% | 0.62 (0.023) | - |
| Biomedicine news in SINC ² | 582.1 (81.1) | 666 | 447 | -3.7% | - | - |
| Microbiome/biomedicine in SINC ² | 1.6% | 0.2% | 2.2% | 19.5% | - | - |
| Total newspapers | 4.6 (4.9) | 2.3 (2.2) | 7.8 (7.5) | 13.9% | 0.88 (<0.001) | 0.66 (0.014) |
| Individual newspapers | | | | | | |
| <i>The New York Times</i> | 10.3 (6.4) | 5 | 20 | 16.0% | 0.83 (0.005) | 0.48 (0.095) |
| <i>The Times</i> | 6.8 (4.4) | 5 | 13 | 14.3% | 0.82 (0.005) | 0.47 (0.102) |
| <i>El País</i> | 5.1 (4.0) | 1 | 8 | 22.7% | 0.74 (0.004) | 0.71 (0.006) |
| <i>The Wall Street Journal</i> | 4.1 (1.8) | 2 | 4 | 2.9% | 0.14 (0.652) | 0.35 (0.236) |
| <i>Financial Times</i> | 1.5 (1.6) | 1 | 2 | 11.8% | 0.39 (0.177) | 0.58 (0.038) |
| <i>Expansión</i> | 0.2 (0.6) | 0 | 0 | 4.3% | 0.41 (0.166) | 0.11 (0.713) |
| Country | | | | | | |
| USA | 7.2 (5.6) | 3.5 (2.1) | 12.0 (11.3) | 12.0% | 0.85 (0.002) | 0.57 (0.039) |
| UK | 4.1 (4.2) | 3.0 (2.8) | 7.5 (7.8) | 14.5% | 0.81 (0.001) | 0.57 (0.042) |
| Spain | 2.7 (3.7) | 0.5 (0.7) | 4.0 (5.7) | 23.1% | 0.75 (0.003) | 0.68 (0.010) |
| Newspaper type | | | | | | |
| General newspaper | 7.4 (5.4) | 3.7 (2.3) | 13.7 (6.0) | 15.7% | 0.91 (<0.001) | 0.61 (0.024) |
| Business newspaper | 1.9 (2.1) | 1.0 (1.0) | 2.0 (2.0) | 7.2% | 0.39 (0.185) | 0.56 (0.043) |

Mean followed by the standard deviation in parentheses is indicated for microbiome/biomedicine papers in PubMed, microbiome/biomedicine news in SINC and news stories on microbiome papers in newspapers.

¹The numbers showed the Pearson correlation coefficient.

²News stories published by SINC were available from 2008 to 2018.

Significant p-values are highlighted in bold.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249835.t001>

5.1.3. Interés relativo de las noticias y los artículos científicos del microbioma en el contexto de la biomedicina

Se estima que la biomedicina representa la mitad del conjunto de la producción científica. Se cuantificó el peso relativo de las noticias y los artículos del microbioma respecto al total de las noticias y de los

artículos de biomedicina publicados por la agencia de noticias SINC y en PubMed, respectivamente. Las noticias publicadas por la agencia SINC que citaban el microbioma en el titular representaron un 1,6 % de todas las noticias de biomedicina publicadas durante 2008-2018 (con un aumento del 0,2 % al 2,2 %). En lo que respecta a la literatura científica, los artículos del microbioma representaron un 0,8 % de todos los artículos de biomedicina publicados en PubMed durante el mismo periodo de tiempo (con un aumento del 0,4 % al 1,4 %). El porcentaje de artículos científicos del microbioma respecto a los artículos científicos de biomedicina de PubMed y el porcentaje de las noticias del microbioma respecto al total de noticias de biomedicina publicadas por la agencia SINC aumentó de forma significativa año tras año, con un porcentaje de cambio anual del 9,6 % y del 19,5 %, respectivamente (Figura 7D y Tabla 2).

5.1.4. Diseños de los estudios sobre el microbioma recogidos en la prensa y PubMed

Las 361 noticias que citaron al menos un artículo científico del microbioma incluyeron la referencia a un total de 700 artículos científicos distintos, cada uno de los cuales se citó en al menos una noticia de uno de los seis periódicos generalistas y económicos estudiados. Algunos artículos científicos se citaron más de una vez en las noticias de los diferentes periódicos o del mismo periódico, lo que dio como resultado un total de 825 citas periodísticas de los 700 artículos científicos del microbioma. Generalmente, los artículos científicos se citaron en la prensa dentro de los 3 meses posteriores a su publicación (220/361, 60,9 %).

Se estudió el peso de los diferentes tipos de estudios del microbioma en la prensa como un indicador de su calidad científica y, por lo tanto, de la fiabilidad que el lector puede conferir a sus resultados y conclusiones, y se comparó con los datos de PubMed. La figura 8 ilustra la sobrerrepresentación (el porcentaje del diseño de estudios del microbioma en la prensa es superior al de PubMed) o la infrarrepresentación (el porcentaje del diseño de estudios del microbioma en la prensa es inferior al de PubMed) de los diseños de estudio del microbioma en la prensa generalista y económica representativa de las tres regiones del mundo de cobertura de la información biomédica.

Resultados

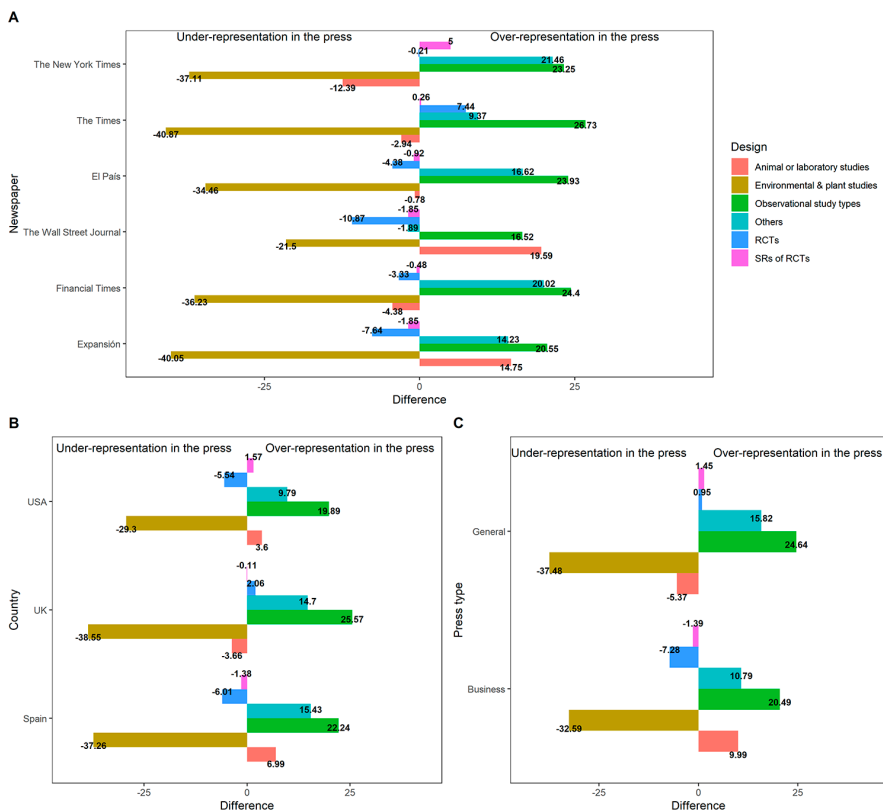


Figura 8. Diferencia porcentual entre los diseños de estudio del microbioma en la prensa y en PubMed. A) Periódicos individuales; B) Periódicos clasificados por países; C) Periódicos generalistas vs. económicos (Fuente: Prados-Bo y Casino, 2021).

La prensa generalista y la económica compartieron un patrón general caracterizado por una sobrerrepresentación de los estudios observacionales en humanos y una infrarrepresentación de los estudios medioambientales y en plantas. Sin embargo, las revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos, los ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos y los estudios de laboratorio y en animales tendieron a tener la misma representación en la prensa que en PubMed (Figura 8A y 8C).

No se encontraron diferencias en la representación de los diferentes diseños de estudio del microbioma en función de la nacionalidad del periódico (Figura 8B). A nivel particular es interesante destacar la sobrerrepresentación en 5 puntos de las revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos en *The New York Times*, y la sobrerrepresentación en 7 puntos de los ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos en *The Times* en comparación con PubMed. Los periódicos económicos mostraron un patrón de cobertura de los diseños de estudio del microbioma diferente al de los periódicos generalistas, dedicando en general un peso similar a los estudios observacionales en humanos y a los estudios de laboratorio y en animales (Figura 8A).

El peso de los diferentes diseños de estudios de los artículos científicos del microbioma disponibles en PubMed durante 2007 y 2019 fue el siguiente: un 1,8 % fueron revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos; un 10,9 % fueron ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos; un 8,5 % fueron estudios observacionales en humanos; un 46,5 % fueron estudios del medioambiente y en plantas; un 30,4 % fueron estudios de laboratorio o en animales, y un 1,9 % tuvieron otros diseños (véase 4.1.3. “Diseños de estudio de los artículos del microbioma en las noticias y PubMed”).

5.2. Características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista

5.2.1. Proporción de artículos de opinión sobre el conjunto de artículos periodísticos del microbioma

La mayoría de los artículos periodísticos del microbioma se presentaron en forma de noticia: 179 (82,1 %) en *The New York Times*, 132 (90,4 %) en *The Times* y 98 (95,2 %) en *El País* ($p < 0,001$). *The New York Times* fue el periódico que dedicó la mayor atención a los artículos de opinión del microbioma (tribunas, cartas al director y comentarios editoriales del periódico) (39; 17,9 %), seguido por *The Times* (14; 9,6 %) y *El País* (5; 4,9 %) ($p < 0,001$).

La ratio de artículos de opinión frente a artículos de información fue de 0,22 para *The New York Times* (2 artículos de opinión por cada 10 artículos de información); 0,11 para *The Times* (1 artículo de opinión por cada 10 artículos de información), y 0,05 para *El País* (1 artículo de opinión por cada 20 artículos de información (Tabla 3).

Tabla 3. Cobertura periodística, recuento de palabras y autoría de los artículos periodísticos del microbioma (Prados-Bo y Casino, 2022).

| Characteristic | Overall | <i>The New York Times</i> | <i>The Times</i> | <i>El País</i> | P-value* | |
|----------------|---------------------------|---------------------------|------------------|----------------|------------|------------------|
| Article type | News articles, n (%) | 409 (87.6%) | 179 (82.1%) | 132 (90.4%) | 98 (95.2%) | <0.001 |
| | Opinion articles, n (%) | 58 (12.4%) | 39 (17.9%) | 14 (9.6%) | 5 (4.9%) | <0.001 |
| Word count | <300 words | 71 (15.2%) | 26 (11.9%) | 39 (26.7%) | 6 (5.8%) | <0.001 |
| | 300–1000 words | 235 (50.3%) | 93 (42.7%) | 73 (50.0%) | 69 (67.0%) | 0.121 |
| | ≥1000 words | 161 (34.5%) | 99 (45.4%) | 34 (23.3%) | 28 (27.2%) | <0.001 |
| Authorship | Staff, n (%) | 380 (81.6%) | 181 (83.0%) | 116 (79.5%) | 83 (80.6%) | <0.001 |
| | News agencies, n (%) | 2 (0.4%) | 0 | 0 | 2 (1.9%) | - |
| | Experts, n (%) | 44 (9.4%) | 34 (15.6%) | 6 (4.1%) | 4 (3.9%) | <0.001 |
| | Reader, n (%) | 4 (0.9%) | 2 (0.9%) | 1 (0.7%) | 1 (1.0%) | 0.778 |
| | Without authorship, n (%) | 36 (7.7%) | 1 (0.5%) | 23 (15.8%) | 12 (11.7%) | <0.001 |

*Chi Square test between samples. Significant p-values are highlighted in bold.

5.2.2. Proporción de artículos largos y completos frente a artículos breves e incompletos del microbioma

La cobertura periodística del microbioma se presentó principalmente en forma de artículos extensos con más de 300 palabras para los tres periódicos durante 2007-2019 (396; 84,8 %). *The New York Times* fue el periódico con la proporción más alta de artículos del microbioma con una extensión de más de 1000 palabras (99; 45,4 %) ($p < 0,001$), mientras que en *The Times* y en *El País* la cobertura del microbioma fue principalmente en forma de artículos entre 300 y 1000 palabras (73; 50,0 % y 69; 67,0 %, respectivamente). *The Times* fue el periódico con la proporción más alta de artículos breves (con menos de 300 palabras) (39; 26,7 %) ($p < 0,001$) (Tabla 3).

5.2.3. Peso relativo de los artículos periodísticos sobre el microbioma firmados y anónimos

En total, 181 (83,0 %) artículos de *The New York Times*, 116 (79,5 %) de *The Times* y 83 (80,6 %) de *El País* fueron escritos por periodistas que trabajaban en el mismo periódico o periodistas *freelance* externos ($p < 0,001$). *The New York Times* fue el periódico con el número más alto de artículos sobre el microbioma escritos por expertos en el tema (34; 15,6 %), seguido por *The Times* (6; 4,1 %) y *El País* (4; 3,9 %) ($p < 0,001$). En *The New York Times*, los artículos escritos por expertos eran artículos de opinión; este periódico es el que presenta la proporción más alta de artículos escritos por expertos y de artículos de opinión. Por otro lado, *The Times* fue el periódico con el número más alto de artículos del microbioma anónimos (23; 15,8 %), seguido por *El País* (12; 11,7 %) y, en último lugar, por *The New York Times* (1; 0,5 %) ($p < 0,001$) (Tabla 3). Es notable destacar que los artículos sin autoría de *The Times* fueron precisamente los que presentaban una extensión más breve (61-257 palabras), mientras que esta tendencia no se observó en los de *El País*, cuyos artículos tenían una extensión promedio de 496 palabras.

5.2.4. Enfermedades e intervenciones relacionadas con el microbioma que tienen más eco en la prensa

Un patrón que se repitió en todos los periódicos fue la presencia de temas relacionados con la ciencia (195; 41,8 %), la medicina (193; 41,3 %) y la nutrición (54; 11,6 %) ($p < 0,001$). Sin embargo, no todos los temas mostraron una distribución homogénea durante el periodo de estudio. Los hallazgos de ciencia básica recibieron la mayor atención

mediática desde 2007 hasta 2015, mientras que los temas de medicina y nutrición lo hicieron desde 2016 hasta 2019. Los temas de negocio (15; 3,2 %) y legales/éticos (10; 2,1 %) relacionados con el microbioma son los que atraeron el menor interés de los periódicos ($p < 0,001$) (Figura 9).



Figura 9. Distribución del número de artículos periodísticos sobre el microbioma en función de su foco temático (Prados-Bo y Casino, 2022).

Los 10 temas científicos que más se discutieron en todos los periódicos fueron el microbioma intestinal (61; 29,0 %); los factores que afectan el microbioma (incluyendo la dieta, el tipo de parto y los antibióticos) (25; 12,0 %); el microbioma del medioambiente (14; 7,0 %); el papel que juegan los microorganismos en el equilibrio de los ecosistemas (11; 5,0 %); el microbioma de la piel (11; 5,0 %); el origen evolutivo de los microorganismos (10; 5,0 %); el microbioma acuático (10; 5,0 %); la resistencia a los antibióticos (9; 4,0 %); el microbioma de la leche materna (5; 2,0 %), y los mecanismos a través de los cuales las bacterias intestinales afectan el desarrollo del cáncer (5; 2,0 %).

Por otro lado, los 10 temas médicos que más se discutieron fueron el microbioma intestinal (22; 11,0 %); la hipótesis de la higiene (17; 9,0 %) ³; los probióticos para la prevención o el tratamiento de enfermedades digestivas y extradigestivas (16; 8,0 %); el papel del microbioma de la piel en la salud y las enfermedades de la piel (14; 7,0 %); la resistencia antimicrobiana mediada por el microbioma (13; 7,0 %); las infecciones desencadenadas por un sobrecrecimiento de las bacterias intestinales (12; 6,0 %); el papel del microbioma intestinal en la obesidad (12; 6,0 %); los factores que afectan en la composición del microbioma intestinal (10; 5,0 %); el trasplante de microbiota fecal para tratar la infección recurrente por *C. difficile* (8; 4,0 %), y el eje microbioma-intestino-cerebro (5; 3,0 %).

Los temas de nutrición más mencionados fueron el impacto de la dieta y de los nutrientes en el microbioma intestinal (30; 55,6 %) y las propiedades nutricionales y los beneficios para la salud de los alimentos fermentados (19; 35,2 %).

³ La hipótesis de la higiene excesiva, también llamada de la microbiota o del origen de la salud y la enfermedad en edad temprana, sugiere que la reducción del contacto con los microorganismos en los países occidentales debido a los antibióticos y la higiene excesiva ha contribuido al descenso en la frecuencia de infecciones (hepatitis A, tuberculosis, sarampión, paperas, etc.), pero en paralelo es la principal responsable del aumento actual de las enfermedades relacionadas con el sistema inmunitario (alergias, asma, enfermedad inflamatoria intestinal, etc.).

5.2.5. Sesgo nacionalista en el periodismo sobre el microbioma

La mayoría de los investigadores citados en los artículos periodísticos sobre el microbioma eran de la misma nacionalidad que el periódico. Los 5 investigadores más citados en *The New York Times* y *The Times* pertenecían a organizaciones americanas y británicas, respectivamente. El investigador más citado en *El País* fue Francisco Guarner, que trabaja en una institución española, mientras que los otros investigadores estaban distribuidos de forma uniforme entre instituciones de Estados Unidos, otros países euroamericanos y el resto del mundo (Tabla 4).

Tabla 4. Los 5 principales investigadores y organizaciones citados en los periódicos de estudio (2007-2019) y su nacionalidad (Prados-Bo y Casino, 2022).

| Characteristic | Overall | <i>The New York Times</i> | <i>The Times</i> | <i>El País</i> |
|-----------------------------------|--|--|---|---|
| Researchers, nationality, n (%) | Martin J. Blaser, USA, 17 (3.6%) | Martin J. Blaser, USA, 15 (6.9%) | Tim Spector, UK, 11 (7.5%) | Francisco Guarner, other Euro-American countries (Spain), 7 (6.8%) |
| | Jeffrey I. Gordon, USA, 16 (3.4%) | David A. Relman, USA & rest of the world (Bangladesh), 12 (5.5%) | Glenn Gibson, UK, 7 (4.8%) | José Clemente, USA, 6 (5.8%) |
| | Tim Spector, UK, 13 (2.8%) | Jeffrey I. Gordon, USA, 11 (5.0%) | Megan Rossi, UK, 7 (4.8%) | Jeffrey I. Gordon, USA, 4 (3.9%) |
| | David A. Relman, USA & rest of the world (Bangladesh), 12 (2.6%) | Alexander Khoruts, USA, 10 (4.6%) | Catherine Collins, UK, 4 (2.7%) | Daniel Ramón, other Euro-American countries (Spain), 3 (2.9%) |
| | Jack Gilbert, USA, 11 (2.4%) | Jack Gilbert, USA, 9 (4.1%) | Jeremy Nicholson, UK, 4 (2.7%) | Eran Elinav, other Euro-American countries (Germany) and rest of the world (Israel), 3 (2.9%) |
| Organizations, nationality, n (%) | Food and Drug Administration, USA, 41 (8.8%) | Food and Drug Administration, USA, 34 (15.6%) | King's College London, UK, 20 (13.7%) | Spanish National Research Council, other Euro-American countries (Spain), 15 (14.6%) |
| | Harvard University, USA, 36 (7.7%) | Harvard University, USA, 24 (11.0%) | National Health Service, UK, 18 (12.3%) | Harvard University, USA, 6 (5.8%) |
| | New York University, USA, 28 (6.0%) | New York University, USA, 24 (11.0%) | Imperial College London, UK, 10 (6.8%) | Mount Sinai Hospital, USA, 6 (5.8%) |
| | National Institutes of Health, USA, 27 (5.8%) | Stanford University, USA, 24 (11.0%) | University of Reading, UK, 8 (5.5%) | University of Valencia, other Euro-American countries (Spain), 6 (5.8%) |
| | Stanford University, USA, 25 (5.4%) | National Institutes of Health, USA, 22 (10.1%) | Cornell University, USA, 6 (4.1%) | Vall d'Hebron Hospital, other Euro-American countries (Spain), 6 (5.8%) |

De la misma forma, todos los periódicos mostraron una preferencia por cubrir las noticias de las organizaciones de su misma nacionalidad, que consistieron principalmente en instituciones públicas y académicas y agencias gubernamentales. Mientras que *The New York Times* cubrió el trabajo de las agencias gubernamentales en las posiciones primera y quinta (la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos y los Institutos Nacionales de la Salud, respectivamente), *The Times* priorizó el Servicio Nacional de Salud en segunda posición. Además, la primera organización más citada por *El País* fue el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, mientras que las demás organizaciones citadas estuvieron repartidas entre organizaciones de Estados Unidos y España (Tabla 4).

La presencia de multinacionales farmacéuticas y de alimentación en los artículos periodísticos del microbioma fue escasa (aparecieron en menos del 3 % de los artículos totales en las categorías de economía y nutrición).

Los artículos científicos del microbioma citados en la prensa procedían principalmente de las revistas *Nature* (31; 6,6 %), *Science* (31; 6,6 %) y *The New England Journal of Medicine* (20; 4,3 %). *The New York Times* y *The Times* mostraron una preferencia doméstica por sus respectivas revistas nacionales. *Science* (19; 8,7 %) y *The New England Journal of Medicine* (15; 6,9 %) fueron, respectivamente, la primera y tercera revistas más citadas en *The New York Times*, mientras que *Nature* (6; 4,1 %) y *The British Medical Journal* (4; 2,7 %) fueron las dos revistas más citadas en *The Times*. *El País* mostró un equilibrio entre las revistas americanas y británicas (Tabla 5).

Tabla 5. Las 5 principales revistas citadas en los periódicos de estudio (2007-2019) y su nacionalidad (Prados-Bo y Casino, 2022).

| Overall | <i>The New York Times</i> | <i>The Times</i> | <i>El País</i> |
|---|---|---|---|
| <i>Nature</i> , UK, 31 (6.6%) | <i>Science</i> , USA, 19 (8.7%) | <i>Nature</i> , UK, 6 (4.1%) | <i>Nature</i> , UK, 9 (8.7%) |
| <i>Science</i> , USA, 31 (6.6%) | <i>Nature</i> , UK, 16 (7.3%) | <i>The BMJ</i> , UK, 4 (2.7%) | <i>Science</i> , USA, 9 (8.7%) |
| <i>The New England Journal of Medicine</i> , USA, 20 (4.3%) | <i>The New England Journal of Medicine</i> , USA, 15 (6.9%) | <i>Cell</i> , USA, 4 (2.7%) | <i>PNAS</i> , USA, 4 (3.9%) |
| <i>Cell</i> , USA, 16 (3.4%) | <i>Cell</i> , USA, 10 (4.6%) | <i>Gut (BMJ Journal)</i> , UK, 4 (2.7%) | <i>Microbiome</i> , UK, 3 (2.9%) |
| <i>Nature Medicine</i> , UK, 13 (2.8%) | <i>Nature Medicine</i> , UK, 6 (2.8%) | <i>Nature Medicine</i> , UK, 4 (2.7%) | <i>Nature Communications</i> , UK, 3 (2.9%) |

Dentro de los artículos periodísticos que citaron un proyecto de investigación del microbioma, el Proyecto Microbioma Humano (Human Microbiome Project) fue el más mencionado en todos los periódicos (25; 39,1 %), seguido del Proyecto Americano del Intestino (American Gut Project) (6; 9,4 %) y el Proyecto Británico del Intestino (British Gut Project) (5; 7,8 %).

5.3. Certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet relacionados con las intervenciones dietéticas sobre el microbioma

Después de excluir 6 páginas web (3 webs irrelevantes, 1 web con contenido en vídeo y 2 webs de tiendas *online*), se incluyeron un total de 114 páginas web para el análisis de contenido. Los dos tipos principales de páginas web fueron comerciales (23,7 %, 27/114) y de noticias (23,7 %, 27/114), seguidas de webs profesionales (hospitales,

universidades y profesionales de la salud) (14,0 %, 16/114) y portales especializados en salud (12,3 %, 14/114). El resto de las páginas web representó menos del 10 % del total de páginas incluidas. Cinco páginas web correspondían a publicaciones científicas relacionadas con la fibra (2,6 %, 3/114) y los prebióticos (1,8 %, 2/114).

5.3.1. Mensajes de salud alineados con la evidencia de las revisiones sistemáticas

Todas las páginas web discutieron las seis intervenciones dietéticas en relación con al menos un mensaje de salud. En total, se detectaron 133 beneficios para la salud diferentes debidos al hecho de tomar probióticos, yogur, kéfir, kombucha, fibra o prebióticos (véase el Anexo 6 para la lista completa). El motivo más frecuente que se mencionaba para comer el alimento o tomar el complemento alimenticio fue revertir un microbioma intestinal alterado (situación conocida como disbiosis) fruto de una dieta desequilibrada, estrés, un tratamiento con antibióticos o una enfermedad. Las cuatro categorías principales de mensajes de salud con mayor cobertura en internet para las intervenciones dietéticas fueron la salud gastrointestinal (86,0 %, 98/114), el mantenimiento o mejora de la salud sin incluir una mención a un síntoma o enfermedad específica (“Otros”) (57,9 %, 66/114), la salud cardiovascular (53,5 %, 61/114) y la salud del sistema inmunitario (incluye las infecciones, las alergias y el mensaje general de “mejora/refuerza las defensas”) (50,9 %, 58/114).

Los mensajes de salud relacionados con el sistema inmunitario para el kéfir estaban sobrerrepresentados en comparación con la fibra ($p = 0,008$). Para la fibra, la sobrerrepresentación de los mensajes de salud relacionados con las enfermedades cardiovasculares fue superior y estadísticamente significativa en comparación con los probióticos ($p = 0,004$), y la sobrerrepresentación de los mensajes de salud relacionados con el cáncer fue superior y estadísticamente significativa en comparación con los probióticos ($p = 0,009$) y los prebióticos ($p = 0,044$). La sobrerrepresentación de los mensajes de salud generales ('Otros') para la kombucha fue superior y estadísticamente significativa comparada con la fibra ($p = 0,002$) y los prebióticos ($p = 0,016$) (Figura 10).

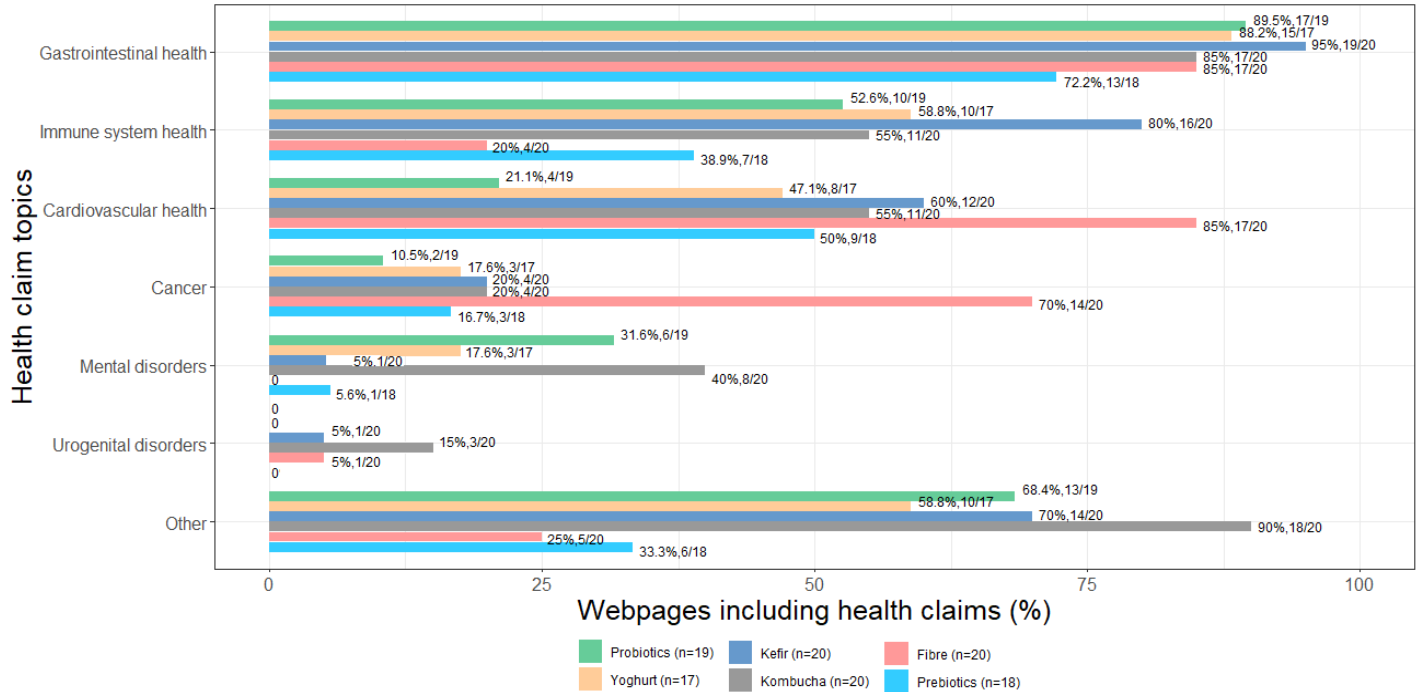


Figura 10. Mensajes de salud difundidos en internet para los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos (Prados-Bo et al., 2022).

De los 133 mensajes de salud, solo la mitad (52,6 %, 70/133) se alinearon con la evidencia de las revisiones sistemáticas. Los probióticos (54,7 %, 29/53), el yogur (42,6 %, 20/47) y la fibra (37,1 %, 13/35) tuvieron el mayor número de mensajes de salud respaldados por la evidencia científica de las revisiones sistemáticas. Ninguno de los 55 mensajes de salud de la kombucha estuvo respaldado por la evidencia de las revisiones sistemáticas (Figura 11).

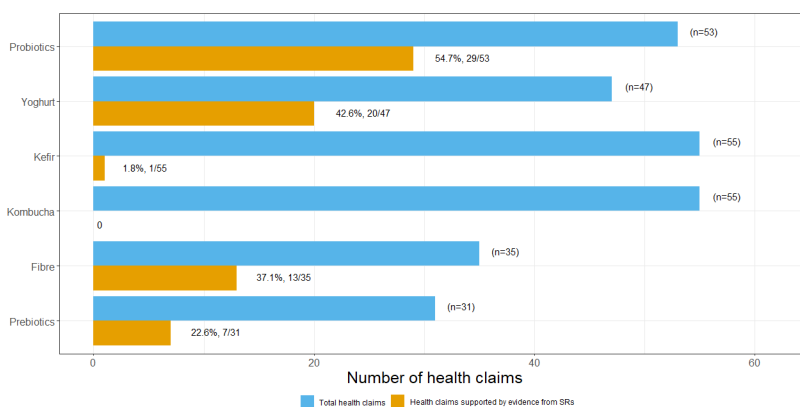


Figura 11. Número de mensajes de salud de los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos respaldados o no por la evidencia de las revisiones sistemáticas (Prados-Bo et al., 2022).

5.3.2. Certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet relacionados con los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos

Los mensajes de salud que aparecieron en el mayor número de páginas web no fueron necesariamente los que contaban con la certeza de la evidencia más alta (Figura 12).

En el contexto de la salud gastrointestinal, la certeza de la evidencia más alta se encontró en los relativos a la prevención de la diarrea asociada a antibióticos para los probióticos y el yogur (certeza de la evidencia moderada) y la prevención y el tratamiento de la diarrea infecciosa y la encefalopatía hepática para los prebióticos (certeza de la evidencia moderada). La prevención de la otitis aguda media fue el mensaje de salud relacionado con el sistema inmunitario respaldado por una certeza de la evidencia moderada para los probióticos y el yogur. La fibra fue la intervención con el número más alto de mensajes de salud apoyados por una certeza de la evidencia alta (reducción de los niveles de colesterol y triglicéridos) y moderada (reducción de la obesidad, diabetes tipo 2, mortalidad por enfermedades cardiovasculares, hipertensión, incidencia de enfermedad coronaria e incidencia de cáncer colorrectal) (Figura 12).

Resultados

| Topic | Health claim | # webs | Effect* | Certainty* | Topic | Health claim | # webs | Effect* | Certainty* |
|-------------------------------|-------------------------------|--------|---------|------------|----------------------------|-----------------------------|--------|---------|------------|
| Probiotics^a | | | | | Yoghurt^b | | | | |
| Gastro | Antibiotic-assoc. diarrhoea | 15 | + | Moderate | Gastro | Infectious diarrhoea | 6 | ? | Very low |
| Gastro | Irritable bowel syndrome | 13 | 0 | Low | Gastro | Constipation ^b | 5 | + | Low |
| Gastro | Infectious diarrhoea | 11 | ? | Very low | Gastro | Antibiotic-assoc. diarrhoea | 4 | + | Moderate |
| Gastro | Ulcerative colitis | 8 | ? | Very low | Gastro | Irritable bowel syndrome | 3 | 0 | Low |
| Gastro | Constipation ^b | 7 | + | Low | Gastro | Abdominal distension | 2 | 0 | Low |
| Gastro | Crohn's disease | 5 | 0 | Very low | Gastro | Ulcerative colitis | 1 | ? | Very low |
| Gastro | Abdominal distension | 4 | 0 | Low | Gastro | Crohn's disease | 1 | 0 | Very low |
| Gastro | Necrotising enterocolitis | 4 | + | Moderate | Gastro | Necrotising enterocolitis | 1 | + | Moderate |
| Gastro | Infantile colic | 3 | + | Low | Immune | Otitis | 3 | + | Moderate |
| Gastro | Pouchitis | 3 | ? | Very low | Immune | Allergies | 1 | 0 | Very low |
| Gastro | Non-alcoholic fatty liver | 2 | ? | Very low | Cardio | Obesity | 6 | 0 | Very low |
| Gastro | Tooth decay | 2 | + | Low | Cardio | Hypertension | 2 | + | Very low |
| Gastro | Periodontal disease | 2 | ? | Very low | Mental | Anxiety | 2 | ? | Very low |
| Gastro | <i>C. difficile</i> diarrhoea | 1 | + | Low | Mental | Depression | 2 | ? | Very low |
| Gastro | Hepatic encephalopathy | 1 | + | Low | Mental | Alzheimer's disease | 1 | 0 | Very low |
| Immune | Allergies | 7 | 0 | Very low | Other | Stress | 1 | 0 | Very low |
| Immune | Vulvovaginal candidiasis | 7 | + | Very low | Other | Abdominal pain | 1 | 0 | Low |
| Immune | Urinary tract infections | 6 | 0 | Low | Other | Upper respir. infections | 1 | + | Very low |
| Immune | Otitis | 3 | + | Moderate | Other | Cystic fibrosis | 1 | 0 | Low |
| Cardio | Obesity | 2 | 0 | Very low | Other | Reduction blood urea | 1 | + | Very low |
| Cardio | Hypertension | 2 | + | Very low | Kefir | | | | |
| Cardio | Gestational diabetes | 1 | 0 | Low | Gastro | Ulcerative colitis | 3 | ? | Very low |
| Mental | Anxiety | 4 | ? | Very low | Fibre | | | | |
| Mental | Depression | 3 | ? | Very low | Gastro | Constipation | 17 | + | Low |
| Other | Eczema | 5 | ? | Very low | Gastro | Ulcerative colitis | 1 | ? | Very low |
| Other | Upper respir. infections | 6 | + | Very low | Gastro | Crohn's disease | 1 | ? | Very low |
| Other | Stress | 2 | 0 | Very low | Cardio | Cholesterol reduction | 17 | + | High |
| Other | Asthma | 1 | 0 | Very low | Cardio | Glycaemic control | 17 | + | Low |
| Other | Mastitis | 1 | ? | Low | Cardio | Obesity | 15 | + | Moderate |
| Prebiotics | | | | | Cardio | Type 2 diabetes | 5 | + | Moderate |
| Gastro | Constipation ^b | 11 | + | Low | Cardio | Cardiovascular mortality | 3 | + | Moderate |
| Gastro | Infectious diarrhoea | 6 | + | Moderate | Cardio | Triglyceride reduction | 3 | + | High |
| Gastro | Hepatic encephalopathy | 3 | + | Moderate | Cardio | Hypertension | 2 | + | Moderate |
| Gastro | Non-alcoholic fatty liver | 2 | ? | Very low | Cardio | Coronary heart disease | 1 | + | Moderate |
| Gastro | Radiotherapy diarrhoea | 1 | ? | Uncertain | Cancer | Colorectal cancer | 12 | + | Moderate |
| Immune | Allergies | 1 | 0 | Very low | Other | Anti-inflammatory | 2 | + | Moderate |
| Other | Eczema | 1 | 0 | Uncertain | | | | | |

Figura 12. Efecto y certeza de la evidencia en las revisiones sistemáticas que respaldan los mensajes de salud en internet de los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos (Prados-Bo et al., 2022).

5.4. Calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas sobre el microbioma

5.4.1. Estimación de la calidad de las páginas web mediante 10 criterios de calidad

La Tabla 6 muestra la puntuación de los 10 criterios de calidad para las diferentes intervenciones. Mientras que el 39,5 % de todas las páginas web proporcionaron las referencias o los enlaces a las publicaciones científicas, solo menos de una cuarta parte (18,4 %, 21/114) explicaron de forma adecuada las conclusiones de los artículos científicos.

La mayoría de las páginas web utilizaron descripciones verbales para explicar los beneficios para la salud de la intervención y no cuantificaron los efectos. Solo un 7,9 % (9/114) de las webs cuantificaron los efectos relativos, incluyendo las cinco páginas web de revistas científicas, de las cuales solo dos reportaron los efectos absolutos.

Tabla 6. Páginas web sobre probióticos, yogur, kéfir, kombucha, fibra y prebióticos que cumplen cada criterio de calidad de la información (Prados-Bo et al., 2022).

| Quality criteria | All web pages (%) n=114 | Probiotics (%) n=19 | Yoghurt (%) n=17 | Kefir (%) n=20 | Kombucha (%) n=20 | Fibre (%) n=20 | Prebiotics (%) n=18 |
|--|-------------------------|---------------------|------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------------|
| 1. Provides references or links to scientific publications. | 45 (39.5) | 11 (57.9) | 5 (29.4) | 6 (30.0) | 5 (25.0) | 9 (45.0) | 9 (50.0) |
| 2. Explains conclusions of scientific publications. | 21 (18.4) | 5 (26.3) | 3 (17.7) | 4 (20.0) | 2 (10.0) | 4 (20.0) | 3 (16.7) |
| 3. Quantifies relative effects. | 9 (7.9) | 1 (5.3) | 1 (5.9) | 2 (10.0) | 1 (5.0) | 3 (15.0) | 2 (11.1) |
| 4. Quantifies absolute effects. | 2 (1.8) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (5.0) | 1 (5.6) |
| 5. Acknowledges some research limitations. | 33 (28.9) | 8 (42.1) | 6 (35.3) | 3 (15.0) | 3 (15.0) | 6 (30.0) | 7 (38.9) |
| 6. Generally discusses certainty of evidence. | 18 (15.8) | 5 (5.9) | 1 (5.9) | 1 (5.0) | 4 (20.0) | 3 (15.0) | 4 (22.2) |
| 7. Reports potential harms. | 48 (42.1) | 5 (26.3) | 1 (5.9) | 12 (60.0) | 13 (65.0) | 11 (55.0) | 6 (33.3) |
| 8. Reports on available alternatives. | 49 (43.0) | 14 (73.7) | 8 (47.1) | 7 (35.0) | 1 (5.0) | 6 (30.0) | 13 (72.2) |
| 9. Discusses intervention costs. | 4 (3.5) | 2 (10.5) | 1 (5.9) | 0 | 1 (5.0) | 0 | 0 |
| 10. Does not argue based on personal experiences or anecdotes. | 113 (99.1) | 18 (94.7) | 17 (100.0) | 20 (100.0) | 18 (90.0) | 20 (100.0) | 20 (100.0) |

En conjunto, solo un tercio de las páginas web (28,9 %, 33/114) mencionaron algunas de las limitaciones de los resultados de investigación. Las limitaciones incluyeron, por ejemplo, hacer referencia a que la investigación que apoya los beneficios para la salud se encuentra en etapas iniciales; indicar que el alimento o el complemento alimenticio puede mejorar una condición para un grupo limitado de personas en determinadas circunstancias, pero no se puede extrapolar a otras personas debido a la pequeña muestra estudiada; abordar los conflictos de intereses de los investigadores, o destacar las discrepancias entre los estudios que implican que la intervención no se puede recomendar de forma generalizada para todas las indicaciones de salud, entre otras.

Solo el 15,8 % de las páginas web (18/114) incluyeron una discusión general sobre la certeza de la evidencia que respaldaba los beneficios de la intervención a través de un lenguaje apropiado en función de si el diseño de estudio era observacional (por ejemplo, utilizando frases de precaución tales como “los resultados sugieren” y verbos condicionales) o experimental (por ejemplo, utilizando verbos que indican causalidad tales como “provoca”, “reduce” o “aumenta”). Otras formas de comunicar de forma adecuada la certeza de la evidencia incluyeron la referencia a que los efectos para la salud no eran definitivos o a que se necesitaban más estudios antes de poder concluir que la intervención era efectiva en el contexto de una indicación de salud en particular. Había páginas web que utilizaron un lenguaje de incertidumbre, empleando expresiones como “Los beneficios para la salud de los probióticos y los prebióticos no se han probado de forma concluyente”, “Hasta ahora, la ciencia desconoce cuáles son los componentes del kéfir

responsables de sus efectos saludables” o “No hay pruebas suficientes de que el té kombucha sea tan bueno para la salud como algunos dicen”.

Solo el 42,1 % de las páginas web mencionaron o discutieron de forma adecuada los efectos perjudiciales de la intervención. Los perjuicios se reportaron en más de la mitad de las webs de la kombucha (65,0 %, 13/20), el kéfir (60,0 %, 12/20) y la fibra (55,0 %, 11/20), pero solo en una cuarta parte de las páginas web de probióticos (26,3 %, 5/19). De forma similar, menos de la mitad de todas las webs (43,0 %, 49/114) informaron sobre las posibles alternativas a la intervención principal, ya sea en forma de alimento o de complemento alimenticio. La información sobre el coste de la intervención solo aparecía en el 3,5 % (4/114) de los casos.

5.4.2. Diferencias en la calidad de la información en función del tipo de intervención y del tipo de página web

Después de evaluar la calidad de la información de las páginas web aplicando los 10 criterios descritos en el apartado 4.4. “Calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma”, se obtuvo una puntuación global de calidad entre 0 y 10 para todas las páginas web.

La Figura 13 muestra la mediana de la puntuación global de calidad en función de la intervención y del tipo de página web. La mediana de la puntuación global de calidad de las intervenciones fue de 3, rango intercuartílico [2, 4] y no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las intervenciones. Las páginas web de las revistas

científicas tuvieron la puntuación global de calidad más alta de todas las intervenciones, con una mediana significativamente superior a la de las webs comerciales ($p = 0,009$), los portales especializados en salud ($p = 0,030$), las páginas web de noticias ($p = 0,026$) y las páginas profesionales ($p = 0,026$).

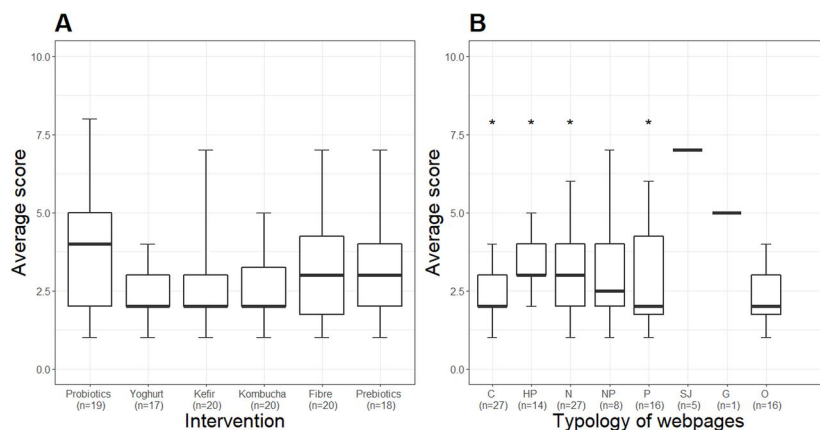


Figura 13. Puntuación global de calidad de la información en función del tipo de intervención (A) y del tipo de página web (B). Los datos se reportan como mediana y rango intercuartílico. C, comercial; HP, portales especializados en salud; N, noticias; NP, organizaciones no profesionales; P, profesionales; SJ, revistas científicas; G, gobierno; O, otros. * $p < 0,05$ vs. revistas científicas aplicando un test de Kruskal-Wallis (Prados-Bo et al., 2022).

5.4.3. Recomendaciones de salud en las páginas web

Algunas webs comerciales (19,3 %, 22/114), portales especializados en salud (9,6 %, 11/114), noticias (7,0 %, 8/114) y páginas web profesionales (6,1 %, 7/114), además de informar sobre las propiedades saludables de la intervención, incluyeron una recomendación directa de consumir el alimento o el complemento alimenticio. Las páginas web que informaron sobre los posibles efectos negativos de la intervención

también recomendaron no consumir el alimento o el complemento alimenticio bajo circunstancias específicas, por ejemplo, evitar los probióticos en personas inmunocomprometidas o con una disfunción pancreática. La recomendación de consultar a un profesional de la salud se incluyó en una tercera parte de todas las páginas web (28,1 %, 32/114).

Mientras que para el criterio de mencionar algunas de las limitaciones de los artículos científicos la concordancia inter-observador fue del 56 %, con un índice kappa de Cohen de 0,253 (intervalo de confianza del 95 %: 0,095-0,411), para el resto de variables la concordancia inter-observador fue superior al 70 %, con un índice kappa de Cohen entre 0,420 (intervalo de confianza del 95 %: 0,234-0,605) y 0,929 (intervalo de confianza del 95 %: 0,849-1,008), demostrando así un acuerdo de “moderado” a “casi perfecto” (véase 4.4. “Calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma” para los fundamentos de este índice para medir el nivel de acuerdo entre dos evaluadores y la interpretación de los valores del índice kappa de Cohen) (véase el Anexo 7 para los resultados de la concordancia inter-observador en todas las variables de estudio).

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN



6. Discusión, conclusiones y futuras líneas de investigación

6.1. Discusión

6.1.1. Impacto de la investigación del microbioma en la prensa generalista y económica

El aumento en el número de artículos científicos del microbioma en PubMed durante el periodo 2007-2019 se ha traducido en un aumento del interés de la prensa generalista (un promedio de 7 noticias cada año) y económica (un promedio de 2 noticias cada año) en la investigación del microbioma. El primer pico del número de noticias sobre la investigación en el microbioma en la prensa generalista en el año 2008 se explica porque fue durante este año cuando se lanzaron los primeros proyectos de investigación del microbioma a gran escala, como el Proyecto Microbioma Humano de los Institutos Nacionales de la Salud de Estados Unidos, el Proyecto MetaHIT de la Comisión Europea y la Iniciativa Canadiense del Microbioma, entre otros (Stulberg et al., 2016). La consiguiente publicación de los principales hallazgos científicos 5 años después en las revistas científicas dio lugar a un aumento del interés de los periódicos en el microbioma (National Human Genome Research Institute, 2014). El aumento de las noticias sobre la investigación en el microbioma observado en el 2013 también reflejó el lanzamiento de la segunda ola de proyectos de investigación del microbioma, incluyendo la segunda fase del Proyecto Microbioma

Humano, el proyecto My New Gut financiado por la Comisión Europea y el proyecto MetaGenoPolis financiado por el Gobierno francés (Stulberg et al., 2016).

La correlación observada entre el número de citas periodísticas (noticias que hacen referencia a algún artículo científico del microbioma) y el número de publicaciones científicas del microbioma en PubMed pone de manifiesto que el impacto mediático del microbioma se relaciona con su impacto científico. Sin embargo, la prensa económica apenas se hizo eco de los estudios del microbioma en comparación con la prensa generalista. La cobertura de una media de 2 noticias anuales de artículos científicos del microbioma observada durante el periodo 2007-2019 para *The Wall Street Journal*, *Financial Times* y *Expansion* es muy inferior a la media de 148 noticias anuales sobre fármacos que se han publicado durante el periodo 2008-2017 en la prensa económica española (Casino et al., 2020). Una explicación de esto es que las patentes relacionadas con el microbioma han aumentado de forma menos pronunciada que las publicaciones científicas (Jones, 2013). Además, aunque las ventas de los probióticos alcanzaron en 2018 los 45.000 millones de dólares en Estados Unidos y se estima que en Europa sean menores debido a la regulación más estricta de los complementos alimenticios (Reglamento [CE] n.º 1924/2006), existe mucha incertidumbre en cuanto a su implementación generalizada en la práctica clínica por la falta de pruebas fiables. A pesar de las numerosas investigaciones realizadas en el campo de los probióticos y los prebióticos, las evaluaciones de las autoridades mundiales que regulan la industria de los alimentos han resultado, con la excepción de los microorganismos del yogur y la mejora de la intolerancia a la lactosa, en la denegación de todas las

solicitudes de declaraciones de propiedades saludables hasta la fecha. Esto se explica debido a que las pruebas de la supuesta eficacia de los probióticos no son convincentes, el fabricante no siempre aporta información sobre la caracterización de los microorganismos y/o compuestos, existen efectos adversos potenciales y su regulación y control es deficiente en comparación con los fármacos (EFSA, 2019; Freedman et al., 2020).

Los periódicos americanos y británicos son los que más cubrieron la investigación en el microbioma, lo que es esperable teniendo en cuenta que los Institutos Nacionales de la Salud de Estados Unidos han financiado hasta dos terceras partes de la investigación en el microbioma (Jones, 2013). Estos resultados también son consecuentes con el liderazgo científico y periodístico de esos dos países, siendo *The New York Times* el periódico que se hace un mayor eco de las revistas médicas (Casino et al., 2017). En la misma línea de la cobertura mediática del microbioma, un estudio sobre la cobertura periodística del Proyecto Genoma Humano, predecesor del Proyecto Microbioma Humano, encontró que *The New York Times* fue el periódico que más cubrió la investigación del genoma humano (Costa, 2003).

En relación con el peso que ha tenido la investigación del microbioma sobre toda la investigación de biomedicina en la prensa, a través de las noticias de la agencia SINC, que son una estimación de la evolución de todas las noticias de biomedicina en la prensa, se ha observado un aumento gradual de las noticias del microbioma respecto a todas las noticias de biomedicina durante 2008-2018. Estos resultados son un reflejo del crecimiento anual de las publicaciones científicas del

microbioma en PubMed en relación con toda la producción científica en biomedicina.

La sobrerrepresentación de los estudios observacionales en los periódicos puede tener sus orígenes en la abundancia de este tipo de diseño de estudio en las notas de prensa de las revistas e instituciones que difunden los resultados de los estudios científicos del microbioma (Bartlett et al., 2022; Wang et al., 2015) y que, a su vez, pueden influir en el contenido de las noticias que se publican en los periódicos (Schwartz et al., 2012). Estos resultados están en línea con otro estudio que encontró que la prensa generalista de gran formato y tabloide tiene preferencia por cubrir los estudios observacionales y, en menor proporción, reporta los resultados de las revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos, los ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos y los estudios de laboratorio y en animales (Lai y Lane, 2009). Similar a los resultados obtenidos para la cobertura del microbioma en la prensa generalista, Lai y Lane (2009) identificaron un porcentaje similar de revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos y estudios de laboratorio y animales en las noticias que informaban sobre tratamientos médicos (3 % y 17 %, respectivamente), pero no incluyeron un grupo de comparación con todos los diseños de estudio publicados en PubMed. El hecho de que otras investigaciones hayan encontrado que los estudios observacionales que escogen cubrir los periodistas son de baja calidad metodológica (por ejemplo, con muestras de estudio pequeñas) en comparación con los estudios que se publican en las revistas médicas de impacto puede alterar la percepción que tiene la sociedad sobre los avances médicos (Selvaraj et al., 2014).

La notable infrarrepresentación en la prensa de los estudios medioambientales y en plantas observada podría explicarse por el hecho de que estos estudios son menos noticiosos porque no tienen un impacto directo en la salud humana. De hecho, encuestas recientes han mostrado que los temas que más le interesan a la sociedad son los relacionados con la medicina y la salud, mientras que los descubrimientos científicos y tecnológicos y los temas medioambientales generan un menor interés (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, 2020; National Science Board, 2020). Además, el nivel de conocimiento requerido por los periodistas para entender y comunicar los hallazgos de los estudios medioambientales con un lenguaje divulgativo asequible puede ser superior al que se necesita para los estudios observacionales, lo que contribuye a explicar el bajo eco que han tenido los estudios del microbioma del medioambiente en los periódicos estudiados. Por otro lado, los estudios medioambientales y en plantas no se suelen publicar en revistas de alto impacto, que normalmente publican comunicados de prensa; en consecuencia, esto disminuiría las posibilidades de que estos tipos de estudio se acaben convirtiendo en una noticia (Bartlett et al., 2002; Casino, 2015; De Semir et al., 1998; Schwartz et al., 2012; Wang et al., 2015).

Es importante destacar que la sobrerrepresentación de los diseños de estudio observacionales puede distorsionar la imagen percibida de los avances del microbioma, debido a que este tipo de estudios se suelen reportar de forma inadecuada en los periódicos y no suelen mencionar las limitaciones (Schwitzer, 2018). Por ejemplo, mientras que la mayoría de las enfermedades se han relacionado con una composición o unas

funciones alteradas del microbioma intestinal, hasta qué punto el microbioma es la causa directa de la enfermedad o una consecuencia de ella está aún por resolver (Bik, 2016; Walter et al., 2020). Es importante tener presente que el último estudio del microbioma que acaba siendo noticia no necesariamente es el mejor ni el que ofrece resultados definitivos. En la prensa abundan los estudios con resultados preliminares, la mayoría de los cuales acaban demostrándose falsos (Dumas-Mallet et al., 2017; 2018; Gonon et al., 2012). Como señala un editorial en la revista *Nature Reviews Microbiology*, aún nos queda un largo camino por recorrer antes de trasladar la enorme cantidad de datos que se generan en la investigación del microbioma en forma de consejos accionables para la práctica clínica (“Hype or hope?”, 2019). Algunas preguntas que pueden ayudarnos a desarrollar un pensamiento crítico ante la enorme cantidad de estudios que se publican en el microbioma son las siguientes: 1) ¿Son relevantes las diferencias en la composición del microbioma que han encontrado los estudios?; 2) ¿El estudio ha encontrado un papel causal del microbioma o es solo una correlación?; 3) ¿Qué mecanismos están detrás de las asociaciones observadas?; 4) ¿Se pueden trasladar los resultados del estudio a la realidad clínica?, y 5) ¿Hay alguna otra variable, además del microbioma, que pueda explicar los resultados obtenidos? (Hanage, 2014).

El hecho de que las revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos, los ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos y los estudios de laboratorio y en animales tiendan a estar igual de representados en la prensa que en PubMed, siendo los estudios de laboratorio y animales el segundo tipo de estudio más citado en PubMed, refleja que la investigación del

microbioma está basada principalmente en ciencia básica. Por otro lado, que *The New York Times* y *The Times* recurran a las revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos y ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos, respectivamente, a la hora de informar sobre el microbioma se puede considerar un indicador de periodismo de calidad. Además, Estados Unidos y Reino Unido son los países que producen la mayoría de las revisiones Cochrane (Groneberg et al., 2019) y la prensa de ambos países tiende a informar sobre todo de la ciencia que se produce en el ámbito nacional (Casino et al., 2017).

La sobrerrepresentación de los estudios de laboratorio y en animales en los periódicos económicos es esperable teniendo en cuenta que la investigación preclínica, que representa un 30,4 % de todos los estudios del microbioma en PubMed, es el primer paso necesario antes de testar en ensayos clínicos una intervención que actúe en el microbioma. A pesar de que se están investigando en ensayos clínicos una nueva clase de tratamientos basados en consorcios de bacterias como principio activo, conocidos también como productos vivos bioterapéuticos, para tratar las enfermedades infecciosas, autoinmunes e inflamatorias y el cáncer a través de modificar el microbioma, los productos que han tenido una aplicación clínica son escasos, lo que explicaría la baja presencia de ensayos clínicos de los tratamientos basados en el microbioma en los periódicos económicos (Dsouza et al., 2022).

Aunque la comunicación de los avances científicos del microbioma no es una tarea fácil, al igual que ocurre con el resto de la investigación biomédica, a continuación se proponen algunas acciones que podrían

contribuir a una comunicación científica rigurosa en los avances científicos y médicos del microbioma. Por un lado, la práctica de las revistas que publican un artículo científico sobre el microbioma de informar sobre el tipo de artículo científico (revisado por pares o no), el diseño del estudio y si se han estudiado animales o personas a la hora de mandar los comunicados de prensa a los periodistas podría ayudar a informar de forma adecuada sobre las novedades del microbioma, una práctica habitual de las revistas del grupo de *The British Medical Journal* (British Medical Journal, 2020; 2022). La formación especializada en curación de contenidos y habilidades de comunicación científica para los periodistas y comunicadores científicos también es fundamental a la hora de comunicar la ciencia del microbioma con rigor científico y evitando las simplificaciones, así como la adecuada formación en habilidades de comunicación de los científicos que se entrevistan para aportar su punto de vista sobre los resultados de un estudio nuevo (Shan et al., 2019). Los avances científicos en el microbioma requieren científicos, profesionales de la salud y comunicadores científicos especializados en nutrición y microbioma a la hora de trasladar lo que dicen los últimos estudios al público no experto y a los profesionales de la salud y científicos. Un ejemplo de proyecto de divulgación científica que cumple con estos requisitos es Gut Microbiota for Health, liderado por la Sociedad Europea de Neurogastroenterología y Motilidad (<https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/>), que se ha posicionado como una plataforma *online* de referencia en inglés, español y francés para que tanto los pacientes como los profesionales de la salud estén al día de los avances que se producen en el microbioma intestinal y las intervenciones relacionadas para mejorar la salud.

6.1.2. Características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista

La extensa cobertura del microbioma en *The New York Times*, *The Times* y *El País* no es sorprendente teniendo en cuenta el elevado volumen de artículos de biomedicina que publican estos periódicos (Casino et al., 2017). El número anual de artículos periodísticos del microbioma en *The New York Times*, *The Times* y *El País* durante el periodo 2007-2019 es de 17, 11 y 8, respectivamente. El promedio de 12 artículos periodísticos anuales del microbioma supera el impacto mediático que ha tenido otro tema de interés científico como es el grafeno, que ha aparecido en un promedio de 2 artículos anuales en *The New York Times*, *The Guardian* y *El País* durante 2007-2017 (Guasch et al., 2019).

La cobertura periodística del microbioma ha sido fundamentalmente en forma de noticias escritas por periodistas de la plantilla del periódico o periodistas *freelance* externos. *The New York Times* es el medio que publica un mayor número de artículos de opinión en números absolutos y relativos, la mayoría de los cuales están escritos por expertos que trabajan en centros de investigación, universidades y empresas privadas de Estados Unidos, que es el país que más ha invertido en la investigación del microbioma y en explotar su potencial terapéutico (Li et al., 2020). De forma similar, la representación del grafeno y del genoma humano en la prensa también mostró que la mayoría de los artículos están escritos por periodistas que forman parte de la plantilla del periódico (Guasch et al., 2019), y los artículos de opinión en forma de textos de interpretación, análisis o comentario editorial tienen una elevada presencia en *The New York Times* (Costa, 2003). El hecho de que

la proporción de textos de opinión sobre el microbioma en los tres periódicos analizados (58; 12,4 %) supere en valores absolutos el número de artículos de opinión sobre el grafeno en *The New York Times*, *The Guardian* y *El País* (9; 13,4 %) (Guasch et al., 2019) se puede considerar un indicador de la relevancia e influencia social del microbioma (Coppock et al., 2018).

La extensión de la información sobre el microbioma y el hecho de que la mayoría de los artículos vayan firmados —considerados indicadores de completitud y de calidad de la cobertura periodística del microbioma, respectivamente— confirma la relevancia del microbioma en el contexto de la información biomédica en los tres periódicos generalistas de calidad estudiados. El microbioma se ha cubierto mayoritariamente a través de artículos extensos de entre 300 y 1000 palabras (50,3 % de todos los artículos). Conviene destacar que una tercera parte de todos los artículos (34,5 %) tienen una extensión igual o superior a las 1000 palabras, lo que indica que la prensa generalista ha cubierto los temas relacionados con el microbioma con profundidad. Mientras que *The New York Times* fue el periódico con la proporción más alta de artículos con una extensión superior a 1000 palabras, *The Times* fue el periódico con una mayor proporción de breves —textos de menos de 300 palabras—. En la cobertura del Proyecto Genoma Humano, *The New York Times* también prefería los artículos extensos (Costa, 2003). La proporción de los artículos del microbioma que contienen menos de 300 palabras en *El País* fue del 5,8 %, que es una cifra notablemente inferior a la proporción de artículos breves de biomedicina del mismo periódico (33,7 %) (Casino, 2015). Marcon et al. encontraron que la referencia en los artículos periodísticos a los efectos adversos de la

medicina personalizada aumentaba a medida que lo hacía el recuento de palabras de los textos (Marcon et al., 2018), lo que pone de manifiesto la idoneidad de los artículos extensos a la hora de informar sobre temas científicos complejos como el microbioma.

La mayoría de los artículos del microbioma van firmados, lo que se puede considerar un indicador de periodismo de calidad teniendo en cuenta que los textos de salud periodísticos que van firmados han mostrado una puntuación global de calidad superior a los artículos anónimos (Kininmonth et al., 2017; Robinson et al., 2013). Mientras que el 71,5 % de los artículos breves de biomedicina en *El País* se asocian con un comunicado de prensa, para los artículos que contienen 300 o más palabras esta proporción es del 45,2 % (Casino, 2015). Es un hecho conocido que los comunicados de prensa de las revistas médicas contienen deficiencias informativas que contribuyen a distorsionar los resultados de la investigación (Schwartz et al., 2012; Woloshin y Schwartz, 2002) y que la calidad de las noticias está estrechamente relacionada con la de los comunicados de prensa (Sumner et al., 2014). *The Times* fue el periódico con la proporción más alta de artículos anónimos (15,8 %), seguido por *El País* (11,7 %); este tipo de artículos fueron también los de menor extensión. Estos resultados se pueden explicar por el hecho de que los artículos breves normalmente proceden directamente de los comunicados de prensa, de forma que los periodistas no los firman y se limitan a publicar solo la información más relevante. A pesar de que los porcentajes de artículos anónimos en *The Times* y *El País* no son altos, estos hallazgos no dejan de ser preocupantes porque los breves son un tipo de noticias consideradas incompatibles con la información científica completa y rigurosa y se

asocian con un comunicado de prensa más frecuentemente que las noticias más extensas (Casino, 2015; Schwitzer, 2007). Por otro lado, *The New York Times* solo incluyó un 0,5 % de artículos anónimos (con una extensión con menos de 300 palabras), lo que confirma el liderazgo científico de este periódico (Casino et al., 2017). Para un tema complejo como es el microbioma, con más dudas que certezas, los artículos breves no pueden garantizar un mínimo de completitud y de calidad de la información periodística. La revisión exhaustiva de los agentes, los flujos y las actividades del ecosistema de la información biomédica se escapa de los objetivos de la presente tesis y se ha cubierto de forma extensa antes (véase Casino, 2015a).

La investigación básica, los ensayos clínicos sobre las intervenciones que actúan directa o indirectamente modificando el microbioma intestinal y los alimentos y dietas para cuidar la salud digestiva y el microbioma fueron los temas con más eco mediático. Sin embargo, la intensidad en la cobertura de los temas no se mantuvo constante durante el periodo de estudio. Mientras que durante el periodo 2007-2015 el mayor protagonismo lo tuvieron los hallazgos científicos, durante el periodo 2016-2019 aumentó el interés de la prensa por los temas médicos y de nutrición, en paralelo al aumento de las publicaciones científicas del microbioma en estos temas (Nerlich, 2017).

La relación del microbioma intestinal con la salud y la enfermedad y los factores que afectan a su composición y funciones fueron los dos temas de ciencia que más se cubrieron. Esto se explica por el hecho de que el principal epicentro de la investigación mundial en el microbioma se ha centrado en las comunidades microbianas que habitan el intestino en

comparación con el microbioma de otros hábitats (Lloyd-Price et al., 2016). Además, la dieta es, junto con los medicamentos, el factor del entorno que explica una mayor variabilidad del microbioma intestinal (Asnicar et al., 2021; Bar et al., 2020; Cotillard et al., 2022; Gacesa et al., 2022; Rothschild et al., 2018; Vujkovic-Cvijin et al., 2020). En línea con estos resultados, un análisis similar en la prensa americana y canadiense durante 2018 y 2019 encontró que los consejos dietéticos para mejorar la salud a través de actuar sobre el microbioma intestinal fue el tema que despertó un mayor interés (Marcon et al., 2021). Sin embargo, solo un 19 % de los artículos hizo una crítica del microbioma o mencionó las limitaciones de los estudios (Marcon et al., 2021). Estos hallazgos son esperables teniendo en cuenta que la información sobre nutrición que se publica en los periódicos no siempre tiene suficiente base científica que la respalde (Cooper et al., 2012; Kininmonth et al., 2017).

Por otro lado, el microbioma intestinal fue el tema con mayor cobertura en las noticias médicas, seguido de la contribución del microbioma al aumento actual de enfermedades relacionadas con el sistema inmunitario y metabólicas y, en tercer lugar, el papel de los probióticos en la prevención y el tratamiento de las enfermedades. A pesar de que el término “disbiosis” se utiliza de forma generalizada en los artículos para referirse a una reducción de la diversidad del microbioma que se tiene que corregir para tener una mejor salud, aún es demasiado pronto para saber qué es una microbiota normal o saludable. Por este motivo, a la hora de informar sobre el microbioma, los científicos sugieren sustituir “disbiosis” por otros términos más precisos como microbioma “cambiado”, “alterado” o “diferente” (Shanahan y Hill, 2019).

Los probióticos fueron el tercer tema más tratado en las noticias médicas sobre el microbioma, lo que refleja el interés del público en tratamientos listos para utilizar que mejoren la salud a través del microbioma intestinal (Hill et al., 2014). A pesar de que un análisis de contenido previo encontró que tomar probióticos es la segunda acción más recomendada en los periódicos para cuidar el microbioma, las limitaciones de esta intervención no siempre se mencionan (Marcon et al., 2021). De igual forma, los alimentos fermentados también han recibido un interés de los periódicos en las noticias de nutrición: la kombucha, el yogur, el kéfir y el kimchi han sido los alimentos fermentados más mencionados en los tres periódicos generalistas estudiados. Sin embargo, a pesar de su popularidad, más allá del yogur y del kéfir la evidencia científica que respalda la efectividad de la mayoría de los alimentos fermentados para la salud digestiva es escasa (Marco et al., 2021).

A pesar de que la diarrea por la bacteria *C. difficile* es una de las pocas indicaciones en las que el trasplante de microbiota fecal ha mostrado ser efectivo (Walter et al., 2020), este fue el noveno tema que apareció en las noticias médicas. Marcon et al. también encontraron que este tema apenas se trata en las noticias sobre el microbioma (Marcon et al., 2021), lo que puede explicarse por la presentación que hace la prensa de este tratamiento como “repugnante” (Chuong et al., 2015).

La observación de que las implicaciones económicas, éticas y legales del microbioma apenas tuvieron impacto mediático se explicaría por el hecho de que, de momento, las autoridades que regulan los alimentos y los medicamentos no han aprobado ningún tratamiento basado en el microbioma para uso humano (Taroncher-Oldenburg et al., 2018).

The New York Times, *The Times* y *El País* muestran una preferencia doméstica por los investigadores, las organizaciones y las revistas científicas de su misma nacionalidad. El sesgo nacionalista fue más acentuado en la prensa americana y británica, especialmente en esta última. Los periódicos británicos prácticamente solo informan de las publicaciones de biomedicina británicas e ignoran las revistas médicas estadounidenses (Casino et al., 2017). Esta preeminencia del periodismo anglosajón y el sesgo nacional observado en la prensa británica y estadounidense también se explica por el hecho de que los autores estadounidenses y británicos están sobrerrepresentados, en comparación con el resto de países, en la literatura médica que se publica en las principales revistas médicas (Sumathipala et al., 2004).

El extenso eco que tienen las revistas de alto impacto como *Science*, *Nature*, *The New England Journal of Medicine* y *Proceedings of the National Academy of Sciences* en los artículos periodísticos del microbioma tiene dos explicaciones. Por un lado, los periodistas científicos tienden a basarse en un número limitado de revistas de alto impacto que publican los hallazgos científicos más novedosos. Por otro lado, los periodistas suelen cubrir los estudios que llevan asociado un comunicado de prensa emitido por las revistas y que facilitan su labor informativa (Conrad, 1999).

6.1.3. Certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet relacionados con las intervenciones dietéticas sobre el microbioma

La abundante presencia de páginas web comerciales (23,7 %) y de noticias (23,7 %) sobre probióticos, alimentos fermentados, fibra y prebióticos refleja el interés de las empresas en explotar el microbioma humano como diana terapéutica para un amplio número de enfermedades, sobre todo digestivas (Brinich et al., 2013; Neunez et al., 2020), y el valor noticioso del tema (Marcon et al., 2021; Prados-Bo y Casino, 2021; Prados-Bo y Casino, 2022). Estos resultados apoyan dos análisis de contenido previos de los mensajes de salud en inglés sobre probióticos en las páginas web encontradas con los buscadores Google y Yahoo, que mostraron que las webs comerciales sobre probióticos son las que más abundan (Brinich et al., 2013; Neunez et al., 2020).

El elevado número de mensajes de salud en internet ($n = 133$) observado para los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos y el hecho de que la mayoría de ellos están respaldados por una certeza de la evidencia baja o muy baja es esperable. Marcon et al. (2021) encontraron que la prensa generalista estadounidense y canadiense mencionó que las intervenciones relacionadas con el microbioma y la salud digestiva pueden ser beneficiosas para 138 indicaciones de salud distintas. Sin embargo, muy pocos de estos beneficios están respaldados por la evidencia científica e integrados en la práctica clínica. Mientras que la fibra tiene una larga historia de uso por los profesionales de la salud (Gill et al., 2021), el grado de recomendación de los probióticos por los médicos de cabecera y los

gastroenterólogos es variable y no se relaciona con las recomendaciones de las guías de práctica clínica publicadas (Dimidi et al., 2019; Fijan et al., 2019; Williams et al., 2010). Los factores que pueden explicar por qué algunos profesionales de la salud no recomiendan los probióticos incluyen la percepción de la falta de evidencia científica robusta, así como el desconocimiento de cómo pueden usarlos en la consulta y su coste (Arshad et al., 2019; Dimidi et al., 2020). Mientras que existe incertidumbre sobre el óptimo empleo de los probióticos (Su et al., 2020), la percepción de los pacientes que acuden a su gastroenterólogo es que los probióticos mejoran la salud en general, la longevidad y los síntomas gastrointestinales (Lynch et al., 2021).

Se encontró que la salud gastrointestinal y las indicaciones relacionadas con el sistema inmunitario son los principales beneficios mencionados en internet para las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma, en línea con los resultados de Neunez et al. (2020) para los probióticos. Sin embargo, los conceptos de “mejorar la salud digestiva” y “reforzar las defensas”, de los cuales el último se ha disparado en internet durante la pandemia por COVID-19 (Rachul et al., 2020), son ambiguos y no existe una definición científica de los mismos (Cassa Macedo et al., 2019; Staudacher y Loughman, 2021).

La indicación de consumir probióticos y yogur para prevenir la diarrea asociada al tratamiento con antibióticos que apareció en muchas páginas web está respaldada por una certeza de la evidencia moderada (Guo et al., 2019), mientras que la certeza de la evidencia es baja y muy baja para el síndrome del intestino irritable (Connell et al., 2018) y la diarrea infecciosa (Collinson et al., 2020), respectivamente, que aparecieron en

un elevado número de los resultados de Google.es. Por otro lado, mientras que existe una certeza de la evidencia moderada en el empleo de probióticos para prevenir la enterocolitis necrosante en recién nacidos muy prematuros o de muy bajo peso al nacer (Sharif et al., 2020), este beneficio para la salud solo apareció en un pequeño número de páginas web sobre probióticos (21,1 %, 4/19). El hecho de que solo un 54,7 % de los mensajes de salud sobre probióticos estén respaldados por la evidencia de las revisiones sistemáticas puede explicarse en parte por el hecho de que no todas las revisiones sistemáticas con metanálisis de probióticos tienen en cuenta que los efectos de estos son específicos de cepa, y sacan conclusiones comparando los probióticos incorrectos a diferentes dosis, incluyen diferentes perfiles de pacientes y miden diferentes desenlaces (McFarland et al., 2018; Suez et al., 2019). Esto podría contribuir a infravalorar algunas cepas que sí han demostrado su eficacia en la prevención o el tratamiento de enfermedades (McFarland et al., 2018; Hill et al., 2014; Su et al., 2020; World Gastroenterology Organisation, 2017). Sin embargo, mientras que existen revisiones sistemáticas que respaldan los efectos beneficiosos de los probióticos en el contexto de algunas enfermedades digestivas, se han planteado críticas sobre los beneficios exagerados atribuidos a los probióticos (Khalesi et al., 2019; Reid et al., 2019; Wang et al., 2020). El bajo número de mensajes de salud en el caso del yogur (42,6 %, 20/47) y el kéfir (1,8 %, 1/55) respaldados por la evidencia de las revisiones sistemáticas coincide con un análisis previo en el que se encontró que consumir productos lácteos con probióticos (como el yogur y el kéfir), en comparación con no consumir estos productos o con consumir lácteos sin probióticos, posiblemente no se asocia con ningún beneficio para la salud, con un grado de certeza bajo o muy bajo (Nutrimedia, 2021).

Ninguno de los múltiples beneficios para la salud que se promocionan de la kombucha estuvo respaldado por la evidencia de las revisiones sistemáticas, lo que es esperable teniendo en cuenta la falta de estudios controlados en humanos que hayan investigado los posibles efectos para la salud de esta bebida fermentada que está de moda en la actualidad (Kapp y Sumner, 2019; Marco et al., 2021).

La fibra dietética fue la intervención que cuenta con un mayor número de mensajes de salud respaldados por una certeza de la evidencia alta (reducción de los factores de riesgo cardiovasculares) (Chiavaroli et al., 2018) y moderada (protección frente al cáncer colorrectal) (Reynolds et al., 2019). Este hallazgo no es sorprendente teniendo en cuenta que las propiedades saludables de la fibra, especialmente la de los alimentos, van más allá de sus beneficios conocidos para el estreñimiento, e incluyen la prevención y el tratamiento de algunas enfermedades digestivas comunes como el síndrome del intestino irritable y las enfermedades inflamatorias del intestino (Gill et al., 2021), así como la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares (Reynolds et al., 2022). La eficacia de los prebióticos para prevenir el estreñimiento respaldada por una certeza de la evidencia baja (Shi et al., 2019) apareció en una elevada proporción de las páginas web consultadas. Por el contrario, la recomendación de prebióticos para el tratamiento de la encefalopatía hepática, que ha sido más estudiada y cuenta con una certeza de la evidencia moderada, (Gluud et al., 2016) solo apareció en escasas webs (16,7 %, 3/18).

6.1.4. Calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma

La calidad global de la información sobre las intervenciones dietéticas ampliamente difundidas en internet para cuidar el microbioma intestinal fue baja, con una mediana de la puntuación de calidad de 3 en una escala de 0 a 10 para todas las intervenciones cuando se aplicaron los 10 criterios de calidad propuestos.

El hecho de que la calidad de la información evaluada a partir de la batería de 10 criterios desarrollados haya sido baja y no se hayan encontrado diferencias en función del tipo de intervención no es sorprendente. Tampoco lo es que las páginas web correspondientes a artículos y revisiones sobre el microbioma publicados en revistas científicas son las que hayan obtenido una puntuación de calidad más alta. Los análisis previos de Brinich et al. (2013) y de Neunez et al. (2020) encontraron que las webs comerciales recibieron de forma consistente una menor puntuación de calidad que las no comerciales. Sin embargo, la calidad de la información observada en internet en español sobre las intervenciones dietéticas que influyen sobre el microbioma es incluso inferior a la estimada para las noticias de las intervenciones de salud en general utilizando otros índices o escalas para medir la calidad. En esta investigación se encontró que un 92,1 % de las páginas web no cuantificaron los efectos de las intervenciones, en comparación con el 72 % de las noticias analizadas por Schwitzer (2008); además, un 84,2 % de las páginas web no discutieron la certeza de la evidencia, en comparación con el 65 %, y el 96,5 % de las webs no informaron sobre el coste de la intervención en comparación con el 77 %. Los resultados

obtenidos en relación con el hecho de informar sobre otras alternativas, además de la intervención principal, y de mencionar los perjuicios de la intervención fueron parecidos a los encontrados por Schwitzer (2008): un 57 % de las páginas web no informaron sobre las alternativas disponibles en comparación con el 62 % de las noticias analizadas por Schwitzer (2008), y un 57,9 % de las páginas no informaron de los efectos perjudiciales de la intervención, algo que cumplía el 67 % de las noticias analizadas por Schwitzer (2008).

La primera revisión sistemática de la calidad de la información en los medios de comunicación tradicionales y en internet sobre intervenciones de salud (más allá de los fármacos) también concluyó que hay mucho margen de mejora (Oxman et al., 2022). La información sobre nutrición tiene tendencia a ser de baja calidad y puede contribuir a propagar unos mensajes de salud sobre las intervenciones dietéticas que influyen sobre el microbioma intestinal que no están alineados con la literatura científica (Cooper et al., 2012; El Jassar et al., 2019; Gholizadeh et al., 2017; Kininmonth et al., 2017; Ostry et al., 2008). En esta investigación, a pesar de que las tiendas *online* fueron excluidas del análisis, una cuarta parte de los sitios web fueron comerciales. El estado regulatorio de la información comercial sobre los alimentos y los complementos alimenticios relacionados con el microbioma intestinal no es el mismo que para los medicamentos. Para España, por ejemplo, a pesar de la legislación actual sobre la información comercial relacionada con los alimentos y los complementos alimenticios (Reglamento [CE] n.º 1924/2006; Real Decreto 1487/2009; Reglamento [CE] n.º 1169/2011), la publicidad engañosa de alimentos sigue inundando internet. Regular el *marketing* digital no es una tarea

sencilla, debido a su naturaleza transfronteriza y a no tener unos límites bien definidos (Hawkes y Organización Mundial de la Salud, 2007), pero es crítico hacerlo para asegurar la toma de decisiones informadas en el ámbito de la salud. Las medidas de regulación voluntarias de la publicidad de los alimentos y los complementos alimenticios por parte de la industria alimentaria, las agencias de comunicación y los anunciantes no son suficientes para prevenir la desinformación sobre las intervenciones dietéticas que influyen sobre el microbioma intestinal (Montaña Blasco et al., 2020; 2021). Para permitir que los consumidores puedan tomar decisiones alimentarias informadas, se necesita una regulación más estricta sobre los probióticos, los alimentos fermentados, la fibra y los prebióticos, en especial para garantizar que los consejos dietéticos a los que el público está expuesto estén basados en evidencia científica que sea convincente o probable (Cooper et al., 2012). Otra medida que puede ser efectiva es que ninguna sociedad científica o médica avale ningún probiótico o prebiótico con beneficios dudosos para la salud (Guzmán-Caro et al., 2021).

Otra forma de mejorar esta situación podría ser fomentar el pensamiento crítico en la sociedad. Tratar en los ciudadanos los efectos de la saturación de información de alimentación y salud a la que estamos expuestos parece ser más efectivo que intentar prevenirla, ya que simplificar, exagerar o distorsionar los mensajes siempre acaba beneficiando a todos los actores involucrados en el engranaje de la cadena informativa (Oxman et al., 2022; Schwartz y Woloshin, 2003). En este sentido, esta tesis sugiere 10 criterios de calidad que pueden guiar tanto a los profesionales de la salud a la hora de recomendar páginas web fiables relacionadas con intervenciones a la hora de actuar

sobre el microbioma para sus pacientes como a periodistas y comunicadores, para que informen de forma rigurosa sobre los estudios científicos del microbioma, así como al público general, para que pueda juzgar por sí mismo la fiabilidad de la información relacionada con el microbioma que lee.

La estrategia de incluir referencias científicas insertadas en el texto en forma de hipervínculos o como lista al final de un artículo publicado en una página web (criterio 1) sin explicar las conclusiones de las publicaciones científicas (criterio 2) es un ejemplo de cómo el “halo de salud” (Sundar y Kardes, 2015) alrededor de la salud digestiva y el microbioma se utiliza para validar algunos tratamientos que no cuentan con respaldo científico (Marcon et al., 2021; Rachul et al., 2020). Otros términos ampliamente utilizados que tienen una percepción positiva para la salud que la ciencia no ha validado son “natural” (Iles et al., 2021), “orgánico” o “ecológico” (Baig et al., 2019; Nutrimedia, 2019), “light” (Nutrimedia, 2017), “sin gluten” (Boyer et al., 2019) y “potenciar las defensas” (Rachul et al., 2020). Además, las páginas web suelen utilizar de forma incorrecta el término “probiótico” al referirse a la kombucha y el kéfir como ejemplos de probióticos, para describir cualquier microorganismo que tenga una utilidad terapéutica plausible en humanos o para generalizar los efectos beneficiosos para la salud de los probióticos a partir de estudios que se han hecho con un producto. Sin embargo, la realidad es que no todos los probióticos comercializados cuentan con estudios científicos y no todos los alimentos fermentados se pueden considerar probióticos (Marco et al., 2021; Reid et al., 2021). De la misma forma, muchas páginas web utilizan el término “disbiosis” como razón para incentivar el consumo

de un alimento o complemento alimenticio que influye sobre el microbioma intestinal asumiendo que un microbioma “alterado” en una persona que tiene una enfermedad es la causa de los síntomas o contribuye a su desarrollo, mientras que no está claro si cambiar un microbioma alterado es beneficioso (Hill, 2020; Shanahan y Hill, 2019) y se desconoce cómo es el microbioma intestinal “ideal” debido a que es tan único para cada persona como lo es su huella dactilar (Shanahan et al., 2021).

La mayoría de las páginas web solo proporcionan una descripción cualitativa de los mensajes de salud de las intervenciones dietéticas sin cuantificarlos (criterios 3 y 4). Las pocas webs que iban más allá de la mera información verbal para cuantificar los efectos de las intervenciones lo hicieron solo en números relativos (7,9 %, 9/114), que son más elocuentes y no permiten hacer una estimación fiable de la magnitud del efecto que se informa (Casino, 2010; Shanahan y Hill, 2019). Solo dos de las cinco páginas web de revistas científicas aportaron resultados en números absolutos. Un ejemplo de interpretación numérica incorrecta en el campo del microbioma es el *mantra* instalado en la comunidad científica desde la década de 1970 de que los humanos tienen 10 veces más células de microorganismos que células humanas (Luckey, 1972), ya que un trabajo reciente ha calculado que la proporción correcta es de 1,3 células microbianas por cada célula humana, y su número total se estima en, al menos, 39 billones con una masa de 200 g, la mayor parte en el colon (Sender et al., 2016). Estos datos contrastan con los 100 billones de bacterias y una masa total de 2 kg que, a pesar de ser incorrectos, aún se siguen dando en muchos medios y conferencias científicas.

El hecho de que menos de una tercera parte de las páginas web mencionaron algunas limitaciones de la intervención dietética que era el foco temático del artículo (criterio 5) (28,9 %, 33/114) y discutieron la certeza de la evidencia (criterio 6) (15,8 %, 18/114) es común en la información sobre el microbioma. Por ejemplo, en los contenidos que se difunden en las redes sociales no es habitual que se hagan críticas sobre los hallazgos relacionados con el microbioma, y las escasas veces que están presentes lo hacen en forma de comentarios genéricos que se limitan a decir que se necesita más investigación (Hooks et al., 2019). Un análisis de las páginas web que informaron sobre las estrategias para reforzar el sistema inmunitario durante la pandemia de COVID-19, incluyendo el empleo de probióticos y prebióticos, encontró que menos del 10 % de las webs hicieron críticas al concepto de “potenciar el sistema inmunitario”, que no cuenta con respaldo científico (no existen alimentos que protejan el sistema inmunitario) (Rachul et al., 2020). En los periódicos la situación no mejora, tal y como muestra un análisis de contenido previo en la prensa americana y canadiense que concluye que solo el 19 % de los artículos periodísticos presentan los beneficios para la salud del microbioma y las acciones que el lector puede llevar a cabo para conseguir los beneficios relacionados con el microbioma como no estudiados, inciertos, inefectivos o exagerados (Marcon et al., 2021).

De las seis intervenciones dietéticas estudiadas, los probióticos fueron los que tuvieron la proporción más alta de páginas web que discutieron las limitaciones e incluyeron comentarios relacionados con la certeza de la evidencia de sus efectos para la salud. Esto tiene sentido teniendo en cuenta que la investigación clínica en los probióticos está más avanzada en relación con la de los alimentos fermentados como el kéfir y la

kombucha (Su et al., 2020; World Gastroenterology Organisation, 2017).

En relación con los efectos perjudiciales, solo una minoría de las páginas web sobre probióticos informaron sobre ellos (criterio 7) e incluyeron el consejo de que aquellas personas con una enfermedad de base grave, una cirugía cardíaca reciente o en periodo de convalecencia, con alguna inmunodeficiencia, diarrea sanguinolenta o disfunción pancreática evitaran su consumo (Hill, 2020a). Otros análisis previos sobre los mensajes en internet sobre los probióticos también encontraron que las descripciones de los beneficios de los probióticos superan las descripciones de sus riesgos, una tendencia que se acentúa sobre todo en las webs comerciales (Brinich et al., 2013; Neunez et al., 2020). Estos resultados pueden tener sus orígenes en la ausencia o el reporte inadecuado de los datos de seguridad y potenciales efectos perjudiciales en los ensayos clínicos con probióticos, que también se extiende para los prebióticos o las combinaciones de ambos (sinbióticos) (Bafeta et al., 2018). Por otro lado, una revisión Cochrane indica que los probióticos probablemente aumentan el riesgo de preeclampsia, que es la hipertensión arterial que ocurre a partir de la segunda mitad del embarazo y que puede poner en peligro la vida del feto y de la madre (Davidson et al., 2021). Los efectos perjudiciales son también una preocupación en el caso la kombucha, con algunos casos de personas que han experimentado efectos adversos relacionados con el consumo de esta bebida (Ferreira de Miranda et al., 2022). Sin embargo, para la fibra y los prebióticos los posibles efectos perjudiciales se limitan a trastornos menores como disconfort abdominal, hinchazón y gases (Gill et al., 2021).

El hecho de que las intervenciones dietéticas que influyen sobre el microbioma intestinal se regulan mayoritariamente como alimentos y complementos alimenticios en lugar de como medicamentos explica que ninguno de sus beneficios para la salud que se difunden en internet necesite estar respaldado por estudios en humanos. Además, lo que contiene una leche fermentada o un probiótico no necesariamente coincide con lo que se declara en su etiqueta (Kim et al., 2022). Esto se traduce en que en el mejor de los casos el producto resultará inefectivo para la persona que se lo tome y el único efecto negativo será para su bolsillo, mientras que en el peor escenario el producto puede tener efectos secundarios importantes. Este es el caso de los efectos dañinos para el hígado que se han reportado tras la toma de kombucha (Ferreira de Miranda et al., 2022), un aumento del riesgo de desarrollar preeclampsia en el embarazo con la administración de probióticos (evidencia de calidad alta) (Davidson et al., 2021) y un aumento del riesgo de mortalidad en los pacientes adultos con pancreatitis aguda que reciben probióticos (Besselink et al., 2008). Por último, el autoconsumo de este tipo de alimentos y complementos alimenticios como tratamientos alternativos sin prescripción médica debido a unas expectativas infundadas por parte del consumidor en sus propiedades para la salud, que no se corresponden con la evidencia científica sólida disponible, puede retrasar la presentación y la resolución de un diagnóstico médico y evitar la búsqueda de un tratamiento efectivo.

6.2. Conclusiones

En relación con el impacto de la investigación del microbioma en la prensa generalista y económica

1. La investigación sobre el microbioma ha recibido una atención creciente de la prensa generalista y económica durante el periodo 2007-2019, en paralelo al aumento de las publicaciones científicas. Mientras que la prensa generalista publicó entre 5 y 10 noticias anuales del microbioma que citaron al menos un artículo científico, la prensa económica publicó entre 0 y 4. El impacto mediático del microbioma es comparable al de otros temas de gran interés científico, como son el grafeno y el genoma humano, lo que pone de manifiesto la relevancia del microbioma no solo para la salud humana, sino también para el ámbito empresarial y la salud del planeta.
2. El interés mediático de la investigación sobre el microbioma (número de noticias del microbioma que citan al menos un artículo científico) en la prensa generalista se correlaciona fuertemente con el interés científico (número de artículos científicos del microbioma). En la prensa económica no se observa esta correlación.
3. Las noticias sobre el microbioma representan el 1,6 % del total de noticias de biomedicina durante el periodo 2008-2018 (aumento desde el 0,2 % al 2,2 %). En comparación, los

artículos científicos sobre el microbioma representan un 0,8 % de todos los artículos de biomedicina desde 2008 hasta 2018 (aumento desde el 0,4 % hasta el 1,4 %).

4. El grado de certeza de los resultados que tienen *a priori* los distintos diseños de estudios científicos no parece ser un determinante de la cobertura informativa del microbioma en la prensa. La prensa generalista y económica se hacen eco sobre todo de los estudios observacionales, que ofrecen resultados *a priori* de menor certeza científica, en detrimento de los ensayos clínicos, que ofrecen resultados de mayor certeza, y de las revisiones sistemáticas, que ofrecen las conclusiones globales más fiables. Estos datos son preocupantes porque cabría esperar que, debido al filtro de calidad de los periodistas, la información de la prensa no se desvíe de la realidad científica. Para garantizar que los diseños de los estudios (la certeza de la evidencia depende en buena medida del diseño) sean un determinante de las noticias que llegan a la sociedad a través de la prensa convendría que las redacciones de los periódicos cuenten con científicos y profesionales de la salud que hablen el lenguaje científico y del ciudadano de a pie y garanticen que las declaraciones de salud que se promueven en las noticias estén respaldadas por la evidencia de las revisiones sistemáticas, que son los estudios que merecen un mayor grado de confianza. Esto, extrapolado al ámbito de las noticias de salud y alimentación, podría tener un impacto positivo en la salud pública.

En relación con las características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista

5. La abundancia de artículos de opinión en relación con el conjunto de artículos periodísticos sobre el microbioma, tanto en términos absolutos como relativos, refleja el elevado interés y debate social que suscita el microbioma. Este interés es comparable en términos relativos al que suscita el grafeno, y superior incluso en términos absolutos.
6. La prensa generalista informa sobre el microbioma mayoritariamente a través de artículos extensos, de al menos 300 palabras (396; 84,8 %), la extensión mínima que se considera necesaria para una información de salud completa y rigurosa en un tema científico complejo como es el microbioma.
7. Los artículos periodísticos sobre el microbioma mayoritariamente van firmados (380; 81,6 %), una característica que apoya una cierta calidad de la información y que no se trata de comunicados de prensa. A la luz de estos hallazgos, parece razonable enseñar a la población general los requisitos que debe cumplir una buena noticia para saber si merece la pena seguir leyéndola (alfabetización mediática). Su extensión y la firma de un autor son dos ingredientes que actuarían como un filtro previo de que la información tiene un mínimo de calidad. Por el contrario, los textos breves y anónimos que informan sobre temas de ciencia y salud son señales de alerta de que se trata de un tipo de contenido incompleto y poco riguroso.

8. La cobertura mediática del microbioma en la prensa evoluciona de los temas de ciencia básica durante 2007-2015 hasta los temas médicos y de nutrición durante 2016-2019. Esta tendencia refleja que los periódicos se hacen eco de aquellas noticias de salud que despertarán la atención de los lectores y con más aplicación directa en su vida, incluyendo lo que se sabe acerca del impacto de la alimentación sobre el microbioma.

9. La prensa generalista tiene un sesgo nacional hacia los investigadores, las organizaciones, las revistas y los proyectos de investigación del microbioma que pertenecen al mismo país del periódico, con un predominio de Estados Unidos y Reino Unido. Habría que esperar que el microbioma, igual que el resto de temas de ciencia, sea un asunto internacional, pero estos hallazgos apoyan el conocido sesgo nacionalista en el periodismo de biomedicina. La consecuencia es que el lector acaba teniendo acceso solo a unos pocos estudios que son los más nuevos, pero posiblemente no se corresponden con los más relevantes con una aplicación directa para su salud. Enseñar a la población general que los resultados más fiables provienen de lo que dice la síntesis de todos los estudios relevantes que se han publicado sobre las intervenciones sobre el microbioma y no de lo que dice un estudio aislado puede contribuir a luchar frente a los sesgos que tienen los medios de comunicación a la hora de divulgar los temas científicos y médicos.

En relación con la certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet relacionados con las intervenciones dietéticas sobre el microbioma

10. Del total de 133 mensajes de salud para los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos, solo la mitad (52,6 %, 70/133) se alinean con la evidencia de las revisiones sistemáticas. Los probióticos tuvieron el número más alto de mensajes de salud respaldados por la evidencia científica y la kombucha obtuvo el número más bajo.

11. La mayoría de los mensajes de salud en internet acerca de las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma intestinal están respaldados por una certeza de la evidencia baja o muy baja. La certeza más alta se encontró para la diarrea asociada a los antibióticos, la enterocolitis necrosante y la otitis (moderada) para los probióticos y el yogur, la diarrea infecciosa y la encefalopatía hepática (moderada) para los prebióticos y la salud cardiovascular (moderada-alta) y el cáncer colorrectal (moderada) para la fibra. Se sugiere que la información sobre dietas, complementos alimenticios y nutrientes debería mencionar la certeza de la evidencia o grado de confianza que el lector puede tener en los resultados de la investigación que respalda los mensajes de salud, para que pueda tomar decisiones informadas en salud. La certeza de la evidencia de los resultados de los estudios que respaldan los mensajes sobre alimentación y salud debería ser al menos moderada, que significa que es

probable que el efecto real se aproxime al estimado en los estudios.

En relación con la calidad de la información sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma intestinal

12. La mayoría de los artículos de las páginas web presenta importantes deficiencias de calidad informativa, según los 10 criterios de calidad propuestos. Menos de la quinta parte (18,4 %, 21/114) de todas las páginas web explicaron de forma adecuada las conclusiones de los artículos científicos, solo un 7,9 % (9/114) cuantificaron los efectos, solo un tercio de las webs (28,9 %, 33/114) mencionaron algunas de las limitaciones de los resultados de investigación y solo el 42,1 % (48/114) mencionaron o discutieron de forma adecuada los efectos perjudiciales de la intervención. La escala de calidad propuesta se plantea como una lista de comprobación que los profesionales de la salud, periodistas y comunicadores, científicos, pacientes y consumidores finales pueden utilizar como consumidores y productores críticos de información sobre temas de alimentación y salud. Ante la avalancha actual de información sobre salud, parece más sensato tratar en la población los efectos del exceso de información poco rigurosa a través de desarrollar habilidades propias de alfabetización científica y mediática, que incluye la evaluación de la calidad de las noticias de salud, en lugar de prevenirlos, ya que la exageración está implícita en todo el engranaje informativo desde el artículo científico hasta la noticia final.

13. La calidad global de la información sobre las intervenciones dietéticas ampliamente difundidas en internet para cuidar el microbioma intestinal obtuvo una puntuación global de 3 en una escala de 0 a 10 cuando se aplicaron los 10 criterios de calidad desarrollados a partir de la primera revisión sistemática de la calidad de la información mediática sobre salud. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en la calidad de la información en función del tipo de intervención y del tipo de página web. Estos resultados ponen de manifiesto que el posicionamiento de Google y la calidad científica no van de la mano. Teniendo en cuenta su potencial influencia en la toma de decisiones de salud, los buscadores generales como Google deberían incorporar como parte de sus algoritmos de búsqueda mecanismos para verificar que las búsquedas de información estén alineadas con la mejor evidencia científica con la participación de profesionales de la medicina basada en la evidencia y la comunicación científica.

14. Un 42 % de las páginas web que informan sobre los probióticos, el yogur, el kéfir, la kombucha, la fibra y los prebióticos (48/114) incluyen de forma explícita la recomendación directa de consumir el producto. Las webs que informaron sobre los posibles efectos negativos de la intervención también recomendaron no consumir el alimento o el complemento alimenticio bajo circunstancias específicas. La recomendación de consultar a un profesional de la salud se incluyó en una tercera parte de todas las páginas web (28,1 %, 32/114).

6.3. Limitaciones

Esta investigación tiene algunas limitaciones. En relación con el impacto de la investigación del microbioma en la prensa, se han estudiado solo los periódicos más influyentes en términos de calidad y circulación que prestan una atención destacada a lo que publican las principales revistas de medicina (Casino et al., 2017), lo que contribuye a explicar la intensa cobertura mediática de los artículos científicos del microbioma. Aunque la selección de los periódicos generalistas y económicos empleada no es representativa de la prensa de todo el mundo, esta muestra incluye los periódicos más relevantes de los tres patrones nacionales de cobertura de la información biomédica en la prensa generalista (Casino et al., 2017). Por otro lado, la investigación deja fuera a los periódicos tabloides, las revistas, la radio, la televisión y las redes sociales, que son fuentes a las que acude la población a la hora de informarse sobre temas de ciencia y de salud (Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural y Observatorio de la Comunicación Científica, 2021; FECYT, 2020). El análisis de las citas periodísticas para conocer el impacto de las revistas y los artículos científicos en la prensa tiene además la limitación de que la mención de un investigador, organización o revista académica en la prensa no proporciona información sobre el contexto de la cita ni sobre la calidad del texto periodístico.

El análisis cualitativo pormenorizado ha permitido conocer aspectos como la completitud y la calidad periodística a la hora de informar sobre el microbioma y los temas científicos, médicos, de nutrición,

económicos y éticos/legales a los que están expuestos los lectores y que no tenían cabida en el análisis cuantitativo inicial.

Teniendo en cuenta que internet cada vez más está desplazando a los periódicos como fuente de información sobre temas de alimentación y salud, se ha completado el análisis de los periódicos con un análisis de contenido de las páginas web encontradas con Google. En relación con las limitaciones del análisis de la certeza de la evidencia de los mensajes de salud y la calidad de la información, conviene destacar en primer lugar que se ha utilizado una única frase para encontrar la información en Google.es de cada intervención. Sin embargo, los términos exactos de búsqueda que el usuario utiliza pueden variar en función de la atención mediática hacia otros temas como la pandemia por COVID-19 y sería conveniente ampliar las frases de búsqueda. A pesar de que el análisis es transversal y recoge las páginas web que se han descargado en un único día, no se ha realizado un análisis en diferentes puntos de tiempo porque el posicionamiento de las páginas web no suele experimentar fluctuaciones notables a lo largo del tiempo en Google (Cano-Orón, 2019). Se han analizado solo las webs en castellano y el análisis ha puesto el foco únicamente en las búsquedas iniciales, aunque, cuando se trata de las búsquedas en Google, los usuarios rara vez leen los resultados que aparecen después de los 20 primeros (Eysenbach et al., 2002; Petrescu, 2014). A la hora de estudiar la calidad de la información solo se han escogido 10 criterios, aunque se han seleccionado a partir de la primera revisión sistemática de la calidad de la información mediática sobre salud (Oxman et al., 2022). De momento no existe una escala universal para evaluar la calidad de las noticias de salud, y el hecho de validar la escala de calidad que se propone para otro

tipo de información sobre salud relacionada con el microbioma facilitaría la investigación y podría contribuir a una mejora de la calidad de la información en internet. No se ha analizado tampoco la información publicada en las redes sociales, las cuales, en especial Facebook, Instagram y YouTube, son una fuente relevante de información sobre alimentación (Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural y Observatorio de la Comunicación Científica, 2021); este análisis requeriría otra metodología diferente de la empleada en esta investigación. Finalmente, la certeza de la evidencia que respalda los mensajes de salud en internet sobre las intervenciones dietéticas para influir sobre el microbioma se ha basado solo en lo que dice la evidencia de las revisiones sistemáticas, aunque estas son la síntesis de todos los estudios relevantes que ofrecen el nivel más alto de evidencia científica para un determinado desenlace de salud.

6.4. Futuras líneas de investigación

Por último, esta tesis abre diferentes posibilidades de nuevas líneas de investigación. A continuación, se detallan las que el autor considera más relevantes:

1. *Estudio de otros determinantes de la cobertura informativa del microbioma en la prensa.* Esta tesis se ha centrado en estudiar si el diseño de los estudios científicos del microbioma influye en su cobertura informativa por parte de los periódicos generalistas y económicos. Sería interesante conocer si otras variables como la presencia de comunicados de prensa, la influencia científica de los investigadores en el campo del microbioma, la

disponibilidad de *preprints*, los conflictos de intereses de los investigadores y la fuente de financiación de los estudios influyen en la cobertura informativa de los resultados de las investigaciones del microbioma en la prensa.

2. *Análisis de contenido de los mensajes de salud en las redes sociales sobre los beneficios para la salud del microbioma y de la evidencia científica que respalda las intervenciones que se pueden llevar a cabo para conseguirlos.* Las redes sociales son un canal de información sobre alimentación que cada vez se utiliza más. Conocer la certeza de la evidencia de los mensajes de salud sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma y que se difunden en las redes sociales, así como estudiar su calidad mediante los 10 criterios utilizados en esta tesis, permitiría completar el análisis de las páginas web y tener un diagnóstico completo de la calidad de la información sobre los consejos de salud para cuidar el microbioma disponibles en internet, ampliando el estudio a otros idiomas como el inglés.

3. *Relación entre el impacto científico y las métricas alternativas en las publicaciones del microbioma.* Cada vez más, las redes sociales, los blogs y los periódicos están ganando relevancia como canal para informar de forma inmediata sobre los resultados de los artículos científicos del microbioma. Un objetivo factible sería conocer hasta qué punto las métricas de impacto científico clásicas, como el factor de impacto de una revista, el número de citas o el índice h, se relacionan con las métricas alternativas (*altmetrics*) de impacto social e identificar qué características

pueden predecir el número de citas de los artículos científicos del microbioma.

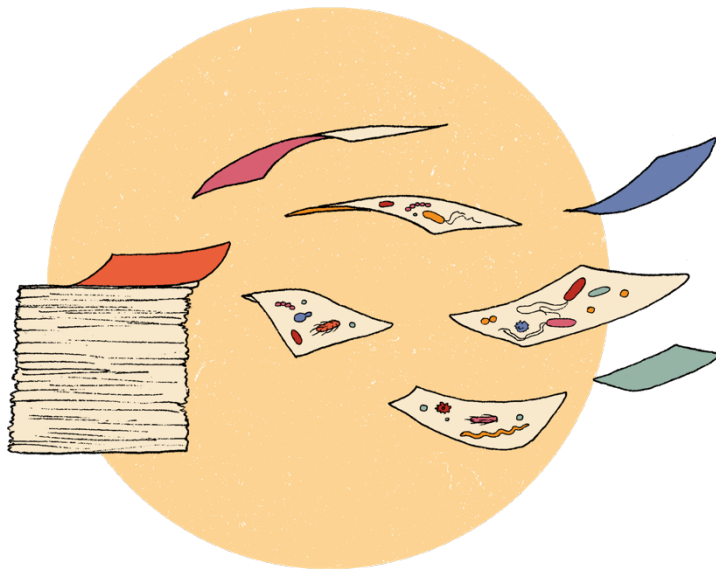
4. *Seguimiento de la cobertura científica y mediática de algunos mitos y resultados preliminares sobre el microbioma.* En el microbioma existen algunos mitos extendidos que empiezan en la esfera científica y se terminan propagando en los medios impresos y digitales, así como en la radio y la televisión, lo que contribuye a una mala gestión de las expectativas relativas a lo que el microbioma puede hacer por la salud. Por ejemplo, el dato obsoleto de que tenemos 10 bacterias por cada célula humana o el empleo incorrecto del término “probiótico”. Conocer el origen de estos mitos y qué factores influyen más en su propagación es el primer paso a la hora de garantizar una comunicación científica rigurosa sobre el microbioma. También sería conveniente estudiar si acaba por demostrarse que los estudios iniciales con resultados preliminares y menos contrastados del microbioma que se hacen eco en la prensa y las páginas web encontradas con un buscador son falsos tras 10-20 años desde su publicación inicial.

5. *Opiniones y actitudes hacia la investigación en el microbioma y sus aplicaciones terapéuticas.* Esta tesis utiliza una metodología predominantemente cuantitativa que deja fuera un análisis cualitativo sobre el contexto y el significado que tienen los resultados obtenidos. Sería interesante realizar una entrevista y un grupo focal a todos los actores implicados en el flujo de los avances científicos que se producen en el microbioma, desde el laboratorio hasta la comercialización del producto. Los públicos

que participarían serían los científicos implicados en la ciencia básica y aplicada del microbioma, las empresas farmacéuticas, biotecnológicas y de alimentación que comercializan productos o servicios relacionados con el microbioma, los periodistas y comunicadores que participan en la difusión de los resultados de las investigaciones en el microbioma, los profesionales de la salud que recomiendan los productos y el consumidor o paciente final.

6. *Alfabetización en salud relacionada con el microbioma.* La habilidad de entender los estudios relativos al microbioma y saber implementarlos puede determinar la toma de mejores decisiones para la salud individual y del planeta. Medir la alfabetización en salud que la población tiene con respecto al microbioma y qué factores influyen en ella sería el punto de partida para aumentar el nivel de consciencia sobre el papel clave que juegan los microorganismos para la salud del medioambiente, dotar a las personas de habilidades de cultura científica y mediática con las que analizar de forma crítica todos los mensajes relacionados con el microbioma que les llegan a través de diferentes canales, así como para desarrollar un criterio propio con el que poder tomar mejores decisiones que afecten a su bienestar y calidad de vida y sobre todo a nivel de la salud planetaria.

BIBLIOGRAFÍA



7. Bibliografía

Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (9 de octubre de 2009). *Real Decreto 1487/2009, de 26 de septiembre, relativo a los complementos alimenticios*. <https://boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2009-16109>

Alioshkin Cheneguín, A., Salvat Salvat, I., Romay Barrero, H. y Torres Lacomba M. (2020). How good is online information on fibromyalgia? An analysis of quality and readability of websites on fibromyalgia in Spanish. *British Medical Journal Open*, 10(7), Artículo e037065. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-037065>

Allegretti, J. R., Mullish, B. H., Kelly, C. y Fischer, M. (2019). The evolution of the use of faecal microbiota transplantation and emerging therapeutic indications. *Lancet*, 394(10196), 420-431. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31266-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31266-8)

Aslam, R., Gibbons, D. y Ghezzi, P. (2017). Online information on antioxidants: information quality indicators, commercial interests, and ranking by Google. *Frontiers in Public Health*, 5, Artículo 90. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00090>

Asnicar F., Berry S. E., Valdes A. M., Nguyen, L. H., Piccinno, G., Drew, D. A., Leeming, E., Gibson, R., Le Roy, C., Al Khatib, H., Francis, L., Mazidi, M., Mompeo, O., Valles-Colomer, M.,

- Tett, A., Beghini, F., Dubois, L., Bazzani, D., Maltez Thomas, A.,... Segata, N. (2021). Microbiome connections with host metabolism and habitual diet from 1,098 deeply phenotyped individuals. *Nature Medicine*, 27(2), 321-332. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-01183-8>
- Baethge, C. y Engels, M. (2009). Citations count-even in the lay press: it is far from true that German science journalists only cite English language medical journals. An evaluation of the citation habits of the FAZ, the Spiegel, the SZ, the Welt, and the Zeit. *Deutsches Ärzteblatt International*, 106(25), 413-415. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2009.0413>
- Bafeta, A., Koh, M., Riveros, C. y Ravaud, P. (2018). Harms reporting in randomized controlled trials of interventions aimed at modifying microbiota: a systematic review. *Annals of Internal Medicine*, 169(4), 240-247. <https://doi.org/10.7326/M18-0343>
- Baig, S. A., Byron, M. J., Pepper, J. K. y Brewer, N. T. (2019). Interest in “organic”, “natural”, and “additive-free” cigarettes after hearing about toxic chemicals in cigarette smoke. *PLOS ONE*, 14(3), Artículo e0212480. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212480>
- Bar, N., Korem, T., Weissbrod, O., Zeevi, D., Rothschild, D., Leviatan, S., Kosower, N., Lotan-Pompan, M., Weinberger, A., Le Roy, C. I., Menni, C., Visconti, A., Falchi, M., Spector, T. D., The IMI DIRECT Consortium, Adamski, J., Franks, P. W.,

- Pedersen, O. y Segal, E. (2020). A reference map of potential determinants for the human serum metabolome. *Nature*, 588(7836), 135-140. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2896-2>
- Bartlett, C., Sterne, J. y Egger, M. (2002). What is newsworthy? Longitudinal study of the reporting of medical research in two British newspapers. *British Medical Journal*, 325(7355), 81-84. <https://doi.org/10.1136/bmj.325.7355.81>
- Basu, A. J. y Hogard, E. (2008). Fit for public consumption? An exploratory study of the reporting of nutrition research in UK tabloids with regard to its accuracy, and a preliminary investigation of public attitudes towards it. *Public Health Nutrition*, 11(11), 1124-1131. <https://doi.org/10.1017/S1368980007001565>
- Berg, G., Rybakova, D., Fischer, D., Cernava, T., Champomier Vergès, MC., Charles, T., Chen, X., Cocolin, L., Eversole, K., Herrero Corral, G., Kazou, M., Kinkel, L., Lange, L., Lima, N., Loy, A., Macklin, J. A., Maguin, E., Mauchline, T., McClure, R.,... Schloter, M. (2020). Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome*, 8(1), Artículo 103. <https://doi.org/10.1186/s40168-020-00875-0>
- Bergström, A. y Jervelycke Belfrage, M. (2018). News in social media. *Digital Journalism*, 6(5), 583-598. <https://doi.org/10.1080/21670811.2018.1423625>

- Besley, J. C. y Hill, D. (15 de mayo de 2020). *Science and technology: public attitudes, knowledge, and interest*. National Science Board. <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20207/interest-information-sources-and-involvement#s-t-information-sources>
- Besselink, M. G., van Santvoort, H. C., Buskens, E., Boermeester, M. A., van Goor, H., Timmerman, H. M., Nieuwenhuijs, V. B., Bollen, T. L., van Ramshorst, B., Wittteman, B. J., Rosman, C., Ploeg, R. J., Brink, M. A., Schaapherder, A. F., Dejong, C. H., Wahab, P. J., van Laarhoven, C. J., van der Harst, E., van Eijck, C. H.,... Dutch Acute Pancreatitis Study Group. (2008). Probiotic prophylaxis in predicted severe acute pancreatitis: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet*, 371(9613), 651-659. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)60207-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)60207-X)
- Bik, E. M. (2016). The hoops, hopes, and hypes of human microbiome research. *The Yale journal of biology and medicine*, 89(3), 363-373. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5045145/>
- Biondo, E. y Khoury, M. C. (2005). Información de salud en la prensa diaria argentina: adaptación al español y validación del cuestionario index of Scientific Quality para medir su calidad. *Biomédica*, 25(3), 366-376. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v25i3.1361>
- Bosch, F., Escalas, C., Forteza, A., Serés, E. y Casino, G. (2018). Lista de comprobación para mejorar la información sobre fármacos

- en la prensa: la importancia de informar sobre las fases y la incertidumbre de la investigación. *Revista Española de Comunicación en Salud*, 9(2), 203-214.
<https://doi.org/10.20318/recs.2018.4498>
- Bourrat, P. (2018). Have causal claims about the gut microbiome been over-hyped? *Bioessays*, 40(12), Artículo 1800178.
<https://doi.org/10.1002/bies.201800178>
- Boyer, G., Caulfield, T., Green, P. H. R. y Lebwohl, B. (2019). Promotion of testing for celiac disease and the gluten-free diet among complementary and alternative medicine practitioners. *The American Journal of Gastroenterology*, 114(5), 786-791.
<https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000000238>
- Bragg, M. A., Eby, M., Arshonsky, J., Bragg, A. y Ogedegbe, G. (2017). Comparison of online marketing techniques on food and beverage companies' websites in six countries. *Globalization and Health*, 13, Artículo 79. <https://doi.org/10.1186/s12992-017-0303-z>
- Brinich, M. A., Mercer, M. B. y Sharp, R. R. (2013). An analysis of online messages about probiotics. *BMC Gastroenterology*, 13, Artículo 5.
<https://doi.org/10.1186/1471-230X-13-5>
- BMJ. (17 de febrero de 2020). *Mediterranean diet promotes gut bacteria linked to 'healthy ageing' in older people*.
<https://www.bmj.com/company/newsroom/mediterranean->

[diet-promotes-gut-bacteria-linked-to-healthy-ageing-in-older-people/](#)

BMJ. (9 de marzo de 2022). *Distinct gut microbial profile may identify pancreatic cancer, irrespective of stage.*
<https://www.bmj.com/company/newsroom/distinct-gut-microbial-profile-may-identify-pancreatic-cancer-irrespective-of-stage/>

BMJ Best Practice. (septiembre de 2019). *What is GRADE?*
<https://bestpractice.bmj.com/info/us/toolkit/learn-ebm/what-is-grade/>

Brozek, J. L., Akl, E. A., Alonso-Coello, P., Lang, D., Jaeschke, R., Williams, J. W., Phillips, B., Lelgemann, M., Lethaby, A., Bousquet, J., Guyatt, G. H., Schünemann, H. J. y GRADE Working Group. (2009). Grading quality of evidence and strength of recommendations in clinical practice guidelines. Part 1 of 3. An overview of the GRADE approach and grading quality of evidence about interventions. *Allergy*, 64(5), 669-677.
<https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2009.01973.x>

Brüssow, H. (2020). Problems with the concept of gut microbiota dysbiosis. *Microbial Biotechnology*, 13(2), 423-434.
<https://doi.org/10.1111/1751-7915.13479>

- Cani, P. D. (2018). Human gut microbiome: hopes, threats and promises. *Gut*, 67(9), 1716-1725.
<https://doi.org/10.1136/gutjnl-2018-316723>
- Cano-Orón, L. (2019). Dr. Google, what can you tell me about homeopathy? Comparative study of the top10 websites in the United States, United Kingdom, France, Mexico and Spain. *El profesional de la información*, 28(2), Artículo e280213.
<https://doi.org/10.3145/epi.2019.mar.13>
- Casino, G. (2010). Producers, communicators and consumers of 'risk'. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 64(11), 940.
<http://dx.doi.org/10.1136/jech.2008.084517>
- Casino, G. (2015a). *Impacto de las revistas médicas en la prensa generalista internacional: análisis de citas y comunicados de prensa* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. E-Prints Complutense.
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/28008/>
- Casino, G. (2015b). Concisión frente a completitud en las noticias médicas. Análisis de los breves de biomedicina en el diario *El País*. *Panace@*, 16(42), 184-189.
https://www.tremedica.org/wp-content/uploads/n42_tribuna-GCasino2.pdf
- Casino, G., Rius, R. y Cobo, E. (2017). National citation patterns of *NEJM*, *The Lancet*, *JAMA* and *The BMJ* in the lay press: a quantitative content analysis. *British Medical Journal Open*, 7(11),

Artículo e018705. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018705>

Casino, G. (2018). Cita periodística: impacto de las revistas y los artículos científicos en la prensa generalista. *El profesional de la información*, 27(3), 692-697. <https://doi.org/10.3145/epi.2018.may.22>

Casino, G. (2019). Retos y perspectivas en el ecosistema de la información biomédica. *El profesional de la información*, 28(2), Artículo e280205. <https://doi.org/10.3145/epi.2019.mar.05>

Casino, G., Prados-Bo, A. y Bosch-Llonch, F. (2020). Articles on drugs in the Spanish press: How much information and what topics make the news? *Prisma Social*, 31, 189-211. <https://revistaprismasocial.es/article/view/3905>

Cassa Macedo, A., Oliveira Viela de Faria A. y Ghezzi, P. (2019). Boosting the immune system, from science to myth: analysis the infosphere with Google. *Frontiers in Medicine*, 6, Artículo 165. <https://doi.org/10.3389/fmed.2019.00165>

Caulfield, T. (11 de octubre de 2019). *Microbiome research needs a gut check*. The globe and mail. <https://www.theglobeandmail.com/opinion/article-microbiome-research-needs-a-gut-check/>

- Chaffey, D. (26 de enero de 2022). *Search engine marketing statistics 2022*. Smart Insights. <https://www.smartinsights.com/search-engine-marketing/search-engine-statistics/>
- Chalmers, I., Oxman, A. D., Austvoll-Dahlgren, A., Ryan-Vig, S., Pannell, S., Sewankambo, N., Semakula, D., Nsangi, A., Albarqouni, L., Glasziou, P., Mahtani, K., Nunan, D., Heneghan, C., y Badenoch, D. (2018). Key concepts for Informed Health Choices: a framework for helping people learn how to assess treatment claims and make informed choices. *British Medical Journal Evidence-Based Medicine*, 23, 29-33. <https://doi.org/10.1136/ebmed-2017-110829>
- Chiavaroli, L., Nishi, S. K., Khan, T. A., Khan, T. A., Braunstein, C. R., Glenn, A. J., Blanco Mejia, S., Rahelić, D., Kahleová, H., Salas-Salvadó, J., Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C. y Sievenpiper, J. L. (2018). Portfolio dietary pattern and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 61(1), 43-53. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.05.004>
- Chuong, K. H., O'Doherty, K. C. y Secko, D. M. (2015). Media discourse on the social acceptability of fecal transplants. *Qualitative Health Research*, 25(10), 1359-1371. <https://doi.org/10.1177/1049732314568199>
- Collinson, S., Deans, A., Padua-Zamora, A., Gregorio, G. V., Li, C., Dans, L. F. y Allen, S. J. (2020). Probiotics for treating acute

infectious diarrhoea. *Cochrane Database of Systematic Reviews*,
12(12), Artículo CD003048.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD003048.pub4>

Connell, M., Shin, A., James-Stevenson, T., Xu, H., Imperiale, T. F. y Herron, J. (2018). Systematic review and meta-analysis: Efficacy of patented probiotic, VSL#3, in irritable bowel syndrome. *Neurogastroenterology & Motility*, 30(12), Artículo e13427. <https://doi.org/10.1111/nmo.13427>

Conrad, P. (1999). Use of expertise: sources, quotes, and voice in the reporting of genetics in the news. *Public Understanding of Science*, 8(4), 285-302. <https://doi.org/10.1088/0963-6625/8/4/302>

Cooper, B. E. J., Lee, W. E., Goldacre, B. M. y Sanders, T. A. B. (2012). The quality of the evidence for dietary advice given in UK national newspapers. *Public Understanding of Science*, 21(6), 664-673. <https://doi.org/10.1177/0963662511401782>

Coppock, A., Ekins, E. y Kirby, D. (2018). The long-lasting effects of newspaper op-eds on public opinion. *Quarterly Journal of Political Science*, 13(1), 59-87. <https://doi.org/10.1561/100.00016112>

Costa, T. (2003). The human genome project and the media. Case study: the relation between genetics and the media. *Journal of Science Communication*, 2(1), 1-20.
<https://doi.org/10.22323/2.02010203>

Cotillard A., Cartier-Meheust A., Litwin N. S., Chaumont, S., Saccareau, M., Lejzerowicz, F., Tap, J., Koutnikova, H., Gutierrez Lopez, D., McDonald, D., Jin Song, S., Knight, R., Derrien, M. y Veiga, P. (2021). A posteriori dietary patterns better explain variations of the gut microbiome than individual markers in the American Gut Project. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 115(2), 432-443. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab332>

Davidson, S. J., Barrett, H. L., Price, S. A., Callaway, L. K. y Dekker Nitert, M. (2021). Probiotics for preventing gestational diabetes. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4(4), Artículo CD009951. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009951.pub3>

Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación y Observatorio de la Comunicación Científica (2021). *La información alimentaria a debate. ¿Qué pide la sociedad?*. https://www.upf.edu/documents/2725122/241382403/AyC_1_ES.pdf/11fc1e95-ca4e-4797-8f0b-31d7b85cdc3f

de Semir, V., Ribas, C. y Revuelta, G. (1998). Press releases of science journal articles and subsequent newspaper stories on the same topic. *Journal of the American Medical Association*, 280(3), 294-295. <https://doi.org/10.1001/jama.280.3.294>

de Simone, C. (2019). The Unregulated Probiotic Market. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 17(5), 809-817. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2018.01.018>

- de Vos, W. M., Tilg, H., Van Hul, M. y Cani, P. D. (2022). Gut microbiome and health: mechanistic insights. *Gut*, 71(5), 1020-1032. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2021-326789>
- D'Hondt K., Kostic T., McDowell R., Eudes, F., Singh, B. K., Sarkar, S., Markakis, M., Schelkle, B., Maguin, E. y Sessitsch, A. (2021). Microbiome innovations for a sustainable future. *Nature Microbiology* 6(2):138-142. <https://doi.org/10.1038/s41564-020-00857-w>
- Dimidi, E., Cox, C., Scott, S. M. y Whelan, K. (2019). Probiotic use is common in constipation, but only a minority of general and specialist doctors recommend them and consider there to be an evidence base. *Nutrition*, 61, 157-163. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.11.013>
- Dimidi, E., Scott, S. M. y Whelan, K. (2020). Probiotics and constipation: mechanisms of action, evidence for effectiveness and utilisation by patients and healthcare professionals. *Proceedings of the Nutrition Society*, 79(1), 147-157. <https://doi.org/10.1017/S0029665119000934>
- Dsouza, M., Menon, R., Crossette, E., Bhattarai, S. K., Schneider, J., Kim, Y. G., Reddy, S., Caballero, S., Felix, C., Cornacchione, L., Hendrickson, J., Watson, A. R., Minot, S. S., Greenfield, N., Schopf, L., Szabady, R., Patarroyo, J., Smith, W., Harrison, P.,... Norman, J. M. (2022). Colonization of the live biotherapeutic product VE303 and modulation of the microbiota and

metabolites in healthy volunteers. *Cell Host & Microbe*, 30(4), 583-598. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2022.03.016>

Dumas-Mallet, E., Smith, A., Boraud, T. y Gonon, F. (2017). Poor replication validity of biomedical association studies reported by newspapers. *PLOS ONE*, 12(2), Artículo e0172650. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172650>

Dumas-Mallet, E., Smith, A., Boraud, T. y Gonon, F. (2018). Scientific uncertainty in the press: How newspapers describe initial biomedical findings? *Science Communication*, 40(1), 124-141. <https://doi.org/10.1177/1075547017752166>

Dumas-Mallet, E., Garenne, A., Boraud, T. y Gonon, F. (2020). Does newspapers coverage influence the citations count of scientific publications? An analysis of biomedical studies. *Scientometrics*, 123, 413-427. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03380-1>

El Jassar, O. G., El Jassar, I. N. y Kritsotakis, E. I. (2019). Assessment of quality of information available over the internet about vegan diet. *Nutrition & Food Science*, 49(6), 1142-1152. <https://doi.org/10.1108/NFS-02-2019-0044>

European Food Safety Authority. (2019). *EFSA remit & role: with focus on scientific substantiation of Health Claims made on foods*. <https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/event/190118-ax.pdf>

- Eysenbach, G. y Köhler, C. (2002). How do consumers search for and appraise health information on the world wide web? Qualitative study using focus groups, usability tests, and in-depth interviews. *British Medical Journal*, 324, Artículo 573. <https://doi.org/10.1136/bmj.324.7337.573>
- Falony, G., Vandeputte, D., Caenepeel, C., Vieira-Silva, S., Daryoush, T., Vermeire, S. y Raes, J. (2019). The human microbiome in health and disease: hype or hope. *Acta Clinica Belgica*, 74(2), 53-64. <https://doi.org/10.1080/17843286.2019.1583782>
- Fanelli, D. (2013). Any publicity is better than none: newspaper coverage increases citations, in the UK more than in Italy. *Scientometrics*, 95, 1167-1177. <https://doi.org/10.1007/s11192-012-0925-0>
- Ferreira de Miranda, J., Fernandes Ruiz, L., Borges Silva, C., Matsue Uekane, T., Alencar Silva, K., Martins Gonzalez, A. G., Freitas Fernandes, F. y Ribeiro Lima, A. (2022). Kombucha: a review of substrates, regulations, composition, and biological properties. *Journal of Food Science*, 87(2), 503-527. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16029>
- Fijan, S., Frauwallner, A., Varga, L., Langerholc, T., Rogelj, I., Lorber, M., Lewis, P. y Povalej Bržan, P. (2019). Health Professionals' Knowledge of Probiotics: An International Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(17), Artículo 3128. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173128>

- Freedman, S. B., Schnadower, D. y Tarr, P. I. (2020). The Probiotic Conundrum: Regulatory Confusion, Conflicting Studies, and Safety Concerns. *Journal of the American Medical Association*, 323(9), 823-824. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.22268>
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). (2020). *Encuesta de percepción social de la ciencia y la tecnología*. <https://www.fecyt.es/es/noticia/encuestas-de-percepcion-social-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-en-espana>
- Gacesa, R., Kurilshikov, A., Vich Vila, A., Sinha, T., Klaassen, M. A. Y., Bolte, L. A., Andreu-Sánchez, S., Chen, L., Collij, V., Hu, S., Dekens, J. A. M., Lenters, V. C., Björk, J. R., Swarte, J. C., Swertz, M. A., Jansen, B. H., Gelderloos-Arends, J., Jankipersadsing, S., Hofker, M.,... Weersma, R. K. (2022). Environmental factors shaping the gut microbiome in a Dutch population. *Nature*, 604(7907), 732-739. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04567-7>
- Gholizadeh Z., Papi A., Ashrafi-rizi H., Shahrzadi, L. y Hasanzadeh, A. (2017). Quality evaluation of Persian nutrition and diet therapy websites. *Journal of Education and Health Promotion*, 6, Artículo 48. <https://www.jehp.net/article.asp?issn=2277-9531;year=2017;volume=6;issue=1;spage=48;epage=48;aulast=Gholizadeh>
- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen S. J., Scott, K., Stanton, K. S., Cani, P. D., Verbeke,

- K. y Reid G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(8), 491-502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>
- Gill, S. K., Rossi, M., Bajka, B. y Whelan, K. (2021). Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18(2), 101-116. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-00375-4>
- Glud, L. L., Vilstrup, H. y Morgan, M. Y. (2016). Non-absorbable disaccharides versus placebo/no intervention and lactulose versus lactitol for the prevention and treatment of hepatic encephalopathy in people with cirrhosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (4), Artículo CD003044. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003044.pub4>
- Gonon, F., Konsman, J. P., Cohen, D. y Boraud, T. (2012). Why most biomedical findings echoed by newspapers turn out to be false: the case of attention deficit hyperactivity disorder. *PLOS ONE*, 7(9), Artículo e44275. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044275>
- Grilli, R., Ramsay, C. y Minozzi, S. (2002). Mass media interventions: effects on health services utilisation. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (1), Artículo CD000389. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000389>

- Groneberg, D. A., Rolle, S., Bendels, M. H. K., Klingelhöfer, D., Schöffel, N., Bauer, J. y Brüggmann, D. (2019). A world map of evidence-based medicine: density equalizing mapping of the Cochrane database of systematic reviews. *PLOS ONE*, *14*(12), Artículo e0226305. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226305>
- Guasch, B., Cortiñas, S., González, M., Justel-Vázquez, S. y Peña, J. (2019). The representation of graphene in the online press of the United States, the United Kingdom, and Spain. *International Journal of Communication*, *13*(25), 966-990. <https://ijoc.org/index.php/ijoc/article/view/9843>
- Guo, Q., Goldenberg, J. Z., Humphrey C., El Dib, R. y Johnston, B. C. (2019). Probiotics for the prevention of pediatric antibiotic-associated diarrhea. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *4*(4), Artículo CD004827. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004827.pub5>
- Gut Microbiota for Health (24 de junio de 2020). *Getting to know your gut microbiota*. <https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/getting-to-know-your-gut-microbiota/>
- Guzmán-Caro, G., García López, F. J. y Royo-Bordonada, M. A. (2021). Conflicts of interest among scientific foundations and societies in the field of childhood nutrition. *Gaceta Sanitaria*, *35*(1), 320-325. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.03.008>

- Hanage, W. P. (2014). Microbiology: Microbiome science needs a healthy dose of scepticism. *Nature*, 512(7514), 247-248. <https://doi.org/10.1038/512247a>
- Hatfield, D. P., Sweeney, K. P., Lau, J. y Lichtenstein, A. H. (2014). Critical assessment of high-circulation print newspaper coverage of the Institute of Medicine report Dietary Reference Intakes for calcium and vitamin D. *Public Health Nutrition*, 17(8), 1868-1876. <https://doi.org/10.1017/S1368980013002073>
- Hawkes, C. & World Health Organization. (2007). *Marketing food to children: changes in the global regulatory environment, 2004-2006*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43693>
- Helm, J. y Jones, R. M. (2016). Practice paper of the Academy of Nutrition and Dietetics: social media and the dietetics practitioner: opportunities, challenges, and best practices. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(11), 1825-1835. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.003>
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Berni Canani, R., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P. C. y Sanders M. E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506-514. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>

- Hill, C. (2020a). Balancing the risks and rewards of live biotherapeutics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 17(3), 133-134. <https://doi.org/10.1038/s41575-019-0254-3>
- Hill, C. (2020b). You have the microbiome you deserve. *Gut Microbiome*, 1, Artículo E3. <https://doi.org/10.1017/gmb.2020.3>
- Hooks, K. B., Konsman, J. P. y O'Malley, M. A. (2019). Microbiota-gut-brain research: a critical analysis. *Behavioral and Brain Sciences*, 42, Artículo E60. <https://doi.org/10.1017/S0140525X18002133>
- Huang, X., Fan, X., Ying, J. y Chen, S. (2019). Emerging trends and research foci in gastrointestinal microbiome. *Journal of Translational Medicine*, 17, Artículo 67. <https://doi.org/10.1186/s12967-019-1810-x>
- Hype or hope (2019). *Nature Reviews Microbiology*, 17, Artículo 717. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0283-5>
- Iaboli, L., Caselli, L., Filice, A., Russi, G. y Belletti, E. (2010). The unbearable lightness of health science reporting: a week examining Italian print media. *PLOS ONE*, 5(3), Artículo e9829. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009829>
- Iles, I. A., Pearson J. L., Lindblom, E. y Bridgid Moran, M. (2021). “Tobacco and water”: testing the health halo effect of natural American spirit cigarette ads and its relationship with perceived

- absolute harm and use intentions. *Health Communication*, 36(7), 804-815. <https://doi.org/10.1080/10410236.2020.1712526>
- Jones, S. (2013). Trends in microbiome research. *Nature Biotechnology* 31(4), Artículo 277. <https://doi.org/10.1038/nbt.2546>
- Kapp, J. M. y Sumner, W. (2019). Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Annals of Epidemiology*, 30, 66-70. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2018.11.001>
- Khalesi, S., Bellissimo, N., Vandelanotte, C., Williams, S., Stanley, D. y Irwin, C. (2019). A review of probiotic supplementation in healthy adults: helpful or hype? *European Journal of Clinical Nutrition*, 73(1), 24-37. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0135-9>
- Kiernan, V. (2003). Diffusion of news about research. *Science Communication*, 25(1), 3-13. <https://doi.org/10.1177/1075547003255297>
- Kim, E., Kim, D., Yang, S. M. y Kim, H. Y. (2022). Validation of probiotic species or subspecies identity in commercial probiotic products using high-resolution PCR method based on large-scale genomic analysis. *Food Research International*, 154, Artículo 111011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111011>

- Kininmonth, A. R., Jamil, N., Almatrouk, N. y Evans, C. E. L. (2017). Quality assessment of nutrition coverage in the media: a 6-week survey of five popular UK newspapers. *British Medical Journal Open*, 7(12), Artículo e014633. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-014633>
- Lai, W. Y. Y. y Lane, T. (2009). Characteristics of medical research news reported on front pages of newspapers. *PLOS ONE*, 4(7), Artículo e6103. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006103>
- Landis, J. R. y Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lewison, G., Aggarwal, A., Roe, P., Møller, H., Chamberlain, C. y Sullivan, R. (2018). UK newspaper reporting of the NHS cancer drugs fund, 2010 to 2015: a retrospective media analysis. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 111(10), 366-373. <https://doi.org/10.1177/0141076818796802>
- Li, J., Jia, H., Cai, X., Zhong, H., Feng, Q., Sunagawa, S., Arumugam, M., Roat Kultima, J., Prifti, E., Nielsen, T., Sierakowska Juncker, A., Manichanh, C., Chen, B., Zhang, W., Levenez, F., Wang, J., Xu, X., Xiao, L., Liang, S.,... Wang, J. (2014). An integrated catalog of reference genes in the human gut microbiome. *Nature Biotechnology*, 32(8), 834-841. <https://doi.org/10.1038/nbt.2942>

- Li, D., Gao, C., Zhang, F., Yang, R., Lan, C., Ma, Y. y Wang, J. (2020). Seven facts and five initiatives for gut microbiome research. *Protein & Cell*, 11(6), 391-400. <https://doi.org/10.1007/s13238-020-00697-8>
- Lloyd-Price J, Abu-Ali G. y Huttenhower, C. (2016). The healthy human microbiome. *Genome Medicine*, 8(1), Artículo 51. <https://doi.org/10.1186/s13073-016-0307-y>
- Luckey, T. D. (1972). Introduction to intestinal microecology. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 25(12), 1292-1294. <https://doi.org/10.1093/ajcn/25.12.1292>
- Lynch, E., Troob, J., Lebowitz, B. y Freedberg, D. E. (2021). Who uses probiotics and why? A survey study conducted among general gastroenterology patients. *British Medical Journal Open Gastroenterology*, 8(1), Artículo e000742. <https://doi.org/10.1136/bmjgast-2021-000742>
- Maltez Thomas, A. y Segata, N. (2019). Multiple levels of the unknown in microbiome research. *BMC Biology*, 17(1), Artículo 48. <https://doi.org/10.1186/s12915-019-0667-z>
- Marco, M. L., Sanders, M. E., Gänzle, M., Claire Arrieta, M., Cotter, P. D., De Vuyst, L., Hill, C., Holzapfel, W., Lebeer, S., Merenstein, D., Reid, G., Wolfe, B. E. y Hutkins, R. (2021). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods.

Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 18(3), 196-208.
<https://doi.org/10.1038/s41575-020-00390-5>

Marcon, A. R., Bieber, M. y Caulfield, T. (2018). Representing a “revolution”: how the popular press has portrayed personalized medicine. *Genetics in Medicine*, 20(9), 950-956.
<https://doi.org/10.1038/gim.2017.217>

Marcon, A. R., Turvey, S. y Caulfield, T. (2021). ‘Gut health’ and the microbiome in the popular press: a content analysis. *British Medical Journal Open*, 11(7), Artículo e052446.
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-052446>

Mathelus, S., Pittman, G. y Yablonski-Crepeau, J. (2012). Promotion of research articles to the lay press: a summary of a three-year project. *Learned Publishing*, 25(3), 207-212.
<https://doi.org/10.1087/20120307>

McFarland, L. V., Evans, C. T. y Goldstein, E. J. C. (2018). Strain-specificity and disease-specificity of probiotic efficacy: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine*, 5, Artículo 124. <https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00124>

Montaña Blasco, M. y Jiménez-Morales, M. (2020). Soft drinks and sugar-sweetened beverages advertising in Spain: correlation between nutritional values and advertising discursive strategies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), Artículo 2335. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072335>

- Montaña Blasco, M. y Jiménez-Morales, M. (2021). Breakfast food advertising and prevention of obesity: analysis of the nutritional value of the products and discursive strategies used in the breakfast ads from 2015 to 2019. *Nutrients*, 13(1), Artículo 231. <https://doi.org/10.3390/nu13010231>
- Nagler R. H. (2014). Adverse outcomes associated with media exposure to contradictory nutrition messages. *Journal of Health Communication*, 19(1), 24-40. <https://doi.org/10.1080/10810730.2013.798384>
- National Human Genome Research Institute. (2014). *Human Microbiome Project (HMP) Telebriefing Resources*. <https://www.genome.gov/27549115/human-microbiome-project-telebriefing-resources>
- National Institutes of Health. (2007). *NIH Launches Human Microbiome Project*. <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/nih-launches-human-microbiome-project>
- Nerlich, B. (12 de mayo de 2017). *The microbiome goes viral*. University of Nottingham Blogs: making science public. <https://blogs.nottingham.ac.uk/makingsciencepublic/2017/05/12/microbiome-goes-viral/>
- Neunez, M., Goldman, M. y Ghezzi, P. (2020). Online information on probiotics: does it match scientific evidence? *Frontiers in Medicine*, 6, Artículo 296. <https://doi.org/10.3389/fmed.2019.00296>

- Nutrimedia. (20 de noviembre de 2017). Evaluación científica de mensajes sobre alimentación y nutrición: “Los alimentos o productos *light* ayudan a adelgazar”. <https://bit.ly/3N03DSO>
- Nutrimedia. (31 de marzo de 2019). Evaluación científica de mensajes sobre alimentación y nutrición: “¿El consumo de alimentos ecológicos es beneficioso para la salud?”. <https://bit.ly/38rwosA>
- Nutrimedia. (20 de diciembre de 2020). Evaluación científica de mensajes sobre alimentación y nutrición: “¿Son los alimentos probióticos beneficiosos para la salud?”. <https://bit.ly/3GuwNY3>
- Ostry A, Young M. L. y Hughes M. (2008). The quality of nutritional information available on popular websites: a content analysis. *Health Education Research* 23(4), 648-655. <https://doi.org/10.1093/her/cym050>
- Oxman, A. D., Guyatt, G. H., Cook, D. J., Jaeschke, R., Heddle, N. y Keller, J. (1993). An index of scientific quality for health reports in the lay press. *Journal of Clinical Epidemiology*, 46(9), 987-1001. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(93\)90166-x](https://doi.org/10.1016/0895-4356(93)90166-x)
- Oxman, M., Larun, L., Pérez Gaxiola, G., Alsaid, D., Qasim, A., James Rose, C., Bischoff, K. y Oxman, D. (2022). Quality of information in news media reports about the effects of health

interventions: systematic review and meta-analyses [version 2; peer review: 4 approved]. *F1000Research*, 10, Artículo 433. <https://doi.org/10.12688/f1000research.52894.2>

Pallari, E., Lewison, G. y Sullivan, R. (2017). How is chronic non-communicable respiratory conditions research reported in European newspapers? An impact assessment for policy. *The Clinical Respiratory Journal*, 11(5), 657-665. <https://doi.org/10.1111/crj.12685>

Petrescu, P. (1 de octubre de 2014). Google organic click-through rates in 2014. MOZ. <https://moz.com/blog/google-organic-click-through-rates-in-2014>

Phillips D. P., Kanter E. J., Bednarczyk B. y Tastad, P. L. (1991). Importance of the lay press in the transmission of medical knowledge to the scientific community. *The New England Journal of Medicine*, 325(16), 1180-1183. <https://doi.org/10.1056/NEJM199110173251620>

Prados-Bo, A. (15 de mayo de 2021). De qué hablamos cuando hablamos de microbiota, microbioma y probióticos. *Nutrimedia*. https://www.upf.edu/web/nutrimedia/comer-con-ciencia/-/asset_publisher/nT8cIY7ldZB3/content/id/245524067/maximized#.YkXk5W5By8Z

Prados-Bo, A. y Casino, G. (2021). Microbiome research in general and business newspapers: How many microbiome articles are

published and which study designs make the news the most?
PLOS ONE, 16(4), Artículo e0249835.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249835>

Prados-Bo, A. y Casino, G. (2022). How have quality newspapers covered the microbiome? A content analysis of *The New York Times*, *The Times*, and *El País*. *Journalism*.
<https://doi.org/10.1177/14648849211067858>

Prados-Bo, A., Rabassa, M., Bosch, M. y Casino, G. (2022). Online information in Spanish on probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics: an analysis of the quality of information and the certainty of the evidence supporting health claims. *British Medical Journal Open*, 12(8), Artículo e063316.
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-063316>

Qin, J., Li, R., Raes, J., Arumugam, M., Solvsten Burgdorf, K., Manichanh, C., Nielsen, T., Pons, N., Levenez, F., Yamada, T., Mende, D. R., Li, J., Xu, J., Li, S., Li, D., Cao, J., Wang, B., Liang, H., Zheng, H.,... Wang, J. (2010). A human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature*, 464(7285), 59-65. <https://doi.org/10.1038/nature08821>

Rabassa, M., Alonso-Coello, P. y Casino, G. (2020). Nutrimedia: A novel web-based resource for the general public that evaluates the veracity of nutrition claims using the GRADE approach. *PLOS ONE*, 15(4), Artículo e0232393.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232393>

- Rachul, C., Marcon, A. R., Collins, B. y Caulfield, T. (2020). COVID-19 and ‘immune boosting’ on the internet: a content analysis of Google search results. *British Medical Journal Open*, 10(10), Artículo e040989. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-040989>
- Ramaswami, P. (10 de febrero de 2015). *A remedy for your health-related questions: Health info in the knowledge graph*. Google Official Blog. <https://blog.google/products/search/health-info-knowledge-graph/>
- Reid, G., Gadir, A. A. y Dhir, R. (2019). Probiotics: reiterating what they are and what they are not. *Frontiers in Microbiology*, 10, Artículo 424. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00424>
- Revuelta, G. (2006). Salud y medios de comunicación en España. *Gaceta Sanitaria*, 20(Supl 1), 203-208. <https://doi.org/10.1157/13086045>
- Reynolds, A., Mann, J., Cummings, J., Winter, N., Mete, E. y Morenga, L. T. (2019). Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *Lancet*, 393(10170), 434-445. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31809-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31809-9)
- Reynolds, A. N., Akerman, A., Kumar, S., Tran Diep Pham, H., Coffey, S. y Mann, J. (2022). Dietary fibre in hypertension and cardiovascular disease management: systematic review and meta-analyses. *BMC Medicine*, 20(1), Artículo 139. <https://doi.org/10.1186/s12916-022-02328-x>

- Robinson, A., Coutinho, A., Bryden, A. y McKee, M. (2013). Analysis of health stories in daily newspapers in the UK. *Public Health*, 127(1), 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2012.10.001>
- Rothschild, D., Weissbrod, O., Barkan, E., Kurilshikov, A., Korem, T., Zeevi, D., Costea, P. I., Godneva, A., Kalka, I. N., Bar, N., Shilo, S., Lador, D., Vich Vila, A., Zmora, N., Pevsner-Fischer, M., Israeli, D., Kosower, N., Malka, G., Chen Wolf, B.,... Segal, E. (2018). Environment dominates over host genetics in shaping gut microbiota. *Nature*, 555(7695), 210-215. <https://doi.org/10.1038/nature25973>
- Sandvik, H. (1999). Health information and interaction on the internet: a survey of female urinary incontinence. *British Medical Journal*, 319, Artículo 29. <https://doi.org/10.1136/bmj.319.7201.29>
- Schmidt, C. (2013). The startup bugs. *Nature Biotechnology*, 31(4), 279-281. <https://doi.org/10.1038/nbt.2544>
- Schwartz, L. M. y Woloshin, S. (2003). On the prevention and treatment of exaggeration. *Journal of General Internal Medicine*, 18(2), 153-154. <https://doi.org/10.1046/j.1525-1497.2003.21216.x>
- Schwartz, L. M., Woloshin, S., Andrews, A. y Stukel, T. A. (2012). Influence of medical journal press releases on the quality of associated newspaper coverage: retrospective cohort study. *British Medical Journal*, 344, Artículo d8164. <https://doi.org/10.1136/bmj.d8164>

- Schwitzer, G. (14 de septiembre de 2007). *Too brief to matter – part two: the benefits/harms of briefs and digests*. HealthNewsReview.org. <https://www.healthnewsreview.org/2007/09/oo-brief-to-matter-part-two-the-benefitsharms-of-briefs-and-digests/>
- Schwitzer, G. (2008). How do US journalists cover treatments, tests, products, and procedures? An evaluation of 500 stories. *PLOS Medicine*, 5(5), Artículo e95. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050095>
- Schwitzer, G. (28 de agosto de 2018). *Observations about today's observational studies in the news*. HealthNewsReview.org. <https://www.healthnewsreview.org/2018/08/observations-about-todays-observational-studies-in-the-news/>
- Selvaraj, S., Borkar, D. S. y Prasad, V. (2014). Media coverage of medical journals: do the best articles make the news? *PLOS One*, 9(1), Artículo e85355. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085355>
- Sender, R., Fuchs, S. y Millo, R. (2016). Revised estimates for the number of human and bacteria cells in the body. *PLOS Biology*, 14(8), Artículo e1002533. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002533>
- Shan, Y., Segre, J. A. y Chang, E. B. (2019). Responsible stewardship for communicating microbiome research to the press and

public. *Nature Medicine*, 25(6), 872-874.
<https://doi.org/10.1038/s41591-019-0470-y>

Shanahan, F. y Hill, C. (2019). Language, numeracy and logic in microbiome science. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 16(7), 387-388. <https://doi.org/10.1038/s41575-019-0163-5>

Shanahan, F., Ghosh, T. S. y O'Toole, P. W. (2021). The healthy microbiome-What is the definition of a healthy gut microbiome? *Gastroenterology*, 160(2), 483-494.
<https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.09.057>

Sharif, S., Meader, N., Oddie, S. J., Rojas-Reyes, M. X. y McGuire W. (2020). Probiotics to prevent necrotizing enterocolitis in very preterm or very low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 10(10), Artículo CD005496.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD005496.pub5>

Shi, Q., Tan, L., Liu, C., Wang, H., Zhang, J., Wang, H. y Zhai, J. (2019). Comparative efficacy of pharmacological and nonpharmacological treatments for chronic idiopathic constipation in China: a Bayesian network meta-analysis. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1), Artículo 311.
<https://doi.org/10.1186/s12906-019-2741-z>

Shoemaker, P. J. (2006). News and newsworthiness: a commentary. *Communications*, 31(1), 105-111.
<https://doi.org/10.1515/commun.2006.007>

- Slavin, J. (2013). Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417-1435. <https://doi.org/10.3390/nu5041417>
- Staudacher, H. M. y Loughman, A. (2021). Gut health: definitions and determinants. *The Lancet Gastroenterology & Hepatology*, 6(4), 269. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(21\)00071-6](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(21)00071-6)
- Stephenson, J. (1999). Genetics and journalism. En A. K. Thompson, R. F. Chadwick (Eds.), *Genetic information* (pp. 201-205). Springer.
- Stulberg, E., Fravel, D., Proctor, L. M., Murray, D. M., LoTempio, J., Chrisey, L., Garland, J., Goodwin, K., Graber, J., Camille Harris, M., Jackson, S., Mishkind, M., Marshall Porterfield, D. y Records, A. (2016). An assessment of US microbiome research. *Nature Microbiology*, 1, Artículo 15015. <https://doi.org/10.1038/nmicrobiol.2015.15>
- Su G. L., Ko, C. W., Bercik, P., Falck-Ytter, Y., Sultan, S., Weizman, A. V. y Morgan, R. L. (2020). AGA Clinical Practice Guidelines on the Role of Probiotics in the Management of Gastrointestinal Disorders. *Gastroenterology*, 159(2), 697-705. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.05.059>
- Subhan Arshad, M., Saqlain, M., Majeed, A., Imran, I., Saeed, H., Usman Saleem, M., Asad Abrar, M., Islam, M., Hashmi, F., Akbar, M., Omer Chaudhry, M., Ramzan, B. y Fawad Rasool, M. (2021). Cross-sectional study to assess the healthcare professionals' knowledge, attitude and practices about probiotics use in

- Pakistan. *British Medical Journal Open*, 11, Artículo e047494.
<https://bmjopen.bmj.com/content/11/7/e047494>
- Suez, J., Zmora, N., Segal, E. y Elinav, E. (2019). The pros, cons, and many unknowns of probiotics. *Nature Medicine*, 25(5), 716-729.
<https://doi.org/10.1038/s41591-019-0439-x>
- Sumathipala, A., Siribaddana, S. y Patel, V. (2004). Underrepresentation of developing countries in the research literature: ethical issues arising from a survey of five leading medical journals. *BMC Medical Ethics*, 5, Artículo 5.
<https://doi.org/10.1186/1472-6939-5-5>
- Sumner, P., Vivian-Griffiths, S., Boivin, J., Williams, A., Venetis, C. A., Davies, A., Ogden, J., Whelan, L., Hughes, L., Dalton, B., Boy, F. y Chambers, C. D. (2014). The association between exaggeration in health related science news and academic press releases: retrospective observational study. *British Medical Journal*, 349, Artículo g7015. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7015>
- Sundar, A. y Kardes, F. R. (2015). The role of perceived variability and the health halo effect in nutritional inference and consumption. *Psychology & Marketing*, 32(5), 512-521.
<https://doi.org/10.1002/mar.20796>
- Taroncher-Oldenburg, G., Jones, S., Blaser, M., Bonneau, R., Christey, P., Clemente, J. C., Elinav, E., Ghedin, E., Huttenhower, C., Kelly, D., Kyle, D., Littman, D., Maiti, A., Maue, A., Olle, B., Segal, L., van Hylckama Vlieg, J. E. T. y Wang, J. (2018).

- Translating microbiome futures. *Nature Biotechnology*, 36(11), 1037-1042. <https://doi.org/10.1038/nbt.4287>
- Unión Europea. (13 de diciembre de 2014). *Reglamento (CE) n.º 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 2006, relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?qid=1440586777543&uri=CELEX:32006R1924>
- Unión Europea. (1 de enero de 2018). *Reglamento (CE) n.º 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2011, sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32011R1169>
- Valdes, A. M., Walter, J., Segal, E. y Spector, T. D. (2018). Role of the gut microbiota in nutrition and health. *British Medical Journal*, 361, Artículo k2179. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2179>
- Vijaykumar, S., McNeill, A. y Simpson, J. (2021). Associations between conflicting nutrition information, nutrition confusion and backlash among consumers in the UK. *Public Health Nutrition*, 24(5), 914-923. <https://doi.org/10.1017/S1368980021000124>
- Vujkovic-Cvijin, I., Sklar, J., Jiang, L., Natarajan, L., Knight, R. y Belkaid, Y. (2020). Host variables confound gut microbiota

- studies of human disease. *Nature*, 587(7834), 448-454.
<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2881-9>
- Walter, J., Armet, A. M., Finlay, B. B. y Shanahan, F. (2020). Establishing or exaggerating causality for the gut microbiome: lessons from human microbiota-associated rodents. *Cell*, 180(2), 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.12.025>
- Wang, M. T. M., Bolland, M. J., Gamble, G. y Grey, A. (2015). Media coverage journal press releases and editorials associated with randomized and observational studies in high-impact medical journals: a cohort study. *PLOS ONE*, 10(12), Artículo e0145294. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145294>
- Wang, Y., Jiang, Y., Deng, Y., Yi, C., Wang, Y., Ding, M., Liu, J., Jin, X., Shen, L., He, Y., Wu, X., Che, X., Sun, C., Zheng, M., Zhang, R., Ye, H., An, H. y Wong, A. (2020). Probiotic Supplements: Hope or Hype? *Frontiers in Microbiology*, 11, Artículo 160. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00160>
- Welbers, K. y Opgenhaffen, M. (2018). Presenting News on Social Media. *Digital Journalism*, 7(1), 45-62. <https://doi.org/10.1080/21670811.2018.1493939>
- Whelan, K. [@ProfWhelan]. (21 mayo de 2022). *Many food components impact the gut microbiome. Many definitions, many of which overlap! I explain all on diet and gut #microbiome @DDWMeeting #DDW2022* [Miniatura con enlace adjunto] [Tuit]. Twitter.

<https://twitter.com/ProfWhelan/status/15279140542362869>

[77](#)

Williams, G., Hamm, M. P., Shulhan, J., Vandermeer, B. y Hartling, L. (2014). Social media interventions for diet and exercise behaviours: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Medical Journal Open*, 4, Artículo e003926. <https://bmjopen.bmj.com/content/4/2/e003926>

Williams, M. D., Ha, C. Y. y Ciorba, M. A. (2010). Probiotics as Therapy in Gastroenterology A Study of Physician Opinions and Recommendations. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 44(9), 631-636. [https://journals.lww.com/jcge/Abstract/2010/10000/Probiotics as Therapy in Gastroenterology A Study.14.aspx](https://journals.lww.com/jcge/Abstract/2010/10000/Probiotics_as_Therapy_in_Gastroenterology_A_Study.14.aspx)

Wolf, C. y Schnauber, A. (2015). News Consumption in the Mobile Era. The role of mobile devices and traditional journalism's content within the user's information repertoire. *Digital Journalism*, 3(5), 759-776. <https://doi.org/10.1080/21670811.2014.942497>

Woloshin, S. y Schwartz, L. M. (2002). Press Releases Translating Research Into News. *Journal of the American Medical Association*, 287(21), 2856-2858. <https://doi.org/10.1001/jama.287.21.2856>

- World Gastroenterology Organisation. (2017). *Probiotics and prebiotics*.
<https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/probiotics-and-prebiotics>
- Yang, Y., Zhao, L. G., Wu, Q. J., Ma, X. y Xiang, Y. B. (2015). Association between dietary fiber and lower risk of all-cause mortality: a meta-analysis of cohort studies. *American Journal of Epidemiology*, 181(2), 83-91.
<https://doi.org/10.1093/aje/kwu257>
- Zeraatkar, D., Obeda, M., Ginsberg, J. S. y Hirsh, J. (2017). The development and validation of an instrument to measure the quality of health research reports in the lay media. *BMC Public Health*, 17(1), Artículo 343. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4259-y>
- Zimmer, C. (1 de enero de 2018). *Fiber is good for you. Now scientists may know why*. The New York Times.
<https://www.nytimes.com/2018/01/01/science/food-fiber-microbiome-inflammation.html>

II. COMPENDIO DE PUBLICACIONES





1. Primera publicación: impacto de la investigación del microbioma en la prensa generalista y económica

Prados-Bo, A. y Casino, G. (2021). Microbiome research in general and business newspapers: How many microbiome articles are published and which study designs make the news the most? *PLOS ONE*, 16(4), Artículo e0249835. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249835>

La revista *PLOS ONE* está indexada en Scopus (Q1) y Web of Science – Science Citation Index Expanded (Q2). Su factor de impacto JCR 2021 es 3,752.

RESEARCH ARTICLE

Microbiome research in general and business newspapers: How many microbiome articles are published and which study designs make the news the most?

Andreu Prados-Bo ^{1,2*}, Gonzalo Casino ^{1,3*}

1 Department of Communication, Pompeu Fabra University, Barcelona, Spain, **2** Blanquerna School of Health Sciences, Ramon Llull University, Barcelona, Spain, **3** Iberoamerican Cochrane Centre, Biomedical Research Institute Sant Pau (IIB Sant Pau), Barcelona, Spain

* andreu@andreuprados.com (APB); gonzalo.casino@upf.edu (GC)

**OPEN ACCESS**

Citation: Prados-Bo A, Casino G (2021)

Microbiome research in general and business newspapers: How many microbiome articles are published and which study designs make the news the most? PLoS ONE 16(4): e0249835. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249835>

Editor: Federico Neresini, University of Padova, Università degli Studi di Padova, ITALY

Received: July 28, 2020

Accepted: March 25, 2021

Published: April 9, 2021

Peer Review History: PLOS recognizes the benefits of transparency in the peer review process; therefore, we enable the publication of all of the content of peer review and author responses alongside final, published articles. The editorial history of this article is available here: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249835>

Copyright: © 2021 Prados-Bo, Casino. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper and its [Supporting Information](#) files.

Abstract

The microbiome is a matter of interest for science, consumers and business. Our objective is to quantify that interest in academic journals and newspapers, both quantitatively and by study design. We calculated the number of articles on the microbiome from the total number of biomedicine articles featured in both PubMed and Spanish science news agency SINC, from 2008 to 2018. We used the Factiva database to identify news stories on microbiome papers in three general newspapers (*The New York Times*, *The Times* and *El País*) and three business newspapers (*The Wall Street Journal*, *the Financial Times* and *Expansión*), from 2007 to 2019. Then, we compared news stories with microbiome papers in PubMed, while also analyzing the frequencies of five study design types, both in the newspapers and in the papers themselves. Microbiome papers represented 0.8% of biomedicine papers in PubMed from 2008 to 2018 (increasing from 0.4% to 1.4%), while microbiome news published by SINC represented 1.6% of total biomedical news stories during the same period (increasing from 0.2% to 2.2%). The number of news stories on microbiome papers correlated with the number of microbiome papers (0.91, $p < 0.001$) featured in general newspapers, but not in business ones. News stories on microbiome papers represented 78.9% and 42.7% of all microbiome articles in general and business newspapers, respectively. Both media outlet types tended to over-report observational studies in humans while under-reporting environmental studies, while the representation of systematic reviews of randomized controlled trials, randomized controlled trials and animal/laboratory studies was similar when comparing newspapers and PubMed. The microbiome is receiving increasing attention in academic journals and newspapers. News stories on the microbiome in general and business newspapers are mostly based on research findings and are more interested in observational studies in humans and less in environmental studies compared to PubMed.

Funding: The authors received no specific funding for this work.

Competing interests: have read the journal's policy and the authors of this manuscript have the following competing interests: APB is a paid consultant to companies commercially involved in the gut microbiota and probiotics. GC has declared no competing interests. This does not alter our adherence to PLOS ONE policies on sharing data and materials.

Introduction

On 19 December 2007, four years after the completion of the Human Genome Project, the Human Microbiome Project (HMP), conceived as a “second human genome project” [1], was launched. HMP focuses on microbial communities and their genomes on and in the human body, collectively known as the microbiome [2]. Research into the microbiome dates back to the early 20th century [3]. The 21st century, however, has witnessed a paradigm shift regarding the crucial role microbes play in the way ecosystems—from the ocean to the human body—function, rather than only being seen as infectious pathogens [4].

Relationships between microorganisms living in our bodies—especially in the gut—and health and risk of disease are currently a major focus of research, public interest and potential business for the pharmaceutical and health industries [4]. Much research in the field has focused on the link between the microbiome and physical and mental well-being, with current unknowns highlighting the need for advancement [5]. An altered human microbiome has been associated with the development of a wide range of diseases, including inflammatory bowel disease, metabolic syndrome, autoimmune disorders, and brain diseases, although causation has yet to be established [6]. Furthermore, microbiome research also has implications for food production [7] and for achieving an environmentally sustainable future [8].

As scholarship and investment in microbiome research develop, it is also important to address the impact of that research in general and business newspapers, which are relevant sources of information and can influence the decisions of the public, investors, health decision makers and healthcare practitioners [9,10]. Scientific articles mentioned in the lay press receive, on average, more citations in academic journals than comparable publications from the same journal that did not appear in the lay press [11–16]. The factors associated with greater levels of newspaper coverage for scientific papers have also been studied. They include the prestige of the journal [17], the availability of press releases [18–22], the domestic preference of newspapers for journals from their own country [23], and the newsworthiness of the topic [24].

Although nowadays many people do not obtain their information directly from newspapers, news from traditional media outlets continues to dominate the information repertoire of mobile internet users [25,26]. Social media, which has become an emerging source for keeping up with scientific issues [27], also relies heavily on newspapers to disseminate news among young people and adults [28,29].

Despite the current scientific interest in the microbiome, its social impact in newspapers has not been properly analyzed. One relevant way of studying the subject is by analyzing the number of newspaper articles in which authors, papers or journals are cited (called “press citations”) [18,23,30]. As such, our first objective was to analyze the extent to which the predictable increase in the number of microbiome papers in recent years has had a parallel impact in the press, in both general and business newspapers, given the potential for harnessing the human microbiome to prevent, diagnose or cure disease.

Previous studies showed that study designs based on weak methodology (i.e. observational and animal or laboratory studies) are more likely to be covered in newspapers than those of superior quality (i.e. randomized controlled trials) [18,31,32]. Microbiome research over the past two decades has mainly focused on characterizing microbiome composition across cohorts of clinical patients and matched controls, and on using animal models to understand the causal mechanisms [33]. We hypothesize that studies’ methodological rigor is not a major driver when selecting news stories on the microbiome for coverage by newspapers. Our second objective was to undertake a controlled comparison of the study designs of the microbiome papers featured in newspapers against those of the microbiome papers that appear in PubMed.

Such an analysis allows us to build a picture of microbiome science's current level of maturity, which shapes both society's perception and the decisions individuals make in relation to their health.

Methods

Newspaper coverage of microbiome research

Based on previous studies of press coverage of biomedical research [34–37], we used the Factiva database to search for news stories on the microbiome in three general newspapers (*The New York Times*, *The Times* and *El País*) and three business newspapers (*The Wall Street Journal*, the *Financial Times* and *Expansión*) from the United States, the United Kingdom and Spain, respectively. Those three countries were selected as they were representative of three previously identified national patterns (American, British and Western World) of biomedical reporting in the press [23]. Print and online editions of each newspaper were analyzed together, after ruling out duplicate news stories. The period analyzed begins in 2007—when the HMP was launched [38]—and ends in 2019.

Fig 1 shows how news stories on the microbiome were selected and categorized. First, we identified news stories in the Factiva database from the 6 newspapers that mentioned the microbiome and its hyponyms in any part of the text, no matter how many times. We excluded duplicates, infographics and other non-relevant news stories, as well as those in which the term microbiota referred to *Microbiota decussata*, commonly known as Siberian cypress, or plant flora. After filtering out opinion articles and editorials [19], we went on to study the newspapers' interest in the microbiome (first objective), for which we identified news stories that devoted 50% or more of the text length (estimated by word count) to reporting on the microbiome (n = 518) [39]. Then, to analyze which study designs made the news compared to PubMed (second objective), we focused on microbiome news stories that cited at least one

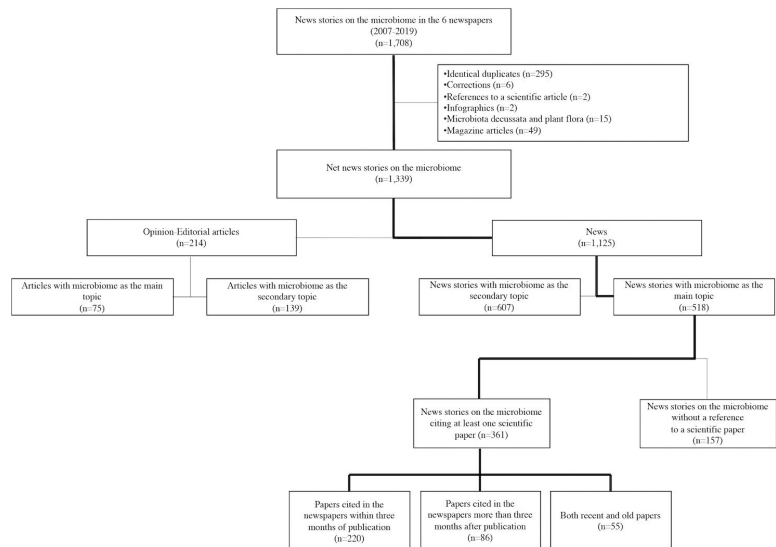


Fig 1. Process flow diagram of the categorization of news stories on microbiome papers.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249835.g001>

scientific paper ($n = 361$). For this objective, news stories with the following characteristics were excluded [19]: 1) the microbiome was reported but without reference to a specific study; 2) the microbiome was not a variable of the scientific paper cited in the news story; or 3) the news story was based on premature microbiome research not published in peer-review journals, such as studies presented at scientific or press meetings and ongoing clinical trials registered in the ClinicalTrials.gov database.

Additionally, we studied news interest in the microbiome in the context of biomedicine by quantifying news stories citing the microbiome in the headline and published by SINC, which is a Spanish publicly-funded news agency specializing in science and technology. SINC agency (<https://www.agenciasinc.es/>) was chosen because it publishes under a Creative Commons 4.0 license and most Spanish newspapers and scientific online sources usually pick up SINC articles to inform the public.

The microbiome in the context of biomedicine

To estimate the relative interest in microbiome research in the context of biomedical research as a whole, we counted both papers on the microbiome and the total number of scientific publications in the PubMed database of biomedical literature from 2008 to 2018. News agency SINC, which classified news about biomedicine separately until 2018, was used to count the number of news stories on the microbiome against the whole of the biomedicine category. We used data from SINC because the number of news stories on biomedicine in newspapers cannot be calculated using Factiva. Thus, we had an estimate of the press interest in the microbiome from 2008 (when SINC was founded) to 2018 (when it finished categorizing news stories) to compare with the estimate in PubMed.

Study designs of microbiome papers in PubMed and research news

We adapted the criteria used by Bartlett et al. [18] and Lai and Lane [31] for categorizing the study design of medical research news to microbiome research. As such, we classified the microbiome paper study designs available in PubMed and reported in newspapers into 6 categories: 1) systematic reviews (SRs) with or without meta-analyses of randomized controlled trials (RCTs) in humans; 2) RCTs in humans; 3) human observational studies (defined as prospective and retrospective cohort studies, ecological studies, case-control studies, SRs not of RCTs, and case series); 4) environmental & plant studies (agricultural, aquatic, atmospheric, built environment and terrestrial ecosystems) [40]; 5) animal or laboratory studies; and 6) other designs (interventional studies without randomization and/or without a control group, case reports, narrative or nonsystematic reviews, consensus and reports of expert committees). We excluded commentaries, editorials, perspectives and letters, as such articles do not usually contain research evidence and are not always peer-reviewed [31]. Each scientific study cited in the press was identified on PubMed and downloaded for study design characterization. In PubMed, we set the MeSH and natural terms search to title, abstract and keywords, and applied filters for study designs. It should be acknowledged that PubMed counts articles published in online and print versions separately [41]. The searches were performed by one author (APB) between January and March 2020. Search phrases and filters used in Factiva and PubMed are listed in the supplementary [S1](#) and [S2 Files](#) and the data acquired and used for analyses are included in [S1 Dataset](#).

Statistical analyses

The primary outcome variable was the number of news stories on the microbiome collected by year from 2007 to 2019 that cited at least one scientific paper. That variable was presented as

the mean and standard deviation for the overall sample and subinterest groups: individual newspapers, country (United States, United Kingdom and Spain) and newspaper type (general and business).

The relationship between two quantitative variables was evaluated using the Pearson correlation (linear adjustment): the number of news stories on microbiome papers per year in newspapers and published by SINC and the number of microbiome papers per year in PubMed. The average annual percentage change was evaluated for both the overall sample and the sub-interest groups: individual newspapers, country and press type. Finally, the comparison between microbiome news/biomedicine news published by SINC vs microbiome papers/biomedicine papers in PubMed was carried out using a Chi Square test.

The level of significance was set at 0.05. Version 3.5.2 of software R (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) and version 4.7.0.0 of the Joinpoint Regression Program were used for all analysis work.

Results

Newspaper coverage of microbiome research

Overall, 518 news stories with the microbiome as the main topic were published from 2007 to 2019, of which 361 cited at least one journal article (286 in general newspapers and 75 in business newspapers) (Fig 1). News stories on microbiome papers showed an irregular pattern of evolution compared to microbiome papers in PubMed (Fig 2A). Apart from a peak in 2008, the interest of general newspapers in microbiome research picked up steadily after 2012 with peaks in 2013, 2016 and 2018 (Fig 2B). News stories on microbiome papers represented 77.9% of overall news stories on the microbiome in *The New York Times*, 74.1% in *The Times*, and

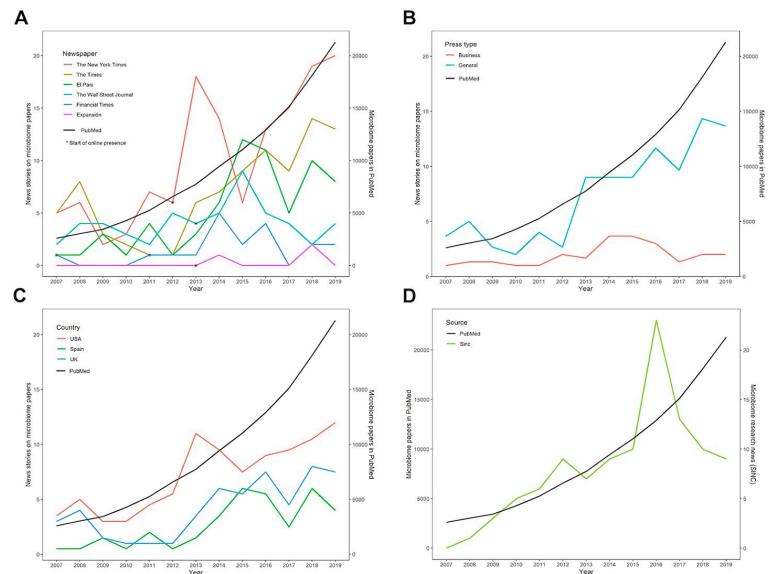


Fig 2. News stories on microbiome papers compared to microbiome papers in PubMed. (A) Individual newspapers; (B) General vs business newspapers; (C) Newspapers grouped by countries (the USA, the UK and Spain); (D) Microbiome news/biomedicine news published by SINC (2008–2018) vs microbiome papers/biomedicine papers in PubMed (2007–2019). Microbiome papers in PubMed are presented as a black curve on each graph.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249835.g002>

Table 1. Number of news stories on microbiome papers, microbiome papers in PubMed, microbiome news published by SINC and correlations between them.

| | Annual cites from 2007 to 2019 | Cites in 2007 | Cites in 2019 | Average annual percentage change | Correlations with microbiome papers in PubMed ¹ (p-value) | Correlations with microbiome news published by SINC ^{1,2} (p-value) |
|--|--------------------------------|---------------|---------------|----------------------------------|--|--|
| Microbiome papers in PubMed | 9297,0 (6063.3) | 2600 | 21292 | 19.6% | - | 0.62 (0.023) |
| Biomedicine papers in PubMed | 1111673,6 (203280.1) | 785933 | 1397557 | 4.9% | - | - |
| Microbiome/ biomedicine in PubMed | 0.8% | 0.4% | 1.4% | 9.6% | - | - |
| Microbiome news in SINC² | 8,1 (5.9) | 0 | 9 | 24.8% | 0.62 (0.023) | - |
| Biomedicine news in SINC² | 582.1 (81.1) | 666 | 447 | -3.7% | - | - |
| Microbiome/ biomedicine in SINC² | 1.6% | 0.2% | 2.2% | 19.5% | - | - |
| Total newspapers | 4.6 (4.9) | 2.3 (2.2) | 7.8 (7.5) | 13.9% | 0.88 (<0.001) | 0.66 (0.014) |
| Individual newspapers | | | | | | |
| <i>The New York Times</i> | 10.3 (6.4) | 5 | 20 | 16.0% | 0.83 (0.005) | 0.48 (0.095) |
| <i>The Times</i> | 6.8 (4.4) | 5 | 13 | 14.3% | 0.82 (0.005) | 0.47 (0.102) |
| <i>El País</i> | 5.1 (4.0) | 1 | 8 | 22.7% | 0.74 (0.004) | 0.71 (0.006) |
| <i>The Wall Street Journal</i> | 4.1 (1.8) | 2 | 4 | 2.9% | 0.14 (0.652) | 0.35 (0.236) |
| <i>Financial Times</i> | 1.5 (1.6) | 1 | 2 | 11.8% | 0.39 (0.177) | 0.58 (0.038) |
| <i>Expansión</i> | 0.2 (0.6) | 0 | 0 | 4.3% | 0.41 (0.166) | 0.11 (0.713) |
| Country | | | | | | |
| USA | 7.2 (5.6) | 3.5 (2.1) | 12.0 (11.3) | 12.0% | 0.85 (0.002) | 0.57 (0.039) |
| UK | 4.1 (4.2) | 3.0 (2.8) | 7.5 (7.8) | 14.5% | 0.81 (0.001) | 0.57 (0.042) |
| Spain | 2.7 (3.7) | 0.5 (0.7) | 4.0 (5.7) | 23.1% | 0.75 (0.003) | 0.68 (0.010) |
| Newspaper type | | | | | | |
| General newspaper | 7.4 (5.4) | 3.7 (2.3) | 13.7 (6.0) | 15.7% | 0.91 (<0.001) | 0.61 (0.024) |
| Business newspaper | 1.9 (2.1) | 1.0 (1.0) | 2.0 (2.0) | 7.2% | 0.39 (0.185) | 0.56 (0.043) |

Mean followed by the standard deviation in parentheses is indicated for microbiome/biomedicine papers in PubMed, microbiome/biomedicine news in SINC and news stories on microbiome papers in newspapers.

¹The numbers showed the Pearson correlation coefficient.

²News stories published by SINC were available from 2008 to 2018.

Significant p-values are highlighted in bold.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249835.t001>

78.6% in *El País*. *The New York Times* showed the most intense microbiome research coverage (10.3 news stories on microbiome papers annually), followed by *The Times* (6.8 news stories on microbiome papers annually) and, lastly, *El País* (5.1 news stories on microbiome papers annually) ([Table 1](#)).

In business newspapers, news stories on microbiome papers represented 56.4% of the overall number of microbiome news stories for *The Wall Street Journal*, 52.8% for the *Financial Times*, and 18.8% for *Expansión*. *The Wall Street Journal* was the business newspaper that featured microbiome research the most, followed by the *Financial Times* (4.1 and 1.5 news stories on microbiome papers annually, respectively). In contrast, news stories on microbiome papers in *Expansión* were almost null ([Table 1](#)).

The strong presence of research in news stories about the microbiome in the press was also supported by significant correlations between the number of news stories on microbiome

papers in general newspapers and the number of microbiome papers in PubMed ($r = 0.91$, $p < 0.001$). The magnitude of that association was greater for the American and British general newspapers ($r = 0.85$, $p = 0.002$ and $r = 0.81$, $p = 0.001$, respectively) than for their Spanish counterpart ($r = 0.75$, $p = 0.003$) (Table 1). The strong interest in microbiome research shown by American newspapers compared to British and Spanish newspapers is also apparent in Fig 2C.

As shown in the PubMed curve (Fig 2A–2C), scientific interest in the microbiome gradually grew after 2007 and then picked up speed around 2011. The percentage of microbiome papers available in PubMed and microbiome news published by SINC against the total number of biomedicine publications increased significantly year on year, with a positive annual percentage change of 9.6% and 19.5%, respectively (Table 1). Of the total biomedical literature available in PubMed from 2008 to 2018, the number of microbiome papers increased from 0.4% to 1.4%. Of all the health and biomedical news stories published by SINC, articles citing the microbiome in the headline went from 0.2% to 2.2% from 2008 to 2018, thus doubling the trends shown by PubMed (Fig 2D and Table 1). The comparison between microbiome news/biomedicine news published by SINC vs microbiome papers/biomedicine papers in PubMed almost reached statistical significance ($p = 0.052$).

Papers covered in the news and number of press citations

In the 361 news stories on microbiome papers, 700 different papers published in scientific journals were cited. Each of those 700 papers was covered in at least one news story in one of the six newspapers. Some papers were covered several times in different news stories from different newspapers or from the same newspaper, resulting in a total of 825 press citations of the 700 papers.

The most cited papers (8 press citations) were “Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota” (the only paper that was cited in all six newspapers) [42] and “Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice” [43]. Two papers had 7 press citations; 1 paper had 6 citations; 2 papers had 4 citations; 8 papers had 3 citations; 72 papers had 2 citations; and the remaining 613 papers had 1 press citation. The papers were cited in the newspapers generally within three months of publication (64.0% for general newspapers and 48.6% for business newspapers).

Study designs of microbiome papers in PubMed and research news

The study design of microbiome papers available in PubMed between 2007 and 2019 were as follows: 1.8% were SRs of RCTs in humans; 10.9% were RCTs in humans; 8.5% were human observational studies; 46.5% were environmental & plant studies; 30.4% were animal or laboratory studies; and 1.9% had other designs (see methods).

Fig 3 illustrates the over-representation (the percentage of microbiome study design in the press was higher than in PubMed) or under-representation (the percentage of microbiome study design in the press was lower than in PubMed) of microbiome study designs in newspapers vs PubMed. A common pattern was observed among the general and business newspapers that was characterized by an over-representation of observational studies in humans and an under-representation of environmental & plant studies. In contrast, SRs of RCTs in humans, RCTs in humans and animal or laboratory studies tended to be represented to the same degree in newspapers as in PubMed (Fig 3A and 3B).

In terms of study design, no major differences were found between countries (Fig 3B). However, particular features were observed when analyzing newspapers at an individual level. *The New York Times* showed an over-representation (five-fold increase) of SRs of RCTs in

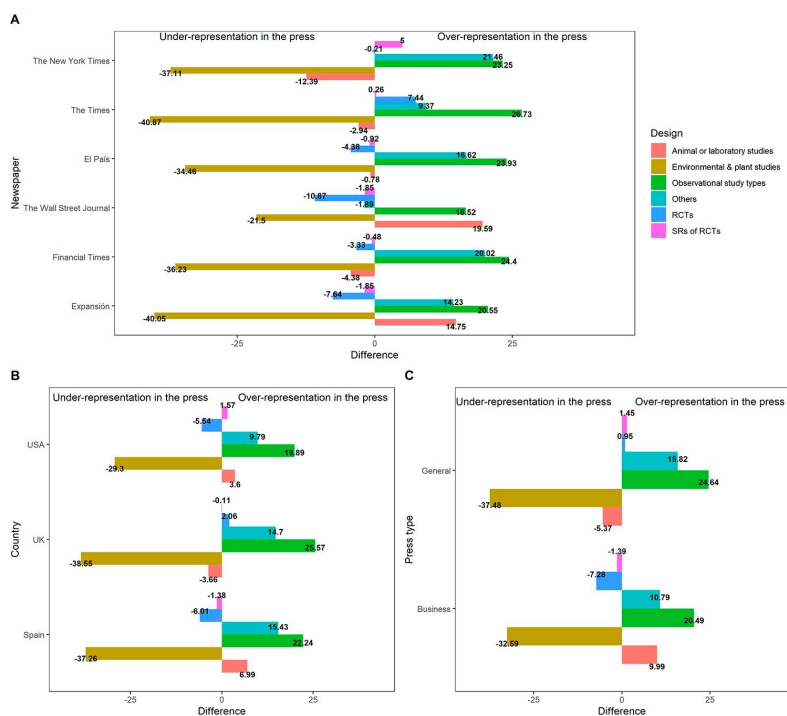


Fig 3. Over-representation and under-representation of microbiome study designs in the press vs PubMed.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249835.g003>

humans, while *The Times* over-represented (seven-fold increase) RCTs compared to PubMed. In contrast, business newspapers covered a similar number of observational studies in humans and animal/laboratory studies (58/181 and 54/181), with the latter over-represented in *The Wall Street Journal* (Fig 3A).

Discussion

This is the first study to explore how high-circulation newspapers cover microbiome research in terms of the number of news stories and study design compared to PubMed. Our analysis shows some patterns across newspapers.

First, it should be noted that the proportion of papers on the microbiome in relation to all papers in PubMed has increased steadily from 2007 to 2019, with significant year-to-year growth. That proportion is difficult to estimate for newspapers as they do not classify biomedicine news separately from other news, but a similar increase is shown in publications by SINC, which categorized biomedical news separately until 2018.

Second, an increase in the number of microbiome papers from 2007 to 2019 has resulted in newspapers paying considerable attention to microbiome research, albeit not in a balanced proportion between newspapers. The first peak in press coverage of microbiome research in general newspapers, which took place in 2008, can be explained by the fact that that was the year when large human microbiome research initiatives were launched. They included the first phase of the HMP, the International Human Microbiome Consortium, the EU's

Metagenomics of the Human Intestinal Tract (METAHIT) project and the Canadian Microbiome Initiative, among others [40]. The subsequent publication of milestone papers in June 2012, reporting on five years of research, triggered an increase in the newspapers' interest in the microbiome [44]. A news peak in 2013 was observed in *The New York Times*, with half of the stories covering research into microbes' role in obesity and cardiovascular disease. That sudden increase also reflects the launch of the second wave of human microbiome projects, including the second phase of the HMP, the European Commission-funded My New Gut program and the French Government's MetaGenoPolis program [40].

Third, business newspapers are not as sensitive to the two waves of microbiome research projects as general newspapers. That may have two explanations. On the one hand, microbiome-related patents have increased less markedly than scientific publications [45]. On the other hand, no microbiome therapeutics requiring US Food and Drug Administration and European Food Safety Authority or European Medicines Agency scrutiny have been approved for human use as yet [46].

Fourth, the American and British newspapers were the ones to mention microbiome papers the most. That is not surprising because the US-based National Institutes of Health (NIH) has provided nearly two-thirds of funding for microbiome research [45]. The findings also reflect American and British journalism's longer scientific tradition and the countries' dominant position in the scientific literature [23]. British and American newspapers also echo the top medical journals the most, with *The New York Times* standing out [23]. Similarly, *The New York Times* covered the Human Genome Project the most [1].

Fifth, the abundance of observational studies in humans in newspapers may be rooted in the over-representation of this kind of study design in press releases from journals and institutions [18,21], which can influence the content of subsequent microbiome news stories [22]. Our results are in agreement with those of Lai and Lane, who found that English-language general and business newspapers were more likely to cover observational studies and less likely to feature SRs of RCTs, RCTs and animal/laboratory studies [31]. Similar to our findings in general newspapers, the authors identified a similar percentage of systematic reviews of RCTs and animal/laboratory studies in the press (3% and 17%, respectively), but did not provide a comparison group of study designs available in PubMed [31]. Previous research showed that, when choosing observational studies, the press covers study designs of a lower quality (such as those with smaller sample sizes) compared to those published in high impact medical journals. That, in turn, might contribute to distorting the end image of medical advances [32]. The remarkable under-representation of environmental & plant studies in the newspapers under analysis might be rooted in the fact that these studies may be less newsworthy because they do not have a direct impact on human health. Indeed, surveys have shown that the topics of greatest interest to society are those of medicine and health, with scientific and technological discoveries and the environment and ecology generating far less interest [9,47]. Second, the level of knowledge required for journalists to understand and communicate the findings of these kinds of studies in layman's terms can be higher than that required for observational study types, which could lead to their under-representation in the press. Third, environmental & plant studies are not usually published in top journals, which generally issue press releases, and that can have a negative effect on their impact in newspapers [18–22].

It is also important to acknowledge that the over-representation of observational study designs can distort the public's perceived image of the microbiome, as those study design types are often reported inaccurately in newspapers and usually do not mention any associated caveats and limitations [48]. For instance, while an altered microbiome has been reported in a wide variety of health conditions, such as irritable bowel syndrome, obesity and depression, often, it cannot be determined whether differences in the microbiome are causing the disease

or, conversely, if the disease itself is causing the differences [49]. The fact that SRs of RCTs, RCTs and animal or laboratory studies tended to be represented to the same degree in newspapers compared to PubMed, with animal or laboratory studies being the second type of study design most cited in PubMed, reflects how microbiome research is still mainly based on basic science. It is worth highlighting that the reporting of SRs of RCTs and RCTs in *The New York Times* and *The Times*, respectively, may be seen as an indicator of good quality journalism. It should also be noted that the USA and the UK are the countries that produce the most Cochrane SRs [50] and that newspapers tend to report more on domestically produced science [23]. On the other hand, the over-representation of animal/laboratory studies in the business newspapers, which is mainly down to *The Wall Street Journal*, is expected as preclinical microbiome research (representing 30.4% of microbiome studies in PubMed) is the first step towards developing microbiome therapies, and that is where most companies' initial efforts begin. Only a handful of microbiome-related products have entered the end phase of clinical trials [46] and that is reflected in reduced coverage of RCTs in the business press.

Beyond the study design of microbiome papers, the fact that we focused on influential newspapers in terms of readership and circulation might explain the intense coverage of scientific articles about the microbiome, as these newspapers usually have large science and medicine sections with specialist reporters [23]. Other factors might also explain why some microbiome papers are finally echoed by newspapers. They include the impact factor of the journal [16,17], the availability of press releases [18–22], the domestic preference of newspapers for journals from their own country [23], and the newsworthiness of the topic [24]. The last factor is especially relevant in the case of the microbiome, due to the ever-increasing interest among both researchers and the lay public in targeting the microbiome to maintain health and quality of life [4]. An overall analysis considering all of these factors is needed to better elucidate how microbiome research is echoed in the media.

In the light of the ever-increasing amount of research about the link between the microbiome and human health and disease [4], one of the field's urgent needs is precisely that of ensuring unbiased communication of microbiome research to the general public. In that regard, some journals published by the BMJ group indicate the evidence type and subjects studied to journalists when sending embargoed press releases, which may help inform reporting on microbiome findings [51,52]. Keeping up with the huge amount of research and publications on the microbiome and receiving training in science communication skills are also necessary for communicating microbiome research with caution and free from misinterpretation [4]. The European Society of Neurogastroenterology & Motility's Gut Microbiota for Health platform (<https://www.gutmicrobiotaforhealth.com/>) is an example of a project that aims to translate the latest research on the rapidly-evolving field of the gut microbiome for both the scientific community and the lay public.

Although scientific interest in microbiome research has driven an increase in news stories based on research findings, the patterns observed in study design coverage need to be tracked in order to inform on the evolution of the science behind the current microbial momentum being experienced by society. For microbiome scientists, the coverage of their research in newspapers and its dissemination in social media can improve their visibility and scientific citations. It is also important to acknowledge the potential role of media coverage in obtaining research funding, without forgetting that, although mentions of scholarly outputs on social media and news sites are becoming increasingly present in policy papers and research calls, it is too early to consider whether they contribute to the awarding of research funding [53].

One strength of our study is that we focused on both general and business newspapers ranked high in circulation from different countries over a long period of 12 years. Rather than gauging only news stories considered immediately newsworthy (that is, generated in response

to a paper within 2 months of its publication), we analyzed all news stories on microbiome papers regardless of paper publication date. In addition, we analyzed the number of news stories on microbiome papers and study designs reported in newspapers vs patterns in PubMed.

Our study also has limitations. We did not focus on studying the impact of microbiome research in other mass media such as low-circulation newspapers, magazines, radio, television or the Internet. Moreover, our selection of international general and business newspapers is not representative of the general and business press around the world, even though our selection includes some of the most widely read and best quality international newspapers. Furthermore, our analysis only focuses on quantitative aspects. As a result, the study of all representations of the microbiome in the selected newspapers, regardless of whether they cite a scientific study, is limited in scope and deserves the application of a qualitative methodology that is outside the scope of our research objectives. Other authors have previously addressed newspaper coverage of the microbiome based on qualitative aspects, such as the tone of the discourse [54] and language employed to discuss advances in the microbiome [55], highlighting the need for microbiology literacy in society due to the role of microbes in the health of our planet [56]. Finally, analyzing the press citations of authors, papers or journals also has its limitations, given that their mentioning in newspaper articles does not provide any information about the context of the citation or the quality of the journalistic text.

Conclusions

Our results show that the microbiome is receiving increasing attention in both research and the press. News stories on the microbiome in both the general and business press during the period under study were mostly based on research findings. While the volume of microbiome-based scientific studies in the press mirrors the number of scientific papers in PubMed, the choice of studies covered by general and business newspapers over-represent observational studies and under-represent environmental & plant studies, while showing a similar degree of representation for SRs of RCTs, RCTs and animal or laboratory studies.

Supporting information

[S1 File. Factiva search filters and phrases.](#)

(DOC)

[S2 File. PubMed search filters and phrases.](#)

(DOC)

[S1 Dataset. Data acquired and used for analyses.](#)

(XLSX)

Acknowledgments

We wish to thank Mireia Bosch, Juan Carlos Mart'in and Queralto Miro' for their support with data management and statistical analyses, and Mar'ia Garc'ia-Puente, Alicia Jarillo and Marta Diaz for their assistance with searches in PubMed. We also appreciate the critical insights received from Prof. Paul Enck while preparing the manuscript.

Author Contributions

Conceptualization: Andreu Prados-Bo, Gonzalo Casino.

Data curation: Andreu Prados-Bo.

Formal analysis: Andreu Prados-Bo, Gonzalo Casino.

Investigation: Andreu Prados-Bo.

Methodology: Andreu Prados-Bo, Gonzalo Casino.

Project administration: Andreu Prados-Bo.

Supervision: Gonzalo Casino.

Validation: Andreu Prados-Bo, Gonzalo Casino.

Visualization: Andreu Prados-Bo.

Writing – original draft: Andreu Prados-Bo.

Writing – review & editing: Gonzalo Casino.

References

1. Costa T. The Human Genome Project and the media. Case study: the relation between genetics and the media. *J Sci Commun*. 2003; 2(1): 1–20. <https://doi.org/10.22323/2.02010203>
2. Marchesi JR, Ravel J. The vocabulary of microbiome research: a proposal. *Microbiome*. 2015; 3: 31. <https://doi.org/10.1186/s40168-015-0094-5> PMID: [26229597](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26229597/)
3. Prescott SL. History of medicine: origin of the term microbiome and why it matters. *Hum Microbiome J*. 2017; 4: 24–25. <https://doi.org/10.1016/j.humic.2017.05.004>
4. Shan Y, Segre JA, Chang EB. Responsible stewardship for communicating microbiome research to the press and public. *Nat Med*. 2019; 25(6): 872–874. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0470-y> PMID: [31133694](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31133694/)
5. Thomas AM, Segata N. Multiple levels of the unknown in microbiome research. *BMC Biol*. 2019; 17(1): 48. <https://doi.org/10.1186/s12915-019-0667-z> PMID: [31189463](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31189463/)
6. Zmora N, Soffer E, Elinav E. Transforming medicine with the microbiome. *Sci Transl Med*. 2019; 11(477): eaaw1815. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aaw1815> PMID: [30700573](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30700573/)
7. Singh BK, Trivedi P. Microbiome and the future for food and nutrient security. *Microb Biotechnol*. 2017; 10(1): 50–53. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12592> PMID: [28074557](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28074557/)
8. Cavicchioli R, Ripple WJ, Timmis KN, Azam F, Bakken LR, Baylis M, et al. Scientists' warning to humanity: Microorganisms and climate change. *Nat Rev Microbiol*. 2019; 17(9): 569–586. <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0222-5> PMID: [31213707](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31213707/)
9. National Science Board. Science & engineering indicators 2018. In: Science and technology: Public attitudes and understanding. Alexandria, VA: National Science Foundation; 2018. pp. 7–1–7–92. Retrieved from: <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/report/sections/science-and-technology-public-attitudes-and-understanding/highlights>.
10. Grilli R, Ramsay C, Minozzi S. Mass media interventions: effects on health services utilisation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2002; 1: CD000389. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000389>
11. Baethge C, Engels M. Citations count-even in the lay press: it is far from true that German science journalists only cite English language medical journals. An evaluation of the citation habits of the FAZ, the Spiegel, the SZ, the Welt, and the Zeit. *Dtsch Arztebl Int*. 2009; 106(25): 413–415. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2009.0413> PMID: [19623309](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19623309/)
12. Phillips DP, Kanter EJ, Bednarczyk B, Tastad PL. Importance of the lay press in the transmission of medical knowledge to the scientific community. *N Eng J Med*. 1991; 325(16): 1180–1183. <https://doi.org/10.1056/NEJM199110173251620> PMID: [1891034](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1891034/)
13. Kiernan V. Diffusion of news about research. *Sci Commun*. 2003; 25(1): 3–13. <https://doi.org/10.1177/1075547003255297>
14. Fanelli D. Any publicity is better than none: newspaper coverage increases citations, in the UK more than in Italy. *Scientometrics*. 2013; 95: 1167–1177. <https://doi.org/10.1007/s11192-012-0925-0>
15. Mathelus S, Pittman G, Yablonski-Crepeau J. Promotion of research articles to the lay press: a summary of a three-year project. *Learned Publishing*. 2012; 25: 207–212. <https://doi.org/10.1087/20120307>
16. Dumas-Mallet E, Garenne A, Boraud T, Gonon F. Does newspaper coverage influence the citations count of scientific publications? An analysis of biomedical studies. *Scientometrics*. 2020; 123: 413–427. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03380-1>

17. Stephenson J. Genetics and journalism. In: Thompson AK, Chadwick RF, editors. Genetic information. Boston: Springer; 1999. pp. 201–205.
18. Bartlett C, Sterne J, Egger M. What is newsworthy? Longitudinal study of the reporting of medical research in two British newspapers. *BMJ*. 2002; 325(7355): 81–84. <https://doi.org/10.1136/bmj.325.7355.81> PMID: [12114239](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12114239/)
19. Casino G. Información de las revistas de biomedicina mediada por comunicados de prensa. El caso del diario *El País*. *Panace@*. 2015; 16(42): 151–157.
20. De Semir V, Ribas C, Revuelta G. Press releases of science journal articles and subsequent newspaper stories on the same topic. *JAMA*. 1998; 280(3): 294–295. <https://doi.org/10.1001/jama.280.3.294> PMID: [9676688](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9676688/)
21. Wang MTM, Bolland MJ, Gamble G, Grey A. Media coverage, journal press releases and editorials associated with randomized and observational studies in high-impact medical journals: a cohort study. *PLoS One*. 2015; 10(12): e0145294. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145294> PMID: [26701758](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26701758/)
22. Schwartz LM, Woloshin S, Andrews A, Stukel TA. Influence of medical journal press releases on the quality of associated newspaper coverage: retrospective cohort study. *BMJ*. 2012; 344: d8164. <https://doi.org/10.1136/bmj.d8164> PMID: [22286507](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22286507/)
23. Casino G, Rius R, Cobo E. National citation patterns of NEJM, The Lancet, JAMA and The BMJ in the lay press: A quantitative content analysis. *BMJ Open*. 2017; 7(11): e018705. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018705> PMID: [29133334](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29133334/)
24. Shoemaker PJ. News and newsworthiness: a commentary. *Communications*. 2006; 31: 105–111. <https://doi.org/10.1515/commun.2006.007>
25. Wolf C, Schnauber A. News consumption in the mobile era. *Digital Journalism*. 2015; 3(5): 759–776. <https://doi.org/10.1080/21670811.2014.942497>
26. Pew Research Center. Newspapers fact sheet. 2019 July 9 [cited 30 September 2020]. In: State of the news media [Internet]. Washington, DC: Pew Research Center. [about 10 screens]. Available from: <https://www.journalism.org/fact-sheet/newspapers/>.
27. Brossard D. New media landscapes and the science information consumer. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2013; 110(Suppl 3):14096–14101. <https://doi.org/10.1073/pnas.1212744110> PMID: [23940316](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23940316/)
28. Welbers K, Opgenhaffen M. Presenting news on social media. *Digital Journalism*. 2018; 7(1): 45–62. <https://doi.org/10.1080/21670811.2018.1493939>
29. Bergström A, Jervelycke Belfrage M. News in social media. *Digital Journalism*. 2018; 6(5): 583–598. <https://doi.org/10.1080/21670811.2018.1423625>
30. Casino G. Cita periódica: impacto de las revistas y los artículos científicos en la prensa generalista. *El profesional de la información*. 2018; 27(3): 692–697. <https://doi.org/10.3145/epi.2018.may.22>
31. Lai WYY, Lane T. Characteristics of medical research news reported on front pages of newspapers. *PLoS One*. 2009; 4(7): e6103. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006103> PMID: [19568422](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19568422/)
32. Selvaraj S, Borkar DS, Prasad V. Media coverage of medical journals: Do the best articles make the news? *PLoS One*. 2014; 9(1): e85355. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085355> PMID: [24465543](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24465543/)
33. Lynch SV, Ng SC, Shanahan F, Tilg H. Translating the gut microbiome: Ready for the clinic? *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2019; 16(11): 656–661. <https://doi.org/10.1038/s41575-019-0204-0> PMID: [31562390](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31562390/)
34. Gonon F, Konsman JP, Cohen D, Boraud T. Why most biomedical findings echoed by newspapers turn out to be false: the case of attention deficit hyperactivity disorder. *PLoS One*. 2012; 7(9): e44275. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044275> PMID: [22984483](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22984483/)
35. Dumas-Mallet E, Smith A, Boraud T, Gonon F. Poor replication validity of biomedical association studies reported by newspapers. *PLoS One*. 2017; 12(2): e0172650. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172650> PMID: [28222122](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28222122/)
36. Pallari E, Lewison G, Sullivan R. How is chronic non-communicable respiratory conditions research reported in European newspapers? An impact assessment for policy. *Clin Respir J*. 2017; 11(5): 657–665. <https://doi.org/10.1111/crj.12685> PMID: [28779548](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28779548/)
37. Dumas-Mallet E, Smith A, Boraud T, Gonon F. Scientific uncertainty in the press: How newspapers describe initial biomedical findings. *Sci Commun*. 2018; 40(1): 124–141. <https://doi.org/10.1177/1075547017752166>
38. National Institutes of Health. NIH launches Human Microbiome Project. 2007 Dec 19 [cited 13 May 2020]. In: NIH News & Events [Internet]. Maryland: NIH. [about 2 screens]. Available from: <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/nih-launches-human-microbiome-project>.
39. Guasch B, Cortiñas S, González M, Justel-Vázquez S, Peña J. The representation of graphene in the online press of the United States, the United Kingdom, and Spain. *Int J Commun*. 2019; 13: 966–990.

40. Stulberg E, Fravel D, Proctor LM, Murray DM, LoTempio J, Chrisey L, et al. An assessment of US microbiome research. *Nat Microbiol*. 2016; 1: 15015. <https://doi.org/10.1038/nmicrobiol.2015.15> PMID: [27571759](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27571759/)
41. García-Puente M, Pastor-Ramon E, Oskia A, Mora'n JM, Herrera-Peco I. Research note. Open letter to the users of the new PubMed: a critical appraisal. *El profesional de la informac i3n*. 2020; 29(3): e290336. <https://doi.org/10.3145/epi.2020.may.36>
42. Suez J, Korem T, Zeevi D, Zilberman-Schapira G, Thaiss CA, Maza O, et al. Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature*. 2014; 514(7521): 181–186. <https://doi.org/10.1038/nature13793> PMID: [25231862](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25231862/)
43. Ridaura VK, Faith JJ, Rey FE, Cheng J, Duncan AE, Kau AL, et al. Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice. *Science*. 2013; 341(6150): 1241214. <https://doi.org/10.1126/science.1241214> PMID: [24009397](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24009397/)
44. National Human Genome Research Institute. Human Microbiome Project (HMP) telebriefing resources. 2014 Mar 20 [cited 15 May 2020]. In: National Human Genome Research Institute News & Events [Internet]. Bethesda: NHGRI. [about 3 screens]. Available from: <https://www.genome.gov/27549115/human-microbiome-project-telebriefing-resources>.
45. Jones S. Trends in microbiome research. *Nat Biotechnol*. 2013; 31: 277. <https://doi.org/10.1038/nbt.2546>
46. Taroncher-Oldenburg G, Jones S, Blaser M, Bonneau R, Christey P, Clemente JC, et al. Translating microbiome futures. *Nat Biotechnol*. 2018; 36(11): 1037–1042. <https://doi.org/10.1038/nbt.4287> PMID: [30412201](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30412201/)
47. Fundac i3n Espa 3ola para la Ciencia y la Tecnolog i3a (FECYT). Percepci3n social de la ciencia y la tecnolog i3a 2018. 2019 [Cited 2021 February 28]. Available from: https://icono.fecyt.es/sites/default/files/filepublicaciones/20/percepcion_social_de_la_ciencia_y_la_tecnologia_2018_completo_0.pdf.
48. Schwitzer G. Observations about today's observational studies in the news. 2018 Aug 28 [cited 9 September 2020]. In: HealthNewsReview.org [Internet]. Minneapolis: 2006–2020. [about 1 screen]. Available from: <https://www.healthnewsreview.org/2018/08/observations-about-todays-observational-studies-in-the-news/>.
49. Bik EM. The hoops, hopes, and hypes of human microbiome research. *Yale J Biol Med*. 2016; 89(3): 363–373. PMID: [27698620](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27698620/)
50. Groneberg DA, Rolle S, Bendels MHK, Klingelho'fer D, Scho'ffel N, Bauer J, et al. A world map of evidence-based medicine: density equalizing mapping of the Cochrane database of systematic reviews. *PLoS One*. 2019; 14(12): e0226305. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226305> PMID: [31834918](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31834918/)
51. British Medical Journal. Mediterranean diet promotes gut bacteria linked to 'healthy ageing' in older people. 2020 Feb 17 [cited 15 May 2020]. In: BMJ Newsroom [Internet]. London: BMJ. [about 3 screens]. Available from: <https://www.bmj.com/company/newsroom/mediterranean-diet-promotes-gut-bacteria-linked-to-healthy-ageing-in-older-people/>.
52. British Medical Journal. Probiotics alone or combined with prebiotics may help ease depression. 2020 July 6 [cited 9 July 2020]. In: BMJ Newsroom [Internet]. London: BMJ. [about 2 screens]. Available from: <https://www.bmj.com/company/newsroom/probiotics-alone-or-combined-with-prebiotics-may-help-ease-depression/>.
53. Fraumann G. Discussing indicators in research funding: what role do altmetrics play? 2018 July 3 [cited 1 October 2020]. In: Oslo Institute for Research on the Impact of Science blog [Internet]. Oslo: University of Oslo. [about 5 screens]. Available from: <https://www.sv.uio.no/tik/english/research/centre/osiris/osirisblog/discussing-indicators-in-research-funding%3A—what-r.html>.
54. Chuong KH, O'Doherty KC, Secko DM. Media discourse on the social acceptability of fecal transplants. *Qual Health Res*. 2015; 25(10): 1359–1371. <https://doi.org/10.1177/1049732314568199> PMID: [25595150](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25595150/)
55. Nerlich B, Hellsten I. Beyond the human genome: microbes, metaphors and what it means to be human in an interconnected post-genomic world. *New Genet Soc*. 2007; 28: 19–36. <https://doi.org/10.1080/14636770802670233>
56. Timmis K, Cavicchioli R, Garcia JL, Nogales B, Chavarr i3a M, Stein L, et al. The urgent need for microbiology literacy in society. *Environ Microbiol*. 2019; 21(5): 1513–1528. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14611> PMID: [30912268](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30912268/)

2. Segunda publicación: Características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista

Prados-Bo, A. y Casino, G. (2022). How have quality newspapers covered the microbiome? A content analysis of *The New York Times*, *The Times*, and *El País*. *Journalism*.
<https://doi.org/10.1177/14648849211067858>

La revista *Journalism* está indexada en Scopus (Q1) y Web of Science – Social Sciences Citation Index (Q2). Su factor de impacto JCR 2021 es 3,194.

How have quality newspapers covered the microbiome? A content analysis of *The New York Times*, *The Times*, and *El País*

Journalism

2022, Vol. 0(0) 1–20

© The Author(s) 2022



Article reuse guidelines:

sagepub.com/journals-permissions

DOI: [10.1177/14648849211067858](https://doi.org/10.1177/14648849211067858)

journals.sagepub.com/home/jou



Andreu Prados-Bo

Department of Communication, Pompeu Fabra University, Barcelona, Spain; and Blanquerna School of Health

Science, Ramon Llull University, Barcelona, Spain

Gonzalo Casino

Department of Communication, Pompeu Fabra University, Barcelona, Spain; and Iberoamerican Cochrane Centre, Biomedical Research Institute Sant Pau (IIB Sant Pau), Barcelona, Spain

Abstract

The microbiome has captured the attention of researchers and newspapers. We studied how the subject is covered in *The New York Times*, *The Times*, and *El País* via *Dow Jones Factiva* (2007–2019), analyzing aspects that included article type, word count, authorship, topic, and citation of researchers, organizations, and journals. We found that 87.6% of newspaper articles (409/467) were news articles and most were longer than 300 words (396; 84.8%), with *The New York Times* devoting the highest proportion to newspaper articles over 1000 words (99; 45.4%). While basic science findings received the most attention from newspapers from 2007 to 2015, topics related to medicine and nutrition attracted increasing attention from 2016 to 2019. Newspapers showed a domestic preference for their respective researchers, organizations, and journals.

Keywords

content analysis, microbiome, microbiome press coverage, microbiome news, science journalism

Corresponding author:

Andreu Prados-Bo, Department of Communication (Scientific Communication Research Group - Observatory of Scientific Communication), Universitat Pompeu Fabra, Roc Boronat 138, 08018 Barcelona, Spain.

Email: andreu@andreuprados.com

Introduction

The role of quality newspapers in public opinion about scientific discoveries

Despite structural changes in newspapers through the transition from print to online newspaper articles, broadsheet or quality newspapers still function as a source of information not only for the lay public, healthcare professionals, politicians, and different industries, but also for other newspapers ([National Science Board, 2018](#); [Wolf and Schnauber, 2015](#)).

Previous studies have shown that leading quality newspapers played a key role in disseminating information and shaping perceptions about the human genome ([Costa, 2003](#)), personalized medicine ([Marcon et al., 2018](#)), graphene ([Guasch et al., 2019](#)), and emerging biotechnologies ([Marcon et al., 2019](#)).

Within newspapers, the opinion and editorial pages of major newspapers not only influence general public opinion, but they can also set the agenda for decision makers and can therefore be seen as an indicator of debate and social interest around a specific topic ([Coppock et al., 2018](#)).

Journalistic factors affecting the completeness and quality of the reporting of biomedical information

Although conciseness is one of the main features of journalistic information, when reporting biomedical information, it is difficult to be concise, rigorous, and informative at the same time. Some authors have set the minimum length of a piece of biomedicine news at 300 words for information related to disease prevention or therapeutic or diagnostic procedures ([Casino, 2015](#); [Schwitzer, 2007](#)). Articles of between 100 and 300 words (also known as “news briefs”) are incomplete ([Schwitzer, 2007](#)), while the length of health-based articles is a predictor of their higher quality score ([Robinson et al., 2013](#)). It has also been shown that news briefs are associated with press releases more frequently than longer articles ([Casino, 2015](#)). As press releases from leading medical journals contain various deficiencies that contribute to distorting research findings, the abundance of biomedical news briefs based on press releases would lead to incomplete and inaccurate biomedical information, which constitutes a public health threat ([Woloshin and Schwartz, 2002](#)).

Beyond the length of news articles, the presence or absence of authorship in a journalistic article can be considered an indicator of the content’s quality. Health and nutrition newspaper articles attributed to named journalists have shown significantly higher quality scores compared to anonymous articles ([Kininmonth et al., 2017](#); [Robinson et al., 2013](#)).

Social relevance of the microbiome

Information on microorganisms and their role in health—in contrast to the widely held belief that the only good microbe is a dead one—has become a topic of considerable

scientific and public interest ([Huang et al., 2019](#); [Marcon et al., 2021](#); [Prados-Bo and Casino, 2021](#); [Shan et al., 2019](#)).

The microorganisms living in a specific habitat, their genomes, metabolites, and the surrounding environment are collectively called the microbiome, while the term microbiota refers to the microbes themselves ([Berg et al., 2020](#)). The microbiome has received increased attention over the last 40 years, as supported by a search in PubMed database performed in March 2021 showing that the number of studies mentioning “microbiome” or “microbiota” in their title or abstract grew from 10 in 1980 to more than 16,000 in 2020. Microbiome research has moved from cataloging microorganisms to harnessing them—especially gut microbes—in the clinical setting. Studies have shown an association between an altered gut microbiome and both gut diseases and metabolic and neuropsychiatric disorders, although causation has yet to be established ([Lynch et al., 2019](#)). Beyond human health, research on microbiomes also has implications for food production and environmental sustainability ([Sariola and Gilbert, 2020](#)).

As microbiome science and potential use in prevention and therapeutics evolve, it is also important to address their social implications. In that regard, a previous comparative analysis between microbiome research articles in general and business newspapers and the scientific literature between 2007 and 2019 showed that the press tends to focus on observational studies, with less coverage given to clinical trials and systematic reviews ([Prados-Bo and Casino, 2021](#)). Further research on microbiome coverage by newspapers showed that microbiome health benefits and actions that could be taken to reap said benefits are typically oversold despite the research in the field being in its infancy ([Marcon et al., 2021](#)). As with other scientific breakthroughs, the microbiome has generated hopes and hypes that can lead to misinterpretations ([Bik, 2016](#); [Hanage, 2014](#); [Shan et al., 2019](#)). Therefore, with the increasing pace of microbiome articles appearing in the press, studying how information about the microbiome is covered, above all in quality newspapers, takes on a socially significant role.

Press citations to assess the impact of scientific journals and research articles in the lay press

One way of studying the social relevance given to a scientific topic is through content analyses of newspaper articles in which a paper, researcher, organization, or journal is cited, known collectively as “press citations” ([Casino, 2018](#)). Content analysis of that kind has been widely used for studying the journalistic coverage of scientific articles ([Bartlett et al., 2002](#); [Cortiñas-Rovira and Ramon-Vegas, 2013](#); [Houn et al., 1995](#)); the extent to which newspaper coverage of research is associated with a higher number of downloads of scientific articles ([Mathelus et al., 2012](#)); and the characteristics of medical research news reported in newspapers in terms of study design ([Selvaraj et al., 2014](#)).

Although scientific findings traditionally disseminate to the scientific community via scientific journals, when studies are reported in newspapers they tend to receive a higher number of citations. That explains why most leading scientific journals issue press releases ([Bartlett et al., 2002](#)). Different studies have supported the notion that coverage of science findings in the lay press may amplify the transmission of research results and increase citations in academic journals, compared to no media coverage at all ([Fanelli,](#)

2013; [Kiernan, 2003](#); [Phillips et al., 1991](#)). The citation advantage seems to be more pronounced for the studies covered in quality newspapers ([Dumas-Mallet et al., 2020](#)).

Although emerging interest in the microbiome has been the focus of studies on the language used when informing on microbiome science ([McLeod et al., 2019](#); [Nerlich and Hellstewn, 2009](#)), an in-depth content analysis of information on the microbiome in the press during a reasonable period of time is lacking.

Journal citation patterns according to newspaper nationality

The presence of authors from different world regions in high-impact medical journals shows a marked under-representation of developing countries. Sumathipala et al. identified four regions of the world with different patterns of representation of their respective authors in the medical literature. Three regions were well characterized and include the USA, the UK, and other Euro-American countries (Canada, Australia, New Zealand, and European countries other than the UK). The fourth region, which was less defined in the medical literature, comprises countries from the rest of the world ([Sumathipala et al., 2004](#)).

A further analysis of a sample of 22 international quality newspapers belonging to the four regions described by Sumathipala et al. (as described above) identified national citation patterns for medical journals. First, American and British newspapers showed a high number of citations of medical journals, non-American and non-British Western newspapers showed a moderate number of citations of medical journals, and newspapers from the rest of the world showed a low to very low number of citations of medical journals. Second, American and British newspapers showed a highly nationalistic pattern of citation of their respective national medical journals ([Casino et al., 2017](#)).

Objectives and hypotheses

Our aim is to analyze how three quality newspapers, *The New York Times*, *The Times*, and *El País* (one from each of the three medical journal citation patterns described above), reflected research advances on the microbiome over the period 2007–2019.

The first objective is to analyze the number of news and opinion articles that each newspaper devotes to the microbiome.

Hypothesis 1. Quality newspapers will cover the microbiome through a high number of editorials and opinion pieces in the context of an abundance of news articles on the subject.

The second objective is to analyze the length of newspaper articles and the attribution of articles to named journalists as indicators of the completeness and quality of reporting on the microbiome.

Hypothesis 2. Quality newspapers will inform on the microbiome mostly through long, in-depth articles (300 words or more) that include authorship.

The third objective is to analyze which microbiome-related conditions and which interventions to manipulate the microbiome as a means of maintaining health and treating disease are mentioned the most.

Hypothesis 3. Medicine and nutrition-related aspects around the microbiome will receive considerable public attention.

Finally, the fourth objective is to explore whether newspapers favor domestic research in their coverage of the microbiome.

Hypothesis 4. The sample of influential newspapers analyzed will reflect a preference for domestic researchers, organizations, journals, and research projects.

Methods

Scope and analysis form description

The newspapers were selected according to two criteria. First, they are considered to be among the foremost quality newspapers that lead opinion in the countries mentioned in the three citation patterns (USA, UK, and other Euro-American countries excluding USA and UK) ([Casino et al., 2017](#)). Second, they feature in the *DowJones* Factiva database for the period under study. When selecting *El País*, we used two additional criteria: representation of the third pattern (other Euro-American countries) in terms of volume of citations of papers from medical journals ([Casino et al., 2017](#)), and knowledge of the newspaper (Gonzalo Casino coordinated health news at *El País* for more than a decade).

We performed a content analysis on news stories about the microbiome published by the three newspapers. The sample studied here is based on the one used in a previous study ([Prados-Bo and Casino, 2021](#)). The differences are that in the current study we only focused on general newspapers and included both news and opinion articles, regardless of whether they cite a scientific publication on the microbiome. The unit of analysis was the individual newspaper article that devoted 50% or more of the text length (estimated by the number of words) to reporting on the microbiome. In order to exclude news stories that informed on the microbiome as a secondary topic, articles that mentioned the microbiome in less than 50% of the text were excluded ([Guasch et al., 2019](#)). The period analyzed begins in 2007—coinciding with the launch of the Human Microbiome Project ([National Institutes of Health, 2007](#))—and ends in 2019. For each newspaper article, the variables as stated in [Table 1](#) were recorded.

The process used to obtain and classify variables of interest for each newspaper article on the microbiome is described in detail in the [Supplemental material](#).

Data collection

In line with previous studies on press coverage of biomedical research ([Dumas-Mallet et al., 2017, 2018, 2020](#); [Pallari et al., 2017](#); [Prados-Bo and Casino, 2021](#)), the Factiva database was used to search for newspaper articles on the microbiome in *The New York Times*, *The Times*, and *El País*.

All searches were performed annually and print and online editions of each newspaper were analyzed together, after ruling out duplicate newspaper articles. The searches were performed by one author (Andreu Prados-Bo) from January to March 2020. Search

Table 1. Variables analyzed for each newspaper article on the microbiome.

| Field of analysis | Variables and description |
|------------------------------|--|
| Article type | <ul style="list-style-type: none"> • News articles • Opinion articles |
| Length of article | <ul style="list-style-type: none"> • Word count of each newspaper article: <ul style="list-style-type: none"> - Fewer than 300 words - Between 300 and 1000 words - 1000 words or more |
| Authorship | <ul style="list-style-type: none"> • Staff writers/freelance journalists who write regularly for the newspaper • News agencies • Subject-matter experts • Reader (letters) • Without authorship |
| Thematic focus | <ul style="list-style-type: none"> • Main categories^a: science; medicine; nutrition; business; legal/ethical • Subcategories^a: <ul style="list-style-type: none"> - Science: gastrointestinal tract microbiome; factors that affect the microbiome; built environment microbiome; microbiome's role in health and disease; skin microbiome; evolution of microbes; aquatic microbiome; antibiotic resistance; human milk microbiome; cancer - Medicine: gastrointestinal tract microbiome; hygiene hypothesis; probiotics; skin microbiome; antibiotic resistance; infections; obesity; factors that shape gut microbiome composition; fecal microbiota transplantation; mental health - Nutrition: dietary patterns' impact on the gut microbiome; fermented foods - Business: antibiotics; probiotics; fermented foods; fecal microbiota transplantation - Legal/ethical: probiotics; fecal microbiota transplantation |
| Microbiome media nationalism | <ul style="list-style-type: none"> Name of all researchers cited and their country of affiliation Name of public/academic institutions, government agencies, or pharmaceutical/food multinationals cited and their country of origin Name of academic journals cited and their country of origin Name of microbiome research projects cited and their country of origin |

^aThe categories and subcategories that have been used to measure this variable have been designed based on previous studies by [Costa \(2003\)](#), [Stulberg et al. \(2016\)](#), and [Huang et al. \(2019\)](#).

phrases and filters used in Factiva are listed in the [Supplementary file](#). The two authors (Andreu Prados-Bo and Gonzalo Casino) analyzed the entire data set of 467 newspaper articles. Disagreements were discussed until agreement was reached.

In total, 1348 newspaper articles included the word microbiome or any of its synonyms in the three newspapers. After the selection process, 218 newspaper articles were selected from *The New York Times* (179 news articles and 39 opinion articles), 146 from *The Times* (132 news articles and 14 opinion articles), and 103 from *El País* (98 news articles and five opinion articles) ([Figure 1](#)).

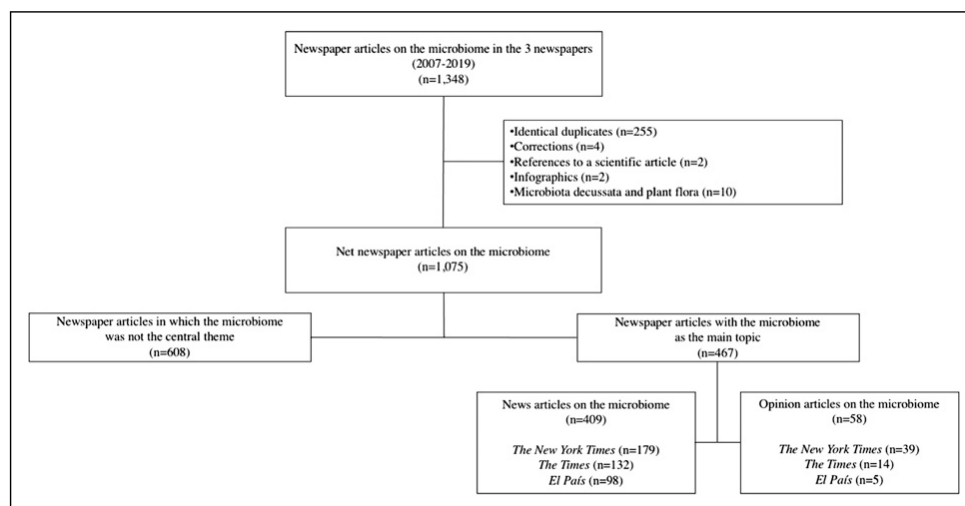


Figure 1. Flow diagram of the collection of newspaper articles on the microbiome.

Statistical analyses

The primary outcome variable was the number of newspaper articles on the microbiome collected by year from 2007 to 2019. That variable was presented as absolute frequency and percentage for the overall sample and subinterest groups: individual newspapers, article type, word count, authorship, themes, subcategories, researchers, organizations, journals, and research projects.

The relationship between qualitative variables was evaluated with a Chi Square test. The level of significance was set at 0.05. Version 3.5.2 of software R (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) was used for all analysis work.

Results

Coverage, word count, and authorship of newspaper articles on the microbiome

Most of the newspaper articles on the microbiome were in the form of news articles: 179 (82.1%) for *The New York Times*, 132 (90.4%) for *The Times*, and 98 (95.2%) for *El País* ($p < 0.001$). *The New York Times* was the newspaper that devoted the most attention to opinion articles on the microbiome in the form of editorials and opinion pieces (39; 17.9%), followed by *The Times* (14; 9.6%), and *El País* (5; 4.9%) ($p < 0.001$). The ratio of opinion articles to news articles was 0.22 for *The New York Times* (2 opinion articles for every 10 news articles), 0.11 for *The Times* (1 opinion article for every 10 news articles), and 0.05 for *El País* (1 opinion article for every 20 news articles) (Table 2).

Newspaper articles on the microbiome were mainly long texts with a word count of more than 300 words for all three newspapers from 2007 to 2019 (396; 84.8%). *The New York Times* was the newspaper with the highest proportion of newspaper articles on the

Table 2. Coverage, word count, and authorship of newspaper articles on the microbiome.

| Characteristic | | Overall | <i>The New York Times</i> | | | P-value* |
|----------------|---------------------------|-------------|---------------------------|------------------|----------------|----------|
| | | | <i>The New York Times</i> | <i>The Times</i> | <i>El País</i> | |
| Article type | News articles, n (%) | 409 (87.6%) | 179 (82.1%) | 132 (90.4%) | 98 (95.2%) | <0.001 |
| | Opinion articles, n (%) | 58 (12.4%) | 39 (17.9%) | 14 (9.6%) | 5 (4.9%) | <0.001 |
| Word count | <300 words | 71 (15.2%) | 26 (11.9%) | 39 (26.7%) | 6 (5.8%) | <0.001 |
| | 300–1000 words | 235 (50.3%) | 93 (42.7%) | 73 (50.0%) | 69 (67.0%) | 0.121 |
| | ≥1000 words | 161 (34.5%) | 99 (45.4%) | 34 (23.3%) | 28 (27.2%) | <0.001 |
| Authorship | Staff, n (%) | 380 (81.6%) | 181 (83.0%) | 116 (79.5%) | 83 (80.6%) | <0.001 |
| | News agencies, n (%) | 2 (0.4%) | 0 | 0 | 2 (1.9%) | - |
| | Experts, n (%) | 44 (9.4%) | 34 (15.6%) | 6 (4.1%) | 4 (3.9%) | <0.001 |
| | Reader, n (%) | 4 (0.9%) | 2 (0.9%) | 1 (0.7%) | 1 (1.0%) | 0.778 |
| | Without authorship, n (%) | 36 (7.7%) | 1 (0.5%) | 23 (15.8%) | 12 (11.7%) | <0.001 |

*Chi Square test between samples. Significant p -values are highlighted in bold.

microbiome that were more than 1000 words long (99; 45.4%) ($p < 0.001$), while in *The Times* and *El País*, the coverage of the microbiome was mainly in the form of newspaper articles between 300 and 1000 words long (73; 50.0% and 69; 67.0%, respectively). *The Times* was the newspaper with the highest proportion of brief articles less than 300 words in length (39; 26.7%) ($p < 0.001$) (Table 2).

For authorship, 181 (83.0%) newspaper articles from *The New York Times*, 116 (79.5%) from *The Times*, and 83 (80.6%) from *El País* were written by the newspapers' own staff or freelance journalists ($p < 0.001$). *The New York Times* was the newspaper with the highest number of newspaper articles on the microbiome written by subject-matter experts (34; 15.6%), followed by *The Times* (6; 4.1%), and *El País* (4; 3.9%) ($p < 0.001$). In *The New York Times*, articles written by experts were in the form of opinion articles, and it was the newspaper with the highest proportion of expert-written articles and opinion-type articles. On the other hand, *The Times* was the newspaper with the highest number of newspaper articles on the microbiome that were without authorship (23; 15.8%), followed by *El País* (12; 11.7%) and, last, *The New York Times* (1; 0.5%) ($p < 0.001$) (Table 2). Furthermore, newspaper articles without authorship from *The Times* were precisely the shortest in length (61–257 words), but the same trend was not observed for *El País*, where average length was 496 words.

Thematic focus of newspaper articles on the microbiome

A constant characteristic of all the newspapers under study was the abundant presence of themes relating to science (195; 41.8%), medicine (193; 41.3%), and nutrition (54;

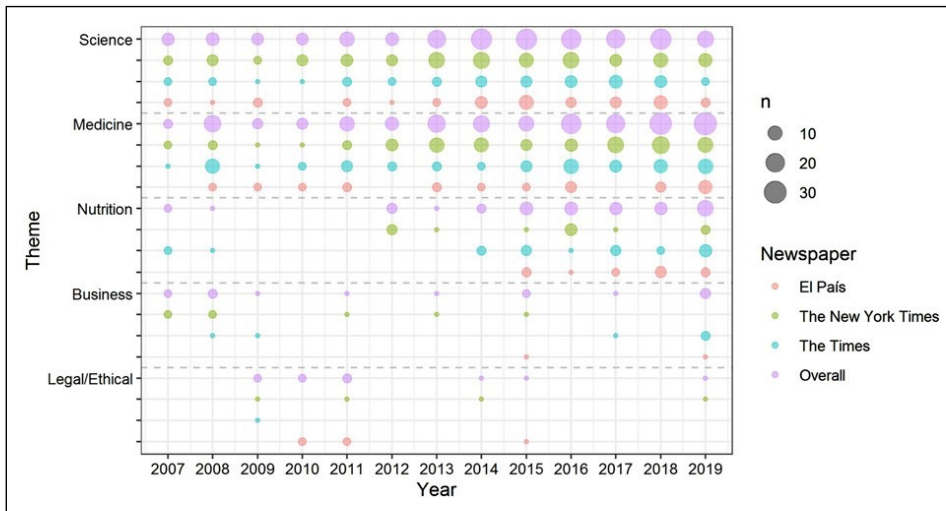


Figure 2. Distribution of newspaper articles on the microbiome by thematic focus.

11.6%) ($p < 0.001$), albeit not equally distributed across the study period. Basic science findings received the most attention from newspaper articles on the microbiome from 2007 to 2015. In contrast, medicine and nutrition represented more than 50% of the overall microbiome topics covered in the three newspapers from 2016 to 2019. Business (15; 3.2%) and legal/ethics (10; 2.1%) were the topics that attracted the least attention from newspapers ($p < 0.001$) (Figure 2).

The 10 most discussed scientific topics in all the newspapers under study were the gut microbiome (61; 29.0%), factors that affect the microbiome (including diet, delivery type, and antibiotics) (25; 12.0%), the built environment microbiome (14; 7.0%), the role microorganisms play in all ecosystems' health (11; 5.0%), the skin microbiome (11; 5.0%), evolution of microbes (10; 5.0%), the aquatic microbiome (10; 5.0%), antibiotic resistance (9; 4.0%), human milk microbiome (5; 2.0%), and mechanisms linking gut microbes with cancer (5; 2.0%).

On the other hand, the 10 most discussed medical topics were the gut microbiome (22; 11.0%), the hygiene hypothesis (17; 9.0%)—this hypothesis postulates that a decrease in the frequency of infections secondary to sanitation and antibiotic use may contribute to the current increase in the frequency of immune-related diseases—, probiotics for disease prevention or treatment (16; 8.0%), the role of skin microbiome in health and skin-related maladies (14; 7.0%), antibiotic resistance mediated by harmless microorganisms (13; 7.0%), infections led by gut bacteria (12; 6.0%), the role of gut microbiome in obesity (12; 6.0%), factors that shape the composition of gut microbiome (10; 5.0%), fecal microbiota transplantation for tackling *Clostridioides difficile* infection (8; 4.0%), and the microbiome-gut-brain axis (5; 3.0%).

The most frequently mentioned nutrition and lifestyle-related topics were the impact of dietary patterns and specific nutrients on the gut microbiome (30; 55.6%) and the nutritional and health benefits of fermented foods (19; 35.2%).

Despite business being the least covered topic, within this category antibiotics (6; 28.6%), probiotics (4; 19.0%), fermented foods (4; 19.0%), and fecal microbiota transplantation (2; 9.5%) captured the most attention from newspapers. Moreover, regulatory issues regarding probiotics and fecal microbiota transplants were the most intensely covered topics within the legal/ethics category (6; 60% and 3; 30%, respectively).

Nationality of researchers, organizations, journals, and research projects cited in newspaper articles on the microbiome

Most of the researchers cited in newspaper articles on the microbiome are based in each newspaper's respective country. The top five cited researchers in *The New York Times* and *The Times* belonged to American and British organizations, respectively. The most cited researcher in *El País* was Francisco Guarner, who is based at a Spanish institution, while the other researchers were distributed evenly among institutions in the USA, other Euro-American countries, and the rest of the world ([Table 3](#)).

Likewise, all newspapers showed a preference for covering stories from national organizations, which consisted mainly of public and academic institutions and government agencies. While *The New York Times* covered the work of government agencies in both first and fifth positions (Food and Drug Administration and National Institutes of Health, respectively), *The Times* prioritized the National Health Service in second position. Moreover, the first organization echoed by *El País* was the Spanish National Research Council, while the other organizations cited were distributed evenly between US and Spanish organizations ([Table 3](#)). Newspaper articles on the microbiome that did not mention any researchers, organizations, or academic journals represented 22.1% of all newspaper articles on the microbiome in *The New York Times*, 25.9% in *The Times*, and 21.4% in *El País*.

In contrast, the presence of pharmaceutical/food multinationals in newspaper articles on the microbiome was scarce and was limited to some newspaper articles on business and nutrition categories (appearing in less than 3% of total articles; data not shown).

The scientific articles quoted in newspaper articles on the microbiome most commonly came from *Nature* (31; 6.6%), *Science* (31; 6.6%), and *The New England Journal of Medicine* (20; 4.3%). *The New York Times* and *The Times* showed a domestic preference for their respective national journals. As such, *Science* (19; 8.7%) and *The New England Journal of Medicine* (15; 6.9%) were the first and third most cited journals in *The New York Times*, while *Nature* (6; 4.1%) and *The British Medical Journal* (4; 2.7%) were the two most cited journals in *The Times*. *El País* showed a balance between American and British journals ([Table 4](#)).

Within newspaper articles citing a microbiome research project, the Human Microbiome Project was the most mentioned in all newspapers (25; 39.1%), followed by the American Gut Project (6; 9.4%), and the British Gut Project (5; 7.8%).

Table 3. The top five researchers and organizations cited in the newspapers under analysis (2007–2019) and their nationality, according to the three world regions of journal citation patterns by newspaper nationality, as described by [Casino et al., 2017](#).

| Characteristic | Overall | The New York Times | The Times | El País |
|-----------------------------------|---|--|--|---|
| Researchers, nationality, n (%) | Martin J Blaser, USA, 17 (3.6%) Jeffrey I. Gordon, USA, 16 (3.4%) Tim Spector, UK, 13 (2.8%) David A. Relman, USA & rest of the world (Bangladesh), 12 (2.6%) Jack Gilbert, USA, 11 (2.4%) | Martin J Blaser, USA, 15 (6.9%) David A. Relman, USA & rest of the world (Bangladesh), 12 (5.5%) Jeffrey I. Gordon, USA, 11 (5.0%) Alexander Khoruts, USA, 10 (4.6%) Jack Gilbert, USA, 9 (4.1%) | Tim Spector, UK, 11 (7.5%) Glenn Gibson, UK, 7 (4.8%) Megan Rossi, UK, 7 (4.8%) Catherine Collins, UK, 4 (2.7%) Jeremy Nicholson, UK, 4 (2.7%) | Francisco Guamer, other Euro-American countries (Spain), 7 (6.8%) Jo e Clemente, USA, 6 (5.8%) Jeffrey I. Gordon, USA, 4 (3.9%) Daniel Ramón, other Euro-American countries (Spain), 3 (2.9%) Eran Elinav, other Euro-American countries (Germany) and rest of the world (Israel), 3 (2.9%) |
| Organizations, nationality, n (%) | Food and Drug Administration, USA, 41 (8.8%) Harvard University, USA, 36 (7.7%) New York University, USA, 28 (6.0%) National Institutes of Health, USA, 27 (5.8%) Stanford University, USA, 25 (5.4%) | Food and Drug Administration, USA, 34 (15.6%) Harvard University, USA, 24 (11.0%) New York University, USA, 24 (11.0%) Stanford University, USA, 24 (11.0%) National Institutes of Health, USA, 22 (10.1%) | King's College London, UK, 20 (13.7%) National Health Service, UK, 18 (12.3%) Imperial College London, UK, 10 (6.8%) University of Reading, UK, 8 (5.5%) Cornell University, USA, 6 (4.1%) | Spanish National Research Council (Spain), 15 (14.6%) Harvard University, USA, 6 (5.8%) Mount Sinai Hospital, USA, 6 (5.8%) University of Valencia, other Euro-American countries (Spain), 6 (5.8%) Vall d'Hebron Hospital, other Euro-American countries (Spain), 6 (5.8%) |

Table 4. The top five journals cited in the newspapers under analysis (2007–2019) and their nationality, according to the three world regions of journal citation patterns by newspaper nationality, as described by [Casino et al., 2017](#).

| Overall | <i>The New York Times</i> | <i>The Times</i> | <i>El Pa'ís</i> |
|---|---|---|---|
| <i>Nature</i> , UK, 31 (6.6%) | <i>Science</i> , USA, 19 (8.7%) | <i>Nature</i> , UK, 6 (4.1%) | <i>Nature</i> , UK, 9 (8.7%) |
| <i>Science</i> , USA, 31 (6.6%) | <i>Nature</i> , UK, 16 (7.3%) | <i>The BMJ</i> , UK, 4 (2.7%) | <i>Science</i> , USA, 9 (8.7%) |
| <i>The New England Journal of Medicine</i> , USA, 20 (4.3%) | <i>The New England Journal of Medicine</i> , USA, 15 (6.9%) | <i>Cell</i> , USA, 4 (2.7%) | PNAS, USA, 4 (3.9%) |
| <i>Cell</i> , USA, 16 (3.4%) | <i>Cell</i> , USA, 10 (4.6%) | <i>Gut (BMJ Journal)</i> , UK, 4 (2.7%) | <i>Microbiome</i> , UK, 3 (2.9%) |
| <i>Nature Medicine</i> , UK, 13 (2.8%) | <i>Nature Medicine</i> , UK, 6 (2.8%) | <i>Nature Medicine</i> , UK, 4 (2.7%) | <i>Nature Communications</i> , UK, 3 (2.9%) |

Discussion and conclusions

The content analysis of the microbiome newspaper articles that appeared over the period 2007–2019 in three leading quality newspapers reveals that the microbiome is largely portrayed in the form of long news articles by named journalists. There is also an evolution from a focus on basic science toward more medicine and nutrition-related topics, with a national preference for the newspapers' respective domestic researchers, organizations, and academic journals.

Newspaper coverage of the microbiome

The coverage of newspaper articles on the microbiome found in *The New York Times*, *The Times*, and *El Pa'ís* was not surprising, given the well-known biomedical coverage provided by the three newspapers ([Casino et al., 2017](#)). The annual number of articles on the microbiome in *The New York Times*, *The Times*, and *El Pa'ís* during the period 2007–2019 is 17, 11, and 8, respectively. To put those data into context, those numbers are considerably higher than the annual number of articles published in 2007–2017 in *The New York Times*, *The Guardian*, and *El Pa'ís* on graphene (around two articles a year in all three newspapers), which is another subject of considerable scientific interest ([Guasch et al., 2019](#)).

Newspaper articles on the microbiome are mainly covered in the form of news articles by staff or freelance journalists who write regularly for the three newspapers. *The New York Times* is the newspaper that publishes by far the most opinion pieces in absolute and relative terms compared to the other two. Most of the articles are written by experts from US companies, universities, and microbiome research centers, which is not surprising because the top institutions involved in microbiome research and related applications are also in the United States ([Li et al., 2020](#)). Similarly, the representation of graphene and the

human genome in the press also showed that most of the articles are written by the newspapers' own staff ([Guasch et al., 2019](#)) and that opinion articles have a high presence in *The New York Times* ([Costa, 2003](#)). The proportion of opinion articles on the microbiome in the three newspapers under study outweighs the number of opinion articles about graphene in *The New York Times*, *The Guardian*, and *El País* ([Guasch et al., 2019](#)), which may indicate social interest around the microbiome ([Coppock et al., 2018](#)). That is testament to the emerging role of the microbiome in health and disease that has led some scientists to call it the “forgotten organ” of the human body ([O’Hara and Shanahan, 2006](#)).

Length and authorship of newspaper articles on the microbiome

Newspaper article length and the presence of authorship confirm the microbiome’s relevance in the context of biomedical information in quality newspapers. The microbiome is covered in the three newspapers mostly in the form of long newspaper articles between 300 and 1000 words long (50.3% overall). It is worth noting that overall in the quality press analyzed, more than a third of the articles (34.5%) are 1000 words or longer, which shows that newspapers of that type have taken an in-depth approach to many microbiome-related topics. While *The New York Times* was the newspaper with the highest proportion of articles that were more than 1000 words long, *The Times* was the newspaper with the highest proportion of articles with fewer than 300 words. In the coverage of the Human Genome Project, Costa also showed that *The New York Times* preferred long and exhaustive articles ([Costa, 2003](#)). The proportion of short articles (fewer than 300 words) on the microbiome in *El País* was 5.8%, which is much lower than the proportion of short articles that cover biomedical topics from top medical journals (33.7%) in the same newspaper ([Casino, 2015](#)). Marcon et al. found that the reporting of concerns about personalized medicine increased with word count ([Marcon et al., 2018](#)), highlighting how long articles are preferred for accurately covering complex topics, such as the microbiome.

As expected, the vast majority of articles on the microbiome include authorship and only a minority are anonymous. Health-based newspaper articles attributed to named journalists showed higher quality scores compared to anonymous articles ([Kininmonth et al., 2017](#); [Robinson et al., 2013](#)), which highlights the importance of authorship as an indicator of the quality of reporting on the microbiome. While 71.5% of biomedicine news briefs in *El País* are associated with a press release, that proportion decreases for articles of 300 words or more, of which 45.2% are associated with a press release ([Casino, 2015](#)). It is also well known that press releases from medical journals contain various deficiencies that contribute to distorting the research findings ([Schwartz et al., 2012](#); [Woloshin and Schwartz, 2002](#)) and the quality of journalistic information is closely associated with the quality of press releases ([Sumner et al., 2014](#)).

The Times was the newspaper that showed the highest proportion of anonymous newspaper articles (15.8%), followed by *El País* (11.7%), and said articles are the shortest in length. That can be explained by the fact that short articles usually came directly from press releases, so journalists tend not to add their name and publish only the most relevant information. Although the percentages of anonymous articles in the two newspapers are

not high, the findings are worrisome, as news briefs of fewer than 300 words have been linked to incomplete and less rigorous health and medical information and are more likely associated with a press release ([Casino, 2015](#); [Schwitzer, 2007](#)). For a topic as complex as the microbiome, it is likely that news briefs cannot ensure a minimum of completeness and quality for the information reported. In contrast, only 0.9% of *The New York Times's* articles were anonymous (shorter than 300 words), with the newspaper's coverage of the microbiome confirming its leadership in scientific content.

Thematic coverage of the microbiome in quality newspapers

The broad thematic press coverage of the microbiome observed in our study is expected, given the emerging involvement of microorganisms in human and environmental health. Basic science findings, clinical trials about microbiome-targeted interventions, and nutrients and dietary patterns for shaping the gut microbiome were the most frequently covered themes. However, the intensity of the topics covered varied depending on the study period. An emerging pattern shows prominent coverage of basic science findings from 2007 to 2015, followed by a gradual increase in medicine and nutrition-related topics from 2016 to 2019, mirroring scientific publications on the microbiome in thematic focus ([Nerlich, 2017](#)).

Within scientific topics, the gut microbiome and factors that affect its composition were the two most intensely covered topics. That is explained by the fact that major research focus worldwide has been mainly on gut microbes, rather than the microbiome of other habitats. In addition, diet is one of the most widely studied environmental factors to which the gut microbiome is exposed daily. In agreement with our findings, dietetic advice that the reader can take to reap microbiome-related benefits was the most commonly mentioned topic among American and Canadian audiences between 2018 and 2019, although only 19% of articles make microbiome-related critiques or limitations ([Marcon et al., 2021](#)). The findings are expected, as previous content analyses of nutrition-based stories have described newspapers' increasing interest in information about food and nutrition that will seize readers' attention, despite said information often being supported by poor quality evidence ([Cooper et al., 2012](#); [Kininmonth et al., 2017](#)).

In addition, the gut microbiome still remains the most intensely covered theme in medical newspaper articles, followed by the microbiome's contribution to the current rise in modern immune and metabolic diseases and, in third position, the role of probiotics in disease prevention and treatment. When it comes to the first and second most covered frames, it should be acknowledged that observational study types are often over-represented in newspaper articles on microbiome research ([Prados-Bo and Casino, 2021](#)). That highlights the need to inform the public that an association between an altered microbiome and a specific condition does not necessarily mean the causal involvement of the microbiome ([Prados-Bo and Casino, 2021](#)). Moreover, although "dysbiosis" is an inaccurate term referring to reduced microbiome diversity, which implicitly prompts the reader to act to improve that diversity despite it not always presenting a risk to health, the expression is widely used in the newspaper articles under analysis. In order to properly communicate information about the microbiome without misinterpretations, more accurate

expressions suggested by scientists instead of dysbiosis include “changed,” “altered,” “adapted,” or “different” ([Shanahan and Hill, 2019](#)).

Articles on probiotics appeared as the third most discussed subcategory within medicine/health category, which reflects the public’s interest in ready-to-use treatments for improving health through the gut microbiome ([Hill et al., 2014](#)). Even though a previous study on newspaper coverage of the microbiome showed that taking probiotics is the second most frequently cited action in newspapers for taking care of the microbiome, cautionary notes are not always acknowledged ([Marcon et al., 2021](#)). Similarly, fermented foods have received increased attention from newspapers within the nutrition category, with kombucha, yogurt, kefir, and kimchi among those commonly listed in the three quality newspapers for taking care of the gut microbiome. Despite their popularity, beyond yogurt and kefir, there is limited clinical evidence for the effectiveness of most fermented foods in gastrointestinal health and disease ([Marco et al., 2021](#)).

Despite *C. difficile*-related diarrhea being one of the few indications where microbiome-related treatments in the form of fecal microbiota transplants are supported by robust evidence ([Walter et al., 2020](#)), this was the ninth most mentioned subtopic in medical newspaper articles. Marcon et al. also found that the topic is only discussed in a small number of articles in the English-language press ([Marcon et al., 2021](#)), which can be explained by the media’s representation of the treatment as inherently disgusting ([Chuong et al., 2015](#)).

The finding that business and ethical/legal issues received little attention can be explained by the fact that no microbiome therapeutics requiring US Food and Drug Administration and European Food Safety Authority or European Medicines Agency scrutiny have been approved for human use yet ([Taroncher-Oldenburg et al., 2018](#)).

Countries to which the most frequently mentioned researchers, organizations, journals, and research projects belong

The New York Times, *The Times*, and *El País* show a domestic preference for their respective national researchers, organizations, and journals. The patterns of featuring researchers and organizations from their own countries was more apparent for the American and British newspapers, while less so for the Spanish newspaper. *The Times* seems to be more domestically oriented than *The New York Times*, which was to be expected due to the British newspaper’s stronger preference for its top national biomedical journals, compared to its American counterpart ([Casino et al., 2017](#)). This fact is also explained as the United States and the United Kingdom are over-represented in the medical literature published in high-impact journals compared to other countries ([Sumathipala et al., 2004](#)).

The choice of elite peer-reviewed high-impact journals such as *Science*, *Nature*, *The New England Journal of Medicine*, and *Proceedings of the National Academy of Sciences* when reporting on microbiome research has two explanations. First, journalists tend to inform mainly on a limited number of academic journals that have a high impact factor and which usually publish the most important research. Second, journalists focus on journals that promote papers through press releases in an attempt to garner more media coverage by facilitating the work of journalists ([Conrad, 1999](#)). However, previous

research has shown that press releases launched by academic journals or institutions are usually incomplete and contribute to exaggerating the perceived importance of findings ([Schwartz et al., 2012](#); [Sumner et al., 2014](#)).

Although our study offers an in-depth examination into how quality newspapers have dealt with the microbiome across an ample period of time, it also has limitations. We did not focus on studying the impact of microbiome research in other mass media such as low-circulation newspapers, magazines, radio, television, blogs, or social media. Our study is limited in scope as it only focuses on a small sample of print and online newspapers from three countries, although our selection includes some of the most widely read and best quality international newspapers. Furthermore, the mention of a researcher, organization, or academic journal in a newspaper does not provide any information about the context of the citation or the newspaper article's quality.

In conclusion, despite being a recent area of research that is still in its infancy, our study suggests the microbiome is subject to in-depth coverage in the quality press. A transition from basic science to medicine and nutrition topics can be seen as an indicator of the gradual maturity of the science that is reaching the lay public, which mirrors the patterns observed in the scientific literature itself. Last, the fact that newspapers favor domestic researchers and journals may be hindering communication of the overall picture of what is going on in microbiome research in fields beyond those reported in high-impact journals.

Acknowledgements

The authors would like to thank Mireia Bosch for her support with data management and statistical analyses.

Declaration of conflicting interests

The author(s) declared the following potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article: Andreu Prados-Bo works as a health writer for companies commercially involved in the gut microbiome and probiotics. Gonzalo Casino has declared no competing interests.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

ORCID iDs

Andreu Prados-Bo  <https://orcid.org/0000-0003-4393-9723>

Gonzalo Casino  <https://orcid.org/0000-0003-1872-4130>

Supplemental Material

Supplemental material for this article is available online.

References

- Bartlett C, Sterne J and Egger M (2002) What is newsworthy? Longitudinal study of the reporting of medical research in two British newspapers. *Bmj: British Medical Journal* 325(7355): 81–84.
- Berg G, Rybakova D, Fischer D, et al. (2020) Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome* 8: 103.
- Bik EM (2016) The hoops, hopes, and hypes of human microbiome research. *Yale Journal of Biology and Medicine* 89(3): 363–373.
- Casino G (2018) Cita periodística: impacto de las revistas y los artículos científicos en la prensa generalista. *El profesional de la información* 27(3): 692–697.
- Casino G, Rius R and Cobo E (2017) National citation patterns of NEJM, The Lancet, JAMA and The BMJ in the lay press: a quantitative content analysis. *British Medical Journal Open* 7(11): e018705.
- Casino G (2015) Concisión frente a completitud en las noticias médicas. Análisis de los breves de biomedicina en el diario *El País*. *Panace@* 6(42): 184–189.
- Chuong KH, O'Doherty KC and Secko DM (2015) Media discourse on the social acceptability of fecal transplants. *Qualitative Health Research* 25(10): 1359–1371.
- Conrad P (1999) Use of expertise: sources, quotes, and voice in the reporting of genetics in the news. *Public Understanding of Science* 8: 285–302.
- Cooper BEJ, Lee WE, Goldacre BM, et al. (2012) The quality of the evidence for dietary advice given in UK national newspapers. *Public Understanding of Science* 21(6): 664–673.
- Coppock A, Ekins E and Kirby D (2018) The long-lasting effects of newspaper op-eds on public opinion. *Quarterly Journal of Political Science* 13(1): 59–87.
- Cortiñas-Rovira S and Ramon-Vegas X (2013) Estrategias de difusión de una revista científica. Un experimento con *El profesional de la información*. *El profesional de la información* 22(5): 405–414.
- Costa T (2003) The human genome project and the media. Case study: the relation between genetics and the media. *Journal of Science Communication* 2(1): 1–20.
- Dumas-Mallet E, Garenne A, Boraud T, et al. (2020) Does newspapers coverage influence the citations count of scientific publications? An analysis of biomedical studies. *Scientometrics* 123: 413–427.
- Dumas-Mallet E, Smith A and Boraud T (2018) Scientific uncertainty in the press: how newspapers describe initial biomedical findings. *Science Communication* 40(1): 124–141.
- Dumas-Mallet E, Smith A and Boraud T (2017) Poor replication validity of biomedical association studies reported by newspapers. *Plos One* 12(2): e0172650.
- Fanelli D (2013) Any publicity is better than none: newspaper coverage increases citations, in the UK more than in Italy. *Scientometrics* 95: 1167–1177.
- Guasch B, Cortiñas S, González M, et al. (2019) The representation of graphene in the online press of the United States, the United Kingdom, and Spain. *International Journal of Communication* 13: 966–990.
- Hanage WP (2014) Microbiology: microbiome science needs a healthy dose of scepticism. *Nature* 512(7514): 247–248.
- Hill C, Guarner F, Reid G, et al. (2014) Expert consensus document. The International scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 11(8): 506–514.

- Houn F, Bober MA, Huerta EE, et al. (1995) The association between alcohol and breast cancer: popular press coverage of research. *American Journal of Public Health* 85(8): 1082–1086.
- Huang X, Fan X, Ying J, et al. (2019) Emerging trends and research foci in gastrointestinal microbiome. *Journal of Translational Medicine* 17: 67.
- Kiernan V (2003) Diffusion of news about research. *Science Communication* 25(1): 3–13.
- Kininmonth AR, Jamil N, Almatrouk N, et al (2017) Quality assessment of nutrition coverage in the media: a 6-week survey of five popular UK newspapers. *British Medical Journal Open* 7(12): e014633.
- Li D, Gao C, Zhang F, et al. (2020) Seven facts and five initiatives for gut microbiome research. *Protein & Cell* 11(6): 391–400.
- Lynch SV, Ng SC, Shanahan F, et al. (2019) Translating the gut microbiome: ready for the clinic? *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 16(11): 656–661.
- Marco ML, Sanders ME, Gañzle M, et al. (2021) The International scientific association for probiotics and prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology* 18(3): 196–208.
- Marcon AR, Turvey S and Caulfield T (2021) ‘Gut health’ and the microbiome in the popular press: a content analysis. *British Medical Journal Open* 11(7): e052446.
- Marcon A, Master Z, Ravitsky V, et al. (2019) CRISPR in the North American popular press. *Genetics in Medicine* 21(10): 2184–2189.
- Marcon AR, Bieber M and Caulfield T (2018) Representing a “revolution”: how the popular press has portrayed personalized medicine. *Genetics in Medicine* 20(9): 950–956.
- Mathelus S, Pittman G and Yablonski-Crepeau J (2012) Promotion of research articles to the lay press: A summary of a three-year project. *Learned Publishing* 25(3): 207–212.
- McLeod C, Nerlich B and Jaspal R (2019) Fecal microbiota transplants: emerging social representations in the English-language print media. *New Genetics and Society* 38(3): 331–351.
- National Institutes of Health (2007) NIH launches human microbiome project. National Institutes of Health News & Events. Available at: <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/nih-launches-human-microbiome-project> (accessed 23 March 2021).
- National Science Board (2018) Science and technology: public attitudes and understanding. Available at: <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/assets/404/science-and-technology-public-attitudes-and-understanding.pdf> (accessed 22 March 2021).
- Nerlich B (2017) The microbiome goes viral. University of Nottingham Blogs: making Science Public. Available at: <https://blogs.nottingham.ac.uk/makingsciencepublic/2017/05/12/microbiome-goes-viral/> (accessed 22 March 2021).
- Nerlich B and Hellsten I (2009) Beyond the human genome: microbes, metaphors and what it means to be human in an interconnected post-genomic world. *New Genetics and Society* 28(1): 19–36.
- O’Hara AM and Shanahan F (2006) The gut flora as a forgotten organ. *EMBO Reports* 7(7): 688–693.
- Pallari E, Lewison G and Sullivan R (2017) How is chronic non-communicable respiratory conditions research reported in European newspapers? An impact assessment for policy. *The Clinical Respiratory Journal* 11(5): 657–665.
- Phillips DP, Kanter EJ, Bednarczyk B, et al. (1991) Importance of the lay press in the transmission of medical knowledge to the scientific community. *The New England Journal of Medicine* 325(16): 1180–1183.

- Prados-Bo A and Casino G (2021) Microbiome research in general and business newspapers: how many microbiome articles are published and which study designs make the news the most? *Plos One* 16(4): e0249835.
- Robinson A, Coutinho A, Bryden A, et al. (2013) Analysis of health stories in daily newspapers in the UK. *Public Health* 127(1): 39–45.
- Sariola S and Gilbert SF (2020) Toward a symbiotic perspective on public health: recognizing the ambivalence of microbes in the Anthropocene. *Microorganisms* 8(5): 746.
- Schwartz LM, Woloshin S, Andrews A, et al. (2012) Influence of medical journal press releases on the quality of associated newspaper coverage: retrospective cohort study. *Bmj: British Medical Journal* 344: d8164.
- Schwitzer G (2007) Too brief to matter – part two: the benefits/harms of briefs and digests. Health News Review Blog. Available at: <https://www.healthnewsreview.org/2007/09/oo-brief-to-matter-part-two-the-benefits-harms-of-briefs-and-digests/> (accessed 23 March 2021).
- Selvaraj S, Borkar DS and Prasad V (2014) Media coverage of medical journals: do the best articles make the news? *Plos One* 9(1): e85355.
- Shan Y, Segre JA and Chang EB (2019) Responsible stewardship for communicating microbiome research to the press and public. *Nature Medicine* 25(6): 872–874.
- Shanahan F and Hill C (2019) Language, numeracy and logic in microbiome science. *Nature Review Gastroenterology & Hepatology* 16(7): 387–388.
- Stulberg E, Fravel D, Proctor LM, et al. (2016) An assessment of US microbiome research. *Nature Microbiology* 1: 15015.
- Sumathipala A, Siribaddana S and Patel V (2004) Under-representation of developing countries in the research literature: ethical issues arising from a survey of five leading medical journals. *BMC Medical Ethics* 5: E5.
- Sumner P, Vivian-Griffiths S, Boivin J, et al. (2014) The association between exaggeration in health related science news and academic press releases: retrospective observational study. *Bmj: British Medical Journal* 349: g7015.
- Taroncher-Oldenburg G, Jones S, Blaser M, et al. (2018) Translating microbiome futures. *Nature Biotechnology* 36(11): 1037–1042.
- Walter J, Armet AM, Brett Finlay B, et al. (2020) Establishing or exaggerating causality for the gut microbiome: lessons from human microbiota-associated rodents. *Cell* 180(2): 221–232.
- Wolf C and Schnauber A (2015) News consumption in the mobile era. The role of mobile devices and traditional journalism's content within the user's information repertoire. *Digital Journalism* 3(5): 759–776.
- Woloshin S and Schwartz LM (2002) Press releases: translating research into news. *Journal of the American Medical Association* 287(21): 2856–2858.

Author biographies

Andreu Prados-Bo holds bachelor's degrees in Pharmacy and Human Nutrition and Dietetics and a master's degree in Corporate and Strategic Communication. He is currently a researcher in science and health communication at the Observatory of Scientific Communication (OCC) at Pompeu Fabra University and assistant lecturer at Blanquerna-URL School of Health Science. He works as a medical writer specializing in

helping pharmaceutical companies, scientists, and healthcare professionals make complex science in the fields of nutrition, the microbiome, and probiotics understandable and ready for use in clinical practice. Main research interests: media impact of biomedical research, quality of health and nutrition information, science communication in nutrition, and information on the microbiome and microbiome-based interventions for maintaining health in the press and online.





Gonzalo Casino is Head of Knowledge Translation at the Iberoamerican Cochrane Centre in Barcelona (Spain) and a lecturer in Science Journalism and Data Journalism at Pompeu Fabra University. He holds a PhD in Medicine and has a long career as a science journalist, mainly at the Spanish newspaper *El País*, where he has been the coordinator of health information for more than a decade. Main lines of research: media impact of biomedical research, quality of journalistic information, scientific communication in medicine and nutrition, pseudoscience and bad science, and information about drugs in the press.

3. Tercera publicación: Calidad de la información y certeza de la evidencia asociada a los mensajes de salud en internet sobre las intervenciones dietéticas que influyen en el microbioma

Prados-Bo, A., Rabassa, M., Bosch, M. y Casino, G. (2022). Online information in Spanish on probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics: an analysis of the quality of information and the certainty of the evidence supporting health claims. *British Medical Journal Open*, 12(8), Artículo e063316. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-063316>

La revista *BMJ Open* está indexada en Scopus (Q1) y Web of Science – Science Citation Index Expanded (Q2). Su factor de impacto JCR 2021 es 3,006.

BMJ Open Online information in Spanish on probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics: an analysis of the quality of information and the certainty of the evidence supporting health claims

Andreu Prados-Bo ^{1,2}, Montserrat Rabassa ³, Mireia Bosch ³,
Gonzalo Casino ^{1,4}

To cite: Prados-Bo A, Rabassa M, Bosch M, *et al*. Online information in Spanish on probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics: an analysis of the quality of information and the certainty of the evidence supporting health claims. *BMJ Open* 2022;**12**:e063316. doi:10.1136/bmjopen-2022-063316

► Prepublication history for this paper is available online. To view these files, please visit the journal online (<http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2022-063316>).

Received 28 March 2022
Accepted 19 July 2022



© Author(s) (or their employer(s)) 2022. Re-use permitted under CC BY-NC. No commercial re-use. See rights and permissions. Published by BMJ.

¹Departament de Comunicació, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, Spain

²Facultat de Ciències de la Salut Blanquerna, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Spain

³Unitat de Nutrició i Salut, Eurecat, Centre Tecnològic de Catalunya, Reus, Spain

⁴Iberoamerican Cochrane Centre, Biomedical Research Institute Sant Pau (IIB Sant Pau), Barcelona, Spain

Correspondence to
Andreu Prados-Bo;
andreu@andreuprados.com

ABSTRACT

Objective To examine the certainty of the evidence supporting health claims about probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics, and to assess the quality of online information in Spanish.

Design Content analysis.

Methods We compiled a data set of 114 web pages by searching six popular search phrases in Spanish relating to probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics on Google.es and coded them for typology and health claims. We examined the certainty of the evidence for health claims from systematic reviews. Information quality was assessed according to 10 criteria, where a web page: mentions scientific publications and reports their conclusions; quantifies relative and absolute effects; acknowledges some limitations; discusses certainty of evidence; reports the potential harms, alternatives and costs; and does not argue based on personal experiences.

Results Gastrointestinal health (86.0%), general health (57.9%), cardiovascular health (53.5%) and immune system health (50.9%) were the most widely mentioned topics. Half of claims (52.6%, 70/133) were supported by evidence from systematic reviews. Probiotics had the highest number of claims supported by evidence and kombucha the lowest. The highest certainty was found for antibiotic-associated diarrhoea, necrotising enterocolitis and otitis (moderate) in probiotics and yoghurt, infectious diarrhoea and hepatic encephalopathy (moderate) in prebiotics, and cardiovascular health (high to moderate) and colorectal cancer (moderate) in fibre. On a scale of 0–10, the median information quality score for all web pages was 3. Only 18.4% reported study conclusions, 7.9% quantified the effects, 28.9% acknowledged some limitations in the research and 42.1% reported potential harms.

Conclusions Most online health claims for dietary interventions intended for improving health through the gut microbiome are supported by low or very low certainty of evidence. Online information does not align with the evidence and is incomplete or unbalanced.

STRENGTHS AND LIMITATIONS OF THIS STUDY

- ⇒ This study examines the extent to which online health claims for popular dietary interventions related to the gut microbiome are aligned with certainty of evidence evaluated using the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation approach.
- ⇒ We propose 10 criteria (scored from 0 to 10) for assessing information quality, selected on the basis of the first systematic review of the quality of news reports on the effects of health interventions.
- ⇒ The content analysis only focuses on some popular searches and the top 20 search results on Google.
- ⇒ The study is limited in scope, since it only focuses on Spanish-language web pages and does not analyse information available on social media channels.

INTRODUCTION

Research into the microbial ecosystem residing in the gastrointestinal tract, which is collectively known as the gut microbiome, is commanding increasing attention among medical audiences and the general public.^{1–4} While the microbiome is now often thought of as a virtual organ of the body due to its influence in many areas of human health, from immunity to energy metabolism and mental health,^{5–7} its causal involvement in diseases is mostly unresolved.⁸ Recent large-scale studies have shown that diet is among the most important environmental factors to which the gut microbiome is exposed and by which it is modified on a daily basis, even outweighing host genetics.^{9–13}

Probiotics, fermented foods, fibre and prebiotics are dietary interventions that influence human health in terms of their effect on the gut microbiome. The health benefits of probiotics include their effect on digestive ailments (ie, treating acute diarrhoea and

antibiotic-associated diarrhoea, managing symptoms of lactose intolerance, treating pouchitis, preventing *Clostridioides difficile* infection and preventing necrotising enterocolitis in preterm infants). They also provide benefits in relation to non-alcoholic fatty liver diseases and some immune-related conditions (ie, preventing or treating infectious diseases and preventing atopic dermatitis).¹⁴⁻¹⁵ Fermented foods have also undergone a surge in popularity, although not all have a proven impact on clinical health outcomes. The most widely investigated fermented foods are yoghurt, with evidence for managing symptoms of lactose intolerance and reducing the risk of metabolic syndrome, and kefir, with beneficial effects in both lactose malabsorption and *Helicobacter pylori* eradication.¹⁶ Fibre can aid with gut disorders (ie, irritable bowel syndrome, inflammatory bowel diseases, diverticular disease and functional constipation), reducing the risk of cardiovascular diseases and lowering all-cause mortality rate.¹⁷⁻¹⁹ Prebiotics have been studied for reducing constipation and diarrhoea, promoting metabolic health, modulating satiety, helping with symptoms of irritable bowel syndrome, treating hepatic encephalopathy and reducing risk of allergy.¹⁴⁻²⁰

Contemporary audiences are increasingly turning to the internet as a source of information about health and nutrition.²¹⁻²² Google is the most widely used search engine²³⁻²⁴ and 1 in 20 Google searches seek health-related information.²⁵ The health and nutrition-related information disseminated by online resources may influence health perception and food practices,²⁶⁻²⁹ and the online space in particular has fuelled the promotion of microbiome-related interventions for maintaining health and quality of life.³⁰ However, information on the microbiome in online resources or websites (eg, newspapers and Google searches) is often misleading, does not always report limitations and tends to simplify or exaggerate the benefits of microbiome-based interventions.^{1-4, 31-34} That has led to the microbiome being oversold as the main cause of all health and illness, in a phenomenon dubbed 'microbiomania'.³⁵ Despite the huge amount of health-related information that can be accessed online, there is no universal tool available for evaluating the quality of information on the effects of health interventions. Furthermore, the authors have not found any studies that explore the quality of online information on microbiome-related interventions.

The gut microbiome-related food and dietary supplement industry is largely unregulated in the USA and Europe and marketing of such products is often geared directly at consumers without consistent evidence of efficacy and safety.³⁶⁻³⁷ On the one hand, regulatory authorities do not allow health claims to be made for probiotics and prebiotics, but on the other hand, there is little regulation of the manufacturing process and marketing actions,³⁸ which can contribute to the spread of misleading information on these products.

As for health and nutrition in general, the internet is a major source of information among the general

population about probiotic and fermented food use for the benefit of gut health.^{16, 39-40} During the COVID-19 pandemic, news and commercial websites frequently mentioned the microbiome and gut health in relation to immune boosting strategies, which, nevertheless, were lacking in evidence.⁴¹ Two previous content analyses of web pages on probiotics in English showed poor quality and objective information, with commercial websites providing the lowest score.⁴²⁻⁴³ Whether those findings can extrapolate to online information for other dietary strategies such as fermented foods, fibre and prebiotics, widely promoted as influencing human health through their effect on the gut microbiome, is unknown.

This study addresses both the scientific basis and the quality of the online information on gut microbiome-related interventions to which the public is exposed. Our first objective was to examine the certainty of the evidence from systematic reviews (SRs) that supports health claims regarding probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics in the top 20 indexed web pages in Spanish. We focused on such interventions for two reasons. First, most of the elements under focus (ie, probiotics, yoghurt, kefir, fibre and prebiotics) have been studied in at least one human interventional study.^{6, 14-16} Second, it was observed through an analysis on Google Trends⁴⁴ that those topics had been increasingly subject to consumer interest from 2010 onwards, while becoming relatively stable between 2019 and 2021. Our second objective was to develop an overall score based on 10 criteria for evaluating the quality of information, according to intervention and web page typology.

METHODS

Google searches and selection criteria

In line with Neunez *et al*,⁴³ we conducted searches on <https://google.es> using the Google Chrome browser and employing phrases based on search term popularity as provided by AnswerThePublic.⁴⁵ The chosen phrases were: 'por que tomar probióticos', 'qué yogur tiene más probióticos', 'por que tomar kefir', 'por que tomar kombucha', 'fibra beneficios' and 'que son prebióticos y para que sirven'. The searches took place in August 2021 in Tarragona, Spain. We decided to choose phrases containing words without accents because, according to Google Trends,⁴⁴ that is the most common way in which users search. Consequently, the results returned are what most users would find (for the relative popularity of the search terms used, see reference 46). Before searching, we logged out from any Google accounts and cleared caches and browsing histories to limit any personalisation of the search results.

Since consumers' online information searches are typically limited to initial search results,⁴⁷⁻⁴⁸ we limited our sample to the first 20 uniform resource locators (URLs) returned when searching for the aforementioned six search phrases. As there were six interventions in total, the initial data set consisted of 120 web pages. Based on

previous studies on information about health interventions,^{41 43 49-51} all web pages written in Spanish, which were freely accessible (ie, they did not have paywalls and/or login requirements) and which provided information on each intervention of interest, were considered eligible. The following web pages were excluded: any irrelevant web pages (ie, the main focus was not the searched-for intervention), web pages only featuring video content, retail sites intended for direct purchase and advertisements. After excluding six web pages (three irrelevant web pages, one web page offering only video information and two online shops), a total of 114 web pages were classed as being eligible for analysis.

Web page typology

We coded the content of the web page linked to the URL, but not the content provided in the hyperlinks to other web pages. One author (AP-B) downloaded the web page texts as individual PDF files, deleting any reference to source or authors, and coded the web pages according to Neunez *et al*'s typology: commercial (C), news (N), health portal (HP), professional (P), governmental (G), non-profit organisation (NP), scientific journal (SJ) and other (O).⁴³ For examples of the classification, see reference [52](#).

Health claims and the certainty of the evidence that supports them

Two authors (MB and GC) coded the health claims relating to each intervention (gastrointestinal health, immune system health, cardiovascular health, cancer, mental disorders, urogenital disorders and other). 'Other' was categorised when the web page stated the intervention was valuable for general health (ie, using general phrasing such as 'helps maintain health or quality of life', 'manages stress', 'improves sleep', etc), skin health (including cosmetic and skin disorders such as eczema and psoriasis) and respiratory disorders. AP-B coded specific indications within each health claim topic mentioned in the web pages. We also noted when an article on a web page made a clear recommendation to consume or avoid the food or supplement and included the advice to consult a healthcare professional.

To identify which health claims were supported by evidence from SRs, we conducted a search of SRs for each intervention in PubMed and the Cochrane Database of Systematic Reviews in December 2021. We did not restrict the search to specific health claims and it was performed after the online health claims were identified. The two authors who identified the SRs (AP-B and MR) were not involved in coding the health claims made on the web pages. SRs were chosen since they gather and analyse all studies that answer the research question and meet inclusion criteria.⁵³

We selected SRs that used systematic methods when searching for and identifying the evidence in two databases and which evaluated certainty of evidence using the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) approach.⁵⁴ Briefly, GRADE

is a reproducible and transparent methodology widely adopted by organisations such as the World Health Organization and the Cochrane Collaboration for making clinical practice recommendations. It classifies certainty or quality of evidence—that is, the degree of confidence in the results of research on a given outcome of interest (eg, irritable bowel syndrome, cancer or obesity)—as high, moderate, low or very low, according to factors that include the study methodology, consistency and precision of the results, and directness of the evidence supporting health claims on web pages.⁵⁴ Very low means the true effect is probably substantially different from the estimated effect; low means the true effect might be markedly different from the estimated effect; moderate means the true effect is probably close to the estimated effect; and high means the true effect is similar to the estimated effect.⁵⁴⁻⁵⁶ Regarding an intervention effect, favourable effect means the intervention is associated with a beneficial effect on the outcome of interest; no effect means the intervention is associated with little or no difference to the outcome of interest; and uncertain means the certainty for an outcome was not reported, the results were contradictory or effects could not be estimated.⁵⁷ The claims about the effect (favourable effect/no effect/uncertain effect) and certainty of evidence (high/moderate/low/very low) were coded by two authors (AP-B and MR). When more than one SR was obtained, we prioritised the most recent, and for two SRs published the same year, we prioritised the Cochrane SR.⁵⁶ If certainty of evidence differed across outcomes stated in web pages for the same intervention, overall certainty of evidence was understood as the lowest GRADE classification registered.⁵⁶ For search phrases used in the search for SRs in the Cochrane Library and PubMed, see reference [58](#).

Quality of information

MB and GC separately analysed the quality of online information based on whether it met the following 10 criteria. The selection of said criteria was based on the only available SR of the quality of information on health interventions⁵⁹ and two other relevant papers.⁶⁰⁻⁶¹ The criteria used were: (1) provides references or links to scientific publications; (2) explains the conclusions of scientific publications; (3) quantifies relative effects; (4) quantifies absolute effects; (5) acknowledges some research limitations (eg, preliminary results, small studies, conflicts of interests and differing results between studies); (6) generally discusses certainty of evidence (eg, aligning wording depending on whether the studies are observational or experimental)⁶²; (7) reports potential harms; (8) reports on available alternatives; (9) discusses intervention costs; and (10) does not make arguments based on personal experiences or anecdotes. For each criterion, the story was given a rating of 'satisfactory' or 'unsatisfactory'.

All discrepancies in coding were resolved through discussion with a third author (AP-B) so that the final concordance was 100%. As there were only two raters rating the same sample, Cohen's kappa was used to



calculate inter-rater agreement. Data are reported as kappa and its 95% CI. We considered a kappa between 0.41 and 0.60 as a ‘moderate’ agreement, between 0.61 and 0.80 as a ‘substantial’ agreement and between 0.81 and 1.00 as an ‘almost perfect’ one.⁶³

Statistical analysis

Categorical variables were described by their absolute frequencies and percentages and continuous variables were reported as median and interquartile range (IQR) assuming the data did not fit a normal distribution, which was verified using the Shapiro-Wilk test.

We used Fisher’s exact test to compare web page typologies and the χ^2 test applying a Bonferroni correction to compare portrayals of health claims. We used a non-parametric Kruskal-Wallis test to compare information quality score in different interventions and web page typologies. Statistical significance was set at $p < 0.05$ and the actual p value is reported in the Results section for each comparison. V.3.5.2 of the R software (SPSS, Chicago, Illinois, USA) and V.4.7.0.0 of the Joinpoint Regression Program were used for all analysis work.

Patient and public involvement

This research was carried out without patient or public involvement in the design of the study, the interpretation of the results, or the writing or editing of this document.

RESULTS

The two primary types of web pages were commercial (23.7%, 27/114) and news web pages (23.7%, 27/114), followed by professional web pages (hospitals, universities and healthcare professionals) (14.0%, 16/114) and health portals (12.3%, 14/114). All other eligible web

page typologies accounted for $< 10\%$. Five web pages corresponded to scientific publications relating to fibre (2.6%, 3/114) and prebiotics (1.8%, 2/114).

The certainty of the evidence supporting health claims

All the web pages discussed interventions in relation to at least one health claim. In total, there were 133 different health claims for which probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics were portrayed as beneficial (for a complete list, see reference [64](#)). The most frequently reported reason for eating the food or taking the supplement was to reverse an altered gut microbiome (ie, ‘dysbiosis’) secondary to an unbalanced diet or stressful lifestyle, treatment with antibiotics or disease. The four primary and most widely portrayed health claim topics for all interventions were gastrointestinal health (86.0%, 98/114), vague claims about maintaining or improving health without any reference to a specific condition (‘Other’) (57.9%, 66/114), cardiovascular health (53.5%, 61/114) and immune system health (ie, infections, allergies, boosting the immune system) (50.9%, 58/114). The immune system-related health claims for kefir were over-represented compared with fibre ($p = 0.008$). For fibre, the over-representation of health claims related to cardiovascular diseases was higher and statistically significant compared with probiotics ($p = 0.004$) and the over-representation of health claims related to cancer was higher and statistically significant compared with probiotics ($p = 0.009$) and prebiotics ($p = 0.044$). The over-representation of general health claims (‘Other’) for kombucha was higher and statistically significant compared with fibre ($p = 0.002$) and prebiotics ($p = 0.016$) ([figure 1](#)).

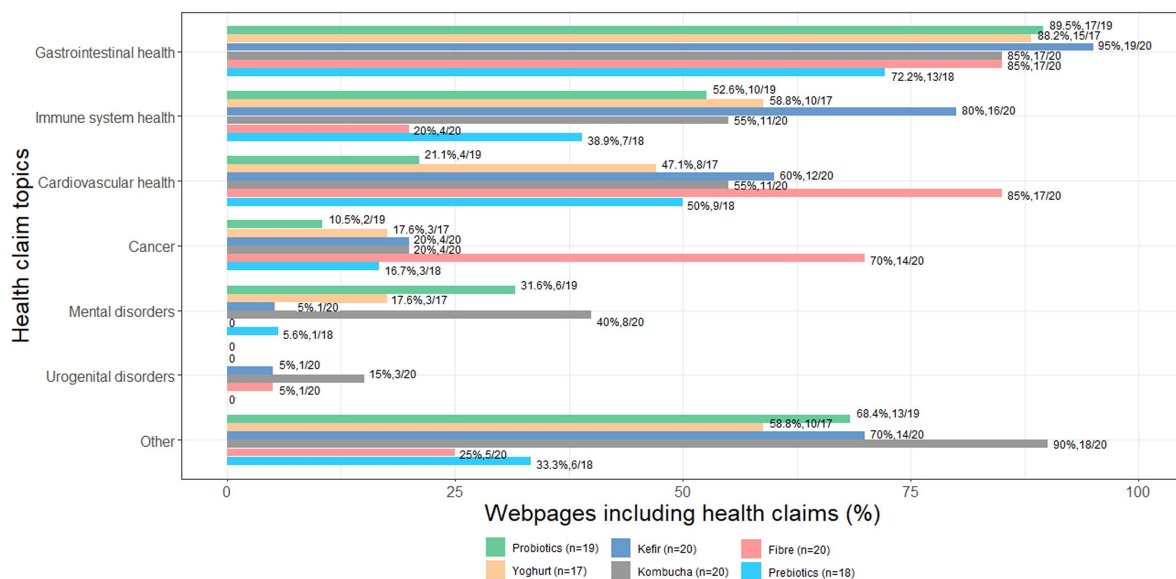


Figure 1 Online health claim topics portrayed for probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics.

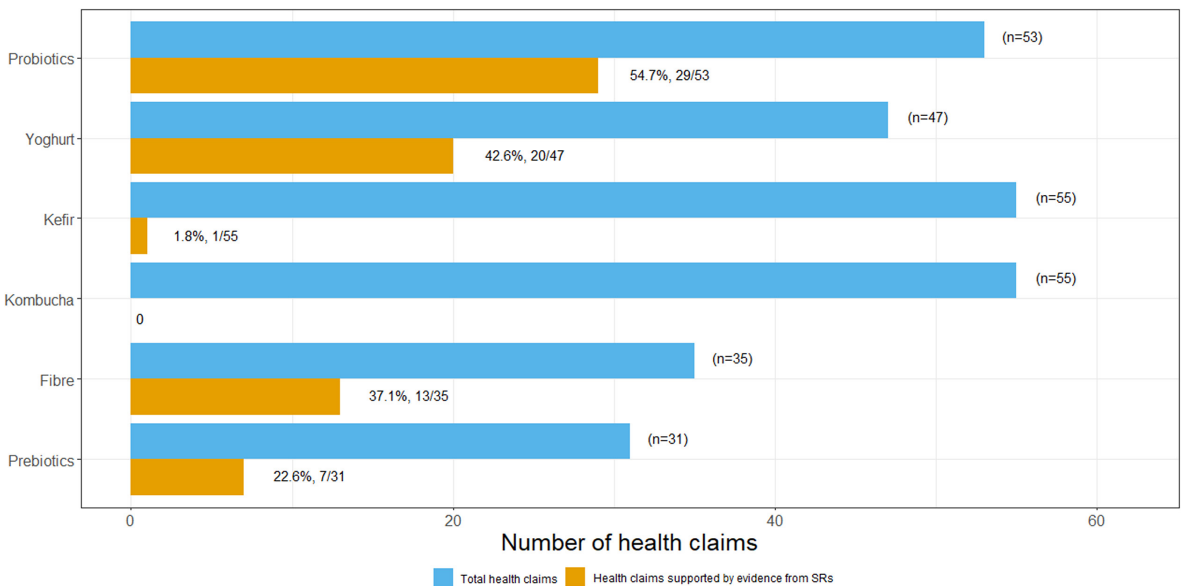


Figure 2 Number of online health claims for probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics supported or not by evidence from systematic reviews (SRs).

Of the total 133 health claims, only half (52.6%, 70/133) were supported by evidence from SRs. Probiotics (54.7%, 29/53), yoghurt (42.6%, 20/47) and fibre (37.1%, 13/35) had the highest number of online health claims supported by evidence from SRs. None of the 55 online health claims for kombucha were supported by evidence from SRs (figure 2).

The health claims that appeared on the greatest number of web pages were not necessarily the ones with the highest certainty of evidence (figure 3). In the context of gastrointestinal health, the highest certainty of evidence was found for the prevention of antibiotic-associated diarrhoea and necrotising enterocolitis for probiotics and yoghurt (moderate certainty of evidence) and the prevention and treatment of infectious diarrhoea and hepatic encephalopathy for prebiotics (moderate certainty of evidence). The prevention of acute otitis media was the immune system-related health claim supported by moderate evidence for probiotics and yoghurt. Fibre was the intervention with the highest number of online health claims supported by high (reduction of cholesterol and triglyceride levels) to moderate (reduction in obesity, type 2 diabetes, cardiovascular disease mortality, hypertension, coronary heart disease incidence and colorectal cancer incidence) certainty of evidence (for the complete data set, see reference 64).

Quality of information

After assessing the quality of the online information by applying the 10 criteria as described in the Methods section, we obtained a score between 0 and 10 for all web pages. Figure 4 displays the median information quality score by intervention and web page typology. The median

quality score by intervention was 3 IQR [2, 4] and was not significantly different across all interventions. Scientific journal web pages had the highest quality score of all typologies, with a significantly higher median than commercial ($p=0.009$), health portals ($p=0.030$), news ($p=0.026$) and professional web pages ($p=0.026$).

Table 1 shows how quality criteria ranked among all interventions. While 39.5% of all web pages provided references or links to scientific publications, only a minority (18.4%, 21/114) adequately explained the key messages and conclusions of the paper's content.

Most web pages used verbal descriptions to explain intervention health benefits and did not quantify effects. Only 7.9% (9/114) of web pages quantified relative effects, including the five scientific journal web pages, of which only two included absolute effects.

Overall, only one-third of web pages (28.9%, 33/114) stated some of the limitations of research findings. Mentions of limitations included, for example, acknowledging that research that supports health benefits is still in its early stages; stating that the food can improve a condition for a few people in limited circumstances but it cannot be extrapolated to other people due to the small sample studied; addressing conflicts of interest; and highlighting discrepancies between studies that mean the intervention may not be recommended for all indications. Only 15.8% of web pages (18/114) provided a general discussion of the certainty of the evidence supporting an intervention's benefits through consistent words and phrases that depended on whether the studies were observational (ie, using cautionary phrases such as 'The results suggest' and conditional verb tenses)

| Topic | Health claim | # webs | Effect* | Certainty* | Topic | Health claim | # webs | Effect* | Certainty* |
|-------------------------------|-------------------------------|--------|---------|------------|----------------------------|-----------------------------|--------|---------|------------|
| Probiotics^a | | | | | Yoghurt^a | | | | |
| Gastro | Antibiotic-assoc. diarrhoea | 15 | + | Moderate | Gastro | Infectious diarrhoea | 6 | ? | Very low |
| Gastro | Irritable bowel syndrome | 13 | 0 | Low | Gastro | Constipation ^b | 5 | + | Low |
| Gastro | Infectious diarrhoea | 11 | ? | Very low | Gastro | Antibiotic-assoc. diarrhoea | 4 | + | Moderate |
| Gastro | Ulcerative colitis | 8 | ? | Very low | Gastro | Irritable bowel syndrome | 3 | 0 | Low |
| Gastro | Constipation ^b | 7 | + | Low | Gastro | Abdominal distension | 2 | 0 | Low |
| Gastro | Crohn's disease | 5 | 0 | Very low | Gastro | Ulcerative colitis | 1 | ? | Very low |
| Gastro | Abdominal distension | 4 | 0 | Low | Gastro | Crohn's disease | 1 | 0 | Very low |
| Gastro | Necrotising enterocolitis | 4 | + | Moderate | Gastro | Necrotising enterocolitis | 1 | + | Moderate |
| Gastro | Infantile colic | 3 | + | Low | Immune | Otitis | 3 | + | Moderate |
| Gastro | Pouchitis | 3 | ? | Very low | Immune | Allergies | 1 | 0 | Very low |
| Gastro | Non-alcoholic fatty liver | 2 | ? | Very low | Cardio | Obesity | 6 | 0 | Very low |
| Gastro | Tooth decay | 2 | + | Low | Cardio | Hypertension | 2 | + | Very low |
| Gastro | Periodontal disease | 2 | ? | Very low | Mental | Anxiety | 2 | ? | Very low |
| Gastro | <i>C. difficile</i> diarrhoea | 1 | + | Low | Mental | Depression | 2 | ? | Very low |
| Gastro | Hepatic encephalopathy | 1 | + | Low | Mental | Alzheimer's disease | 1 | 0 | Very low |
| Immune | Allergies | 7 | 0 | Very low | Other | Stress | 1 | 0 | Very low |
| Immune | Vulvovaginal candidiasis | 7 | + | Very low | Other | Abdominal pain | 1 | 0 | Low |
| Immune | Urinary tract infections | 6 | 0 | Low | Other | Upper respir. infections | 1 | + | Very low |
| Immune | Otitis | 3 | + | Moderate | Other | Cystic fibrosis | 1 | 0 | Low |
| Cardio | Obesity | 2 | 0 | Very low | Other | Reduction blood urea | 1 | + | Very low |
| Cardio | Hypertension | 2 | + | Very low | Kefir | | | | |
| Cardio | Gestational diabetes | 1 | 0 | Low | Gastro | Ulcerative colitis | 3 | ? | Very low |
| Mental | Anxiety | 4 | ? | Very low | Fibre | | | | |
| Mental | Depression | 3 | ? | Very low | Gastro | Constipation | 17 | + | Low |
| Other | Eczema | 5 | ? | Very low | Gastro | Ulcerative colitis | 1 | ? | Very low |
| Other | Upper respir. infections | 6 | + | Very low | Gastro | Crohn's disease | 1 | ? | Very low |
| Other | Stress | 2 | 0 | Very low | Cardio | Cholesterol reduction | 17 | + | High |
| Other | Asthma | 1 | 0 | Very low | Cardio | Glycaemic control | 17 | + | Low |
| Other | Mastitis | 1 | ? | Low | Cardio | Obesity | 15 | + | Moderate |
| Prebiotics | | | | | Cardio | Type 2 diabetes | 5 | + | Moderate |
| Gastro | Constipation ^b | 11 | + | Low | Cardio | Cardiovascular mortality | 3 | + | Moderate |
| Gastro | Infectious diarrhoea | 6 | + | Moderate | Cardio | Triglyceride reduction | 3 | + | High |
| Gastro | Hepatic encephalopathy | 3 | + | Moderate | Cardio | Hypertension | 2 | + | Moderate |
| Gastro | Non-alcoholic fatty liver | 2 | ? | Very low | Cardio | Coronary heart disease | 1 | + | Moderate |
| Gastro | Radiotherapy diarrhoea | 1 | ? | Uncertain | Cancer | Colorectal cancer | 12 | + | Moderate |
| Immune | Allergies | 1 | 0 | Very low | Other | Anti-inflammatory | 2 | + | Moderate |
| Other | Eczema | 1 | 0 | Uncertain | | | | | |

Figure 3 Effect and certainty of evidence in systematic reviews (SR) supporting online health claims for probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics. *Derived from conclusions of SRs. +, favourable; 0, no effect; ?, uncertain effect. ^aProbiotics in the form of food (fermented milks containing probiotic bacteria) and supplements were analysed together in the SRs consulted. ^bOutcomes reported by probiotics combined with lactulose.

or experimental (ie, using verbs that indicate causality such as 'lead to', 'reduce' or 'increase'). Other means of properly communicating the certainty of the evidence included stating that effects were currently under investigation or more research was needed to consider an intervention in the context of a specific condition. There were web pages, for example, that used a language of uncertainty, mentioning that, 'The health benefits of the probiotics and prebiotics that are currently available have not been proven conclusively' or 'For now, science does not know which of kefir's components are responsible for its health benefits'. A further phrase mentioned how 'There is not enough evidence that kombucha tea is as good for your health as some say'.

Only 42.1% of web pages mentioned or adequately discussed the potential harms of the intervention. Harms were reported in more than a half of web pages on kombucha (65.0%, 13/20), kefir (60.0%, 12/20) and fibre (55.0%, 11/20), but only in a quarter of web pages on probiotics (26.3%, 5/19). Similarly, less than half of web pages (43.0%, 49/114) reported available alternatives to the main intervention (ie, in the form of food or food supplements). The reporting of costs only appeared in 3.5% (4/114) of all web pages.

Some commercial (19.3%, 22/114), health portals (9.6%, 11/114), news (7.0%, 8/114) and professional web pages (6.1%, 7/114) included a direct recommendation to consume the food or supplement. Web pages reporting on the potential harms also recommended not consuming the food or supplement under specific circumstances (eg, avoiding probiotics and kombucha in immunocompromised adults). The recommendation of consulting a healthcare professional was included in a third of all web pages (28.1%, 32/114).

While for the criterion of acknowledging some research limitations the inter-rater agreement was 56% with Cohen's kappa of 0.253 (95% CI 0.095 to 0.411), for the remaining variables, the inter-rater agreement was higher than 70% with Cohen's kappa between 0.420 (95% CI 0.234 to 0.605) and 0.929 (95% CI 0.849 to 1.008), demonstrating 'moderate' to 'almost perfect' agreement.⁶³ See reference [52](#) for inter-rater agreement results.

DISCUSSION

Our study shows that most online health claims for probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics are supported by low to very low certainty of evidence.

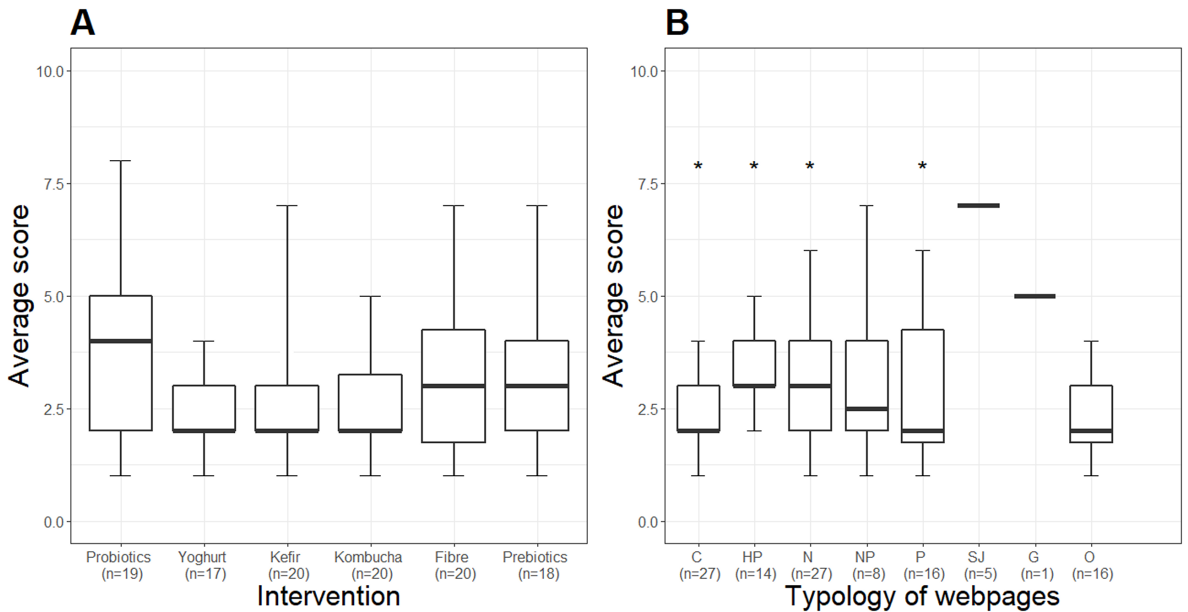


Figure 4 Information quality score by intervention (A) and web page typology (B). Data are reported as median and IQR. *P<0.05 versus scientific journals according to a Kruskal-Wallis test. C, commercial; HP, health portal; N, news; NP, non-profit organisation; P, professional; SJ, scientific journal; G, governmental; O, other.

Furthermore, the overall quality of information on the gut microbiome-related interventions studied was low, with a median quality score of 3 on a scale of 0–10 for all interventions when applying our 10 quality criteria.

On web page typology, results were not surprising. The prominent presence of commercial (23.7%) and news (23.7%) web pages in Spanish is in line with previous results on web page content on probiotics in English.^{42,43} Our findings reflect companies’ interest in therapeutically exploiting the microbiome^{42,43} and the newsworthiness of the topic.^{2,4}

Regarding the first objective, both the plethora of beneficial health claims for dietary interventions intended to improve health through the gut microbiome and the weak evidence base supporting such health claims were also expected. All in all, our data add valuable details for better understanding the online information to which audiences are exposed.

First, our research finds that probiotics, fermented foods, fibre and prebiotics might be beneficial for 133 health indications. Similarly, Marcon *et al* found that American and Canadian general newspapers mentioned

Table 1 Web pages informing about probiotics, yoghurt, kefir, kombucha, fibre and prebiotics that meet each information quality criterion

| Quality criteria | All web pages (%) n=114 | Probiotics (%) n=19 | Yoghurt (%) n=17 | Kefir (%) n=20 | Kombucha (%) n=20 | Fibre (%) n=20 | Prebiotics (%) n=18 |
|--|-------------------------|---------------------|------------------|----------------|-------------------|----------------|---------------------|
| 1. Provides references or links to scientific publications. | 45 (39.5) | 11 (57.9) | 5 (29.4) | 6 (30.0) | 5 (25.0) | 9 (45.0) | 9 (50.0) |
| 2. Explains conclusions of scientific publications. | 21 (18.4) | 5 (26.3) | 3 (17.7) | 4 (20.0) | 2 (10.0) | 4 (20.0) | 3 (16.7) |
| 3. Quantifies relative effects. | 9 (7.9) | 1 (5.3) | 1 (5.9) | 2 (10.0) | 1 (5.0) | 3 (15.0) | 2 (11.1) |
| 4. Quantifies absolute effects. | 2 (1.8) | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (5.0) | 1 (5.6) |
| 5. Acknowledges some research limitations. | 33 (28.9) | 8 (42.1) | 6 (35.3) | 3 (15.0) | 3 (15.0) | 6 (30.0) | 7 (38.9) |
| 6. Generally discusses certainty of evidence. | 18 (15.8) | 5 (5.9) | 1 (5.9) | 1 (5.0) | 4 (20.0) | 3 (15.0) | 4 (22.2) |
| 7. Reports potential harms. | 48 (42.1) | 5 (26.3) | 1 (5.9) | 12 (60.0) | 13 (65.0) | 11 (55.0) | 6 (33.3) |
| 8. Reports on available alternatives. | 49 (43.0) | 14 (73.7) | 8 (47.1) | 7 (35.0) | 1 (5.0) | 6 (30.0) | 13 (72.2) |
| 9. Discusses intervention costs. | 4 (3.5) | 2 (10.5) | 1 (5.9) | 0 | 1 (5.0) | 0 | 0 |
| 10. Does not argue based on personal experiences or anecdotes. | 113 (99.1) | 18 (94.7) | 17 (100.0) | 20 (100.0) | 18 (90.0) | 20 (100.0) | 20 (100.0) |

up to 138 different health topics for which microbiome-related interventions were portrayed as beneficial.⁴ However, very few of those purported benefits are supported by the evidence and integrated into clinical practice. Thus, while fibre has a long history of use in the clinical setting,¹⁷ the degree to which probiotics are recommended to patients by healthcare professionals is variable.^{39–65} Factors explaining why some specialist doctors do not recommend probiotics include the perceived lack of research evidence and poor knowledge regarding use and cost.^{66–67} While uncertainty remains around the optimal use of probiotics,⁴⁵ the perception among patients who seek advice from gastroenterologists is that probiotics improve general health, longevity and gastrointestinal symptoms.⁶⁸

Second, we found gastrointestinal health and immune system health-related indications are among the most widely mentioned benefits, which is in line with Neunez *et al*'s findings for probiotics.⁴³ However, the concepts of 'boosting gut health' and 'boosting immunity', the latter of which spiked on the internet during the COVID-19 pandemic,⁴¹ are misleading and scientifically inaccurate.^{50–69}

Third, the evidence-based benefit of probiotics and yoghurt for preventing antibiotic-associated diarrhoea that appeared in most web pages is supported by moderate certainty of evidence,⁷⁰ while certainty of evidence is low and very low for irritable bowel syndrome⁷¹ and infectious diarrhoea,⁷² respectively, both of which appear in a high number of search results. Conversely, although there is moderate certainty of evidence of probiotics' role in preventing mortality and infections secondary to necrotising enterocolitis in very preterm infants or infants with a very low birth weight,⁷³ that health benefit only appeared in a few of the web pages that discussed probiotics (21.1%, 4/19). When interpreting SRs that perform a meta-analysis of probiotics, it should be acknowledged that their conclusions can be misleading if different strains or combinations of probiotics at different doses are grouped together inappropriately and studies include different patient populations and measure different outcomes.^{37–74} That may cloud any potential signalling of the probiotic for preventing or treating diseases and may contribute to explaining why only 54.7% of probiotic-related health claims are supported by evidence from SRs.⁷⁴ The low number of health claims for yoghurt (42.6%, 20/47) and kefir (1.8%, 1/55), supported by evidence from SRs, coincides with our previous findings using the GRADE approach, which showed that consuming probiotics in the form of fermented milks such as yoghurt and kefir may not be associated with any health benefits, with either low or very low certainty of evidence.⁷⁵ None of the health claims for kombucha were supported by evidence from SRs, which is expected due to the lack of controlled human studies investigating the potential health effects of this popular fermented drink.^{16–76}

Fourth, not surprisingly given its common use among healthcare professionals in gastrointestinal disorders,¹⁷

fibre was the intervention with the most health claims supported by high (reduction of cardiovascular disease risk factors)¹⁸ to moderate (protection against colorectal cancer)⁷⁷ certainty of evidence. The efficacy of prebiotics for preventing constipation supported by low certainty of evidence⁷⁸ appeared in a high proportion of web pages. In contrast, the more widely studied indication of prebiotics for managing hepatic encephalopathy, which showed moderate certainty of evidence,⁷⁹ appeared in very few web pages (16.7%, 3/18).

Regarding the second objective, the assessment of information quality carried out using our 10-criteria score shows interesting data on both overall quality and some specific shortcomings.

First, the low quality of online information assessed according to our 10 criteria is not surprising. However, it is even lower than estimated for news reports on health interventions in general, using other indices or scales containing common quality criteria. Thus, in our study, 92.1% of the web pages did not quantify the effects of the intervention, compared with 72% of the news items analysed by Schwitzer⁶⁰; 84.2% did not discuss the certainty of the evidence, compared with 65%; and 96.5% did not report the costs of the intervention, compared with 77%. On two other common criteria, the results were more similar: 57% of the web pages did not report alternatives to the intervention, compared with 62% of the news items analysed by Schwitzer; and 57.9% did not report potential harms, compared with 67%.

The first SR of the quality of information on health interventions in traditional media outlets and online resources also found room for improvement as regards health news.⁵⁹ However, nutrition-related information is especially prone to poor quality and may contribute to public misconceptions about dietary strategies targeting the gut microbiome and health.^{80–84} In our study, retail sites intended for direct purchase and advertisements were excluded from the analysis; nevertheless, a quarter of the analysed web pages were commercial. The regulatory status of commercial information about gut microbiome-related foods and dietary supplements on web pages is not the same as for a pharmaceutical product. In the case of Spain, in spite of current legislation on commercial information related to foods and food supplements,^{85–87} misleading food marketing prevails. Regulating digital marketing is not straightforward because of its cross-border nature,⁸⁸ but it is critical for making informed decisions about health. Ongoing voluntary implementation measures involving the food industry, communications agencies and advertisers are insufficient in preventing misinformation about popular gut microbiome-related dietary interventions.^{89–90} To allow consumers to make informed food choices, stricter regulation of any probiotics, fermented foods, fibre and prebiotics promoted on websites is required, especially to ensure that the dietary advice to which the public is exposed is based on evidence that is either convincing or probable.⁸¹ Steering clear of the practice by scientific societies of endorsing prebiotic

or probiotic products that have dubious health benefits may also help with avoiding the spread of inaccurate information.⁹¹

Another way to improve that situation might be to promote critical thinking among the public. In other words, it might be better to treat the effects of the current overabundance of information than to prevent it, since prevention is an almost impossible task, with exaggerated scientific findings and discoveries always attracting those who produce and recirculate information.^{59–92} In that regard, we present our suggested 10 criteria for quality of information, aimed at three different groups. First, healthcare providers as a tool for recommending reliable web pages on gut microbiome-related interventions to their patients; second, journalists and communicators involved in disseminating microbiome research findings; and third, the lay public to guide them every time they face a piece of online information related to the gut microbiome.

Second, the strategy of including scientific references embedded in the text or as a list at the end of text (criterion 1) without explaining the conclusions of the scientific publications (criterion 2) is an example of how the ‘health halo effect’ around gut health and the microbiome is used to validate certain unproven alternative therapies.^{4–41} In addition, web pages also misrepresent the term ‘probiotic’, which is inadequately used to refer to kombucha and kefir and as an umbrella for all probiotic supplements, when, in actual fact, not all probiotics are backed by science and not all fermented foods can be considered probiotics.^{16–93} Likewise, many web pages use the term ‘dysbiosis’ as a reason to promote interventions with the connotation that an ‘altered’ microbiome in someone with a specific disease is causal or contributory, even though it is not always certain that changing the altered microbiome is beneficial²⁴ and the definition of a healthy microbiome is not known.⁹⁵

Third, it is also worth noting that the majority of web pages only provide a qualitative description of the health claims without quantifying them (criteria 3 and 4). The few web pages that quantified the effects did so only in relative numbers (7.9%, 9/114), which tend to be more eloquent, are often misleading and can lead to a misguided perception of the reported effects.^{94–96} Only two out of five scientific journal web pages included absolute effects. Indeed, the microbiome field relies too heavily on relative numbers of microorganisms.⁹⁴ For instance, one clear example of numerical misinterpretation is the long-assumed ratio, widely disseminated in the media and the scientific literature, that humans have 10 times more microbial cells than body cells.⁹⁷

Fourth, the observation that only a few web pages acknowledged some research limitations (criterion 5) (28.9%, 33/114) and discussed the certainty of the evidence (criterion 6) (15.8%, 18/114) is common when informing on microbiome-related interventions. For instance, social media content rarely makes critical references to microbiome research findings and the only

acknowledgements of limitations found are suggestions around the need for more research.³⁴ Likewise, previous findings show that only 19% of articles in English-language newspapers⁴ and less than 10% of web pages portraying immune boosting strategies, including the use of probiotics and prebiotics,⁴¹ report microbiome-related limitations (eg, suggesting that the health benefits of and current research on the microbiome might be unproven, ineffective or exaggerated). Probiotics was the intervention with the highest proportion of web pages that provided limitations and comments around the certainty of the evidence, which might be explained by probiotics’ status as the most widely studied subject when compared with fermented foods such as kefir and kombucha.^{14–15}

Fifth, only a minority of web pages on probiotics informed of adverse effects (criterion 7) and included advice against consumption by people with severe illnesses or compromised immune systems.⁹⁸ Previous analyses of online messages about probiotics also found that descriptions of their benefits outnumbered the descriptions of their risks, and the latter appeared significantly less on commercial web pages.^{42–43} That may be rooted in the lack of safety data in randomised controlled trials for probiotics.⁹⁹ Safety issues are also a concern for kombucha, with reports of varying degrees of adverse effects in relation to kombucha tea consumption,¹⁰⁰ while fibre and prebiotics are limited to mild issues such as abdominal discomfort, bloating and gas.¹⁷

As dietary interventions that target the gut microbiome are usually regulated as foods and dietary supplements and not drugs, none of the health claims promoted on the internet need to be backed up by studies in humans. In addition, what it is actually in a probiotic or dairy product does not necessarily coincide with what it is declared on the label.¹⁰¹ In the best-case scenario, the product may be ineffective and the only likely harm is to the consumer’s wallet. In the worst-case scenario, however, a product can have significant side effects. That is the case with the hepatotoxic effects reported from kombucha intake,¹⁰⁰ the increased risk of pre-eclampsia with probiotic administration¹⁰² and the increased risk of mortality in adult patients with acute pancreatitis who receive probiotics.¹⁰³ Finally, self-consumption of these kinds of foods and supplements as a non-prescribed alternative treatment due to the consumer’s unfounded expectations, which outpace the scientific evidence, can lead to a delay in the presentation and resolution of a medical diagnosis and the search for effective treatment.

Our study shows two strengths. First, for the evaluation of online health claims, we relied on SRs and assessments of the degree of certainty of evidence using the GRADE approach, which is a systematic, explicit and transparent methodological framework for grading certainty of evidence.^{104–105} Second, the authors have extensive knowledge of and experience in the fields of nutrition, evidence-based medicine, science journalism and microbiome research communication.



There are also several limitations to this study. First, we used single search phrases to perform the searches. That meant we could not explore differences in results for other search terms, which can vary in the current context of the COVID-19 pandemic. Second, the data set only includes Spanish-language web pages and focuses on the initial search results, although it must be acknowledged that the top 20 search results have a higher chance of being read.^{47–48} Third, we only focused on 10 parameters for assessing quality of information. Fourth, we did not analyse information published on social media channels, which provide relevant sources for people seeking nutrition advice online. Last, we analysed the certainty of the evidence behind online health claims based only on SRs, which are currently the evidence synthesis tool that offers the highest level of evidence.

CONCLUSION

Online information on probiotics, fermented foods, fibre and prebiotics does not reflect the available body of scientific evidence and is often incomplete and of poor quality. The observation that the majority of health claims that appeared on the largest number of web pages were not necessarily the ones with the highest certainty of evidence may contribute to distorting the message about the impact of foods on health linked to their effects on the gut microbiome. Furthermore, the fact that research results, the quantification of the effects, limitations and uncertainty of the evidence, and the adverse effects, cost and alternatives of interventions are not usually addressed can distort public perception of the topic. Consequently, online information about the six interventions considered in this study may, in some cases, create a potentially harmful distraction rather than a key element for maintaining health and quality of life.

Twitter Andreu Prados-Bo [@andreuprados](https://twitter.com/andreuprados), Montserrat Rabassa [@MontseRabassa](https://twitter.com/MontseRabassa), Mireia Bosch [@mboschpujadas](https://twitter.com/mboschpujadas) and Gonzalo Casino [@gonzalocasino](https://twitter.com/gonzalocasino)

Contributors APB and GC designed the research with input from MR and MB. APB, MR, MB and GC performed the research and analysed the data. APB and GC interpreted the data. APB wrote the manuscript. MR, MB and GC were involved in drafting and revising the manuscript. All authors approved the final version to be published and agreed to be accountable for all aspects of the work. APB is the guarantor.

Funding The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

Competing interests APB works as a health writer for companies commercially involved in the gut microbiota and probiotics.

Patient and public involvement Patients and/or the public were not involved in the design, or conduct, or reporting, or dissemination plans of this research.

Patient consent for publication Not applicable.

Provenance and peer review Not commissioned; externally peer reviewed.

Data availability statement All data relevant to the study are included in a public, open access repository. The data set is available on the following: https://figshare.com/articles/journal_contribution/Supplemental_material_1/20203415, https://figshare.com/articles/journal_contribution/Table_S2/19425824, https://figshare.com/articles/journal_contribution/Supplemental_material_3/20204021, https://figshare.com/articles/journal_contribution/Supplemental_material_4/20204270.

Open access This is an open access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited, appropriate credit is given, any changes made indicated, and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

ORCID iDs

Andreu Prados-Bo <http://orcid.org/0000-0003-4393-9723>

Montserrat Rabassa <http://orcid.org/0000-0002-0276-6726>

Mireia Bosch <http://orcid.org/0000-0003-4795-2669>

Gonzalo Casino <http://orcid.org/0000-0003-1872-4130>

REFERENCES

- Shan Y, Segre JA, Chang EB. Responsible stewardship for communicating microbiome research to the press and public. *Nat Med* 2019;25:872–4.
- Prados-Bo A, Casino G. Microbiome research in general and business newspapers: how many microbiome articles are published and which study designs make the news the most? *PLoS One* 2021;16:e0249835.
- Prados-Bo A, Casino G. How have quality newspapers covered the microbiome? A content analysis of The New York Times, The Times, and El País. *Journalism*.
- Marcon AR, Turvey S, Caulfield T. 'Gut health' and the microbiome in the popular press: a content analysis. *BMJ Open* 2021;11:e052446.
- O'Hara AM, Shanahan F. The gut flora as a forgotten organ. *EMBO Rep* 2006;7:688–93.
- Valdes AM, Walter J, Segal E, et al. Role of the gut microbiota in nutrition and health. *BMJ* 2018;361:j2179.
- Murray N, Al Khalaf S, Kaulmann D, et al. Compositional and functional alterations in the oral and gut microbiota in patients with psychosis or schizophrenia: a systematic review. *HRB Open Res* 2021;4:108.
- Walter J, Armet AM, Finlay BB, et al. Establishing or exaggerating causality for the gut microbiome: lessons from human microbiota-associated rodents. *Cell* 2020;180:221–32.
- Vujkovic-Cvijin I, Sklar J, Jiang L, et al. Host variables confound gut microbiota studies of human disease. *Nature* 2020;587:448–54.
- Bar N, Korem T, Weissbrod O, et al. A reference map of potential determinants for the human serum metabolome. *Nature* 2020;588:135–40.
- Asnicar F, Berry SE, Valdes AM, et al. Microbiome connections with host metabolism and habitual diet from 1,098 deeply phenotyped individuals. *Nat Med* 2021;27:321–32.
- Cotillard A, Cartier-Mehrust A, Litwin NS, et al. A posteriori dietary patterns better explain variations of the gut microbiome than individual markers in the American gut project. *Am J Clin Nutr* 2022;115:432–43.
- Rothschild D, Weissbrod O, Barkan E, et al. Environment dominates over host genetics in shaping human gut microbiota. *Nature* 2018;555:210–5.
- World Gastroenterology Organisation. Probiotics and prebiotics, 2017. Available: <https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/probiotics-and-prebiotics> [Accessed 9 Feb 2022].
- Su GL, Ko CW, Bercik P, et al. AGA clinical practice guidelines on the role of probiotics in the management of gastrointestinal disorders. *Gastroenterology* 2020;159:697–705.
- Marco ML, Sanders ME, Gänzle M, et al. The International scientific association for probiotics and prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2021;18:196–208.
- Gill SK, Rossi M, Bajka B, et al. Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2021;18:101–16.
- Chiavaroli L, Nishi SK, Khan TA, et al. Portfolio dietary pattern and cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Prog Cardiovasc Dis* 2018;61:43–53.
- Yang Y, Zhao L-G, Wu Q-J, et al. Association between dietary fiber and lower risk of all-cause mortality: a meta-analysis of cohort studies. *Am J Epidemiol* 2015;181:83–91.
- Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, et al. Expert consensus document: the International scientific association for probiotics and prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2017;14:491–502.
- National Science Board. Science & engineering indicators 2018. In: *Science and technology: public attitudes and understanding*. Prados-Bo A, et al. *BMJ Open* 2022;12:e063316. doi:10.1136/bmjopen-2022-063316

- Alexandria, VA: National Science Foundation, 2008: 7–92. <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/report/sections/science-and-technology-public-attitudes-and-understanding/highlights>
- 22 Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación y Observatorio de la Comunicación Científica. La información alimentaria a debate. Qué pide La Sociedad, 2021. Available: https://www.upf.edu/documents/2725122/241382403/AyC_1_ES.pdf/11fc1e95-ca4e-4797-8f0b-31d7b85c3f3f [Accessed 9 Feb 2022].
- 23 Chaffey D. Search engine marketing statistics 2022, 2022. Available: <https://www.smartinsights.com/search-engine-marketing/search-engine-statistics/> [Accessed 9 Feb 2022].
- 24 The eBusiness. Top 15 best search Engines, 2021. Available: <http://www.ebizmba.com/articles/search-engines> [Accessed 9 Feb 2022].
- 25 Ramaswami P. A remedy for your health-related questions: health info in the knowledge graph. Google official blog, 2015. Available: <https://blog.google/products/search/health-info-knowledge-graph/> [Accessed 9 Feb 2022].
- 26 Helm J, Jones RM. Practice paper of the Academy of nutrition and dietetics: social media and the dietetics practitioner: opportunities, challenges, and best practices. *J Acad Nutr Diet* 2016;18(25):11635–1825–35.
- 27 Nagler RH. Adverse outcomes associated with media exposure to contradictory nutrition messages. *J Health Commun* 2014;19:24–40.
- 28 Williams G, Hamm MP, Shulhan J, *et al*. Social media interventions for diet and exercise behaviours: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open* 2014;4:e003926.
- 29 Vijaykumar S, McNeill A, Simpson J. Associations between conflicting nutrition information, nutrition confusion and backlash among consumers in the UK. *Public Health Nutr* 2021;24:914–23.
- 30 Marcon A. Microbiome research, nutrition, and social media: a messaging muddle. UNSCN nutrition 45: nutrition in a digital world, 2020. Available: <https://www.unscn.org/en/Unscn-news?idnews=2082> [Accessed 9 Feb 2022].
- 31 Hanage WP. Microbiology: microbiome science needs a healthy dose of scepticism. *Nature* 2014;512:247–8.
- 32 Neiderhuber M. The human microbiome and media confusion, 2015. Available: <https://sln.hms.harvard.edu/flash/2015/the-human-microbiome-and-media-confusion/> [Accessed 9 Feb 2022].
- 33 Bik EM. The hoops, hopes, and hypes of human microbiome research. *Yale J Biol Med* 2016;89:363–73.
- 34 Hooks KB, Koonsman JP, O'Malley MA. Microbiota-gut-brain research: a critical analysis. *Behav Brain Sci* 2019;42:e60.
- 35 Eisen JA. Blog of Jonathan A. Eisen, Professor at U.C. Davis. Microbiomania, 2014. Available: <https://phylogonomics.blogspot.com/p/blog-page.html> [Accessed 9 Feb 2022].
- 36 de Simone C. The unregulated probiotic market. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2019;17:809–17.
- 37 Suez J, Zmora N, Segal E, *et al*. The pros, cons, and many unknowns of probiotics. *Nat Med* 2019;25:716–29.
- 38 Schmidt C. The startup bugs. *Nat Biotechnol* 2013;31:279–81.
- 39 Dimidi E, Cox C, Scott SM, *et al*. Probiotic use is common in constipation, but only a minority of general and specialist doctors recommend them and consider there to be an evidence base. *Nutrition* 2019;61:157–63.
- 40 Mercer M, Brinich MA, Geller G, *et al*. How patients view probiotics: findings from a multicenter study of patients with inflammatory bowel disease and irritable bowel syndrome. *J Clin Gastroenterol* 2012;46:138–44.
- 41 Rachul C, Marcon AR, Collins B, *et al*. COVID-19 and 'immune boosting' on the internet: a content analysis of Google search results. *BMJ Open* 2020;10:e040989.
- 42 Brinich MA, Mercer MB, Sharp RR. An analysis of online messages about probiotics. *BMC Gastroenterol* 2013;13:5.
- 43 Neunez M, Goldman M, Ghezzi P. Online information on probiotics: does it match scientific evidence? *Front Med* 2019;6:296.
- 44 Google trends. Available: <https://trends.google.com/trends/> [Accessed 3 Aug 2021].
- 45 Answer the public. Available: <https://answerthepublic.com/> [Accessed 3 Aug 2021].
- 46 Prados A. Popular search terms relating to diet strategies for modulating the gut microbiome and their relative popularity from 1 August 2020 to 31 August 2021, provided by Google trends, 2022. Available: https://figshare.com/articles/journal_contribution/Supplemental_material_1/20203415
- 47 Eysenbach G, Köhler C. How do consumers search for and appraise health information on the world wide web? Qualitative study using focus groups, usability tests, and in-depth interviews. *BMJ* 2002;324:573.
- 48 Petrescu P. Google organic click-through rates in 2014, 2014. Available: <https://moz.com/blog/google-organic-click-through-rates-in-2014> [Accessed 10 Feb 2022].
- 49 Alishkin Cheneguín A, Salvat Salvat I, Romay Barrero H, *et al*. How good is online information on fibromyalgia? an analysis of quality and readability of websites on fibromyalgia in Spanish. *BMJ Open* 2020;10:e037065.
- 50 Cassa Macedo A, Oliveira Vilela de Faria A, Ghezzi P. Boosting the immune system, from science to myth: analysis the infosphere with Google. *Front Med* 2019;6:165.
- 51 Aslam R, Gibbons D, Ghezzi P. Online information on antioxidants: information quality indicators, commercial interests, and ranking by Google. *Front Public Health* 2017;5:90.
- 52 Prados A. Examples of web pages typologies and calculation of inter-rater reliability, 2022. Available: https://figshare.com/articles/journal_contribution/Table_S2/19425824
- 53 Cochrane Collaboration. Evidence-based health care and systematic reviews. Available: <https://www.cochrane.org/evidence> [Accessed 9 Feb 2022].
- 54 Brozek JL, Akl EA, Alonso-Coello P, *et al*. Grading quality of evidence and strength of recommendations in clinical practice guidelines. Part 1 of 3. An overview of the grade approach and grading quality of evidence about interventions. *Allergy* 2009;64:669–77.
- 55 BMJ Best Practice. What is GRADE? September 2019. Available: <https://bestpractice.bmj.com/info/us/toolkit/learn-ebm/what-is-grade/> [Accessed 25 Jun 2022].
- 56 Rabassa M, Alonso-Coello P, Casino G. Nutrimedia: a novel web-based resource for the general public that evaluates the veracity of nutrition claims using the GRADE approach. *PLoS One* 2020;15:e0232393.
- 57 Cochrane Norway. How to write a plain language summary of a Cochrane intervention review, 2019. Available: https://www.cochrane.no/sites/cochrane.no/files/uploads/how_to_write_a_cochrane_pls_12th_february_2019.pdf [Accessed 10 Feb 2022].
- 58 Prados A. Search filters used for the search of systematic reviews in the Cochrane Library and PubMed, 2022. Available: https://figshare.com/articles/journal_contribution/Supplemental_material_3/20204021
- 59 Oxman M, Larun L, Pérez Gaxiola G, *et al*. Quality of information in news media reports about the effects of health interventions: systematic review and meta-analyses. *F1000Res* 2021;10:433.
- 60 Schwitzer G. How do US journalists cover treatments, tests, products, and procedures? An evaluation of 500 stories. *PLoS Med* 2008;5:e95.
- 61 Bosch F, Escalas C, Forteza A. A checklist for improving drug information in the general press: the importance of reporting on the phases and uncertainty of research. *Revista Española de Comunicación en Salud* 2018;9:203–14.
- 62 Santesso N, Glenton C, Dahm P, *et al*. GRADE guidelines 26: informative statements to communicate the findings of systematic reviews of interventions. *J Clin Epidemiol* 2020;119:126–35.
- 63 Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33:159–74.
- 64 Prados A. Complete list of health claims and the certainty of the evidence supporting them, 2022. Available: https://figshare.com/articles/journal_contribution/Supplemental_material_4/20204270
- 65 Fijan S, Frauwallner A, Varga L, *et al*. Health professionals' knowledge of probiotics: an international survey. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16:3128.
- 66 Arshad MS, Saqlain M, Majeed A, *et al*. Cross-sectional study to assess the healthcare professionals' knowledge, attitude and practices about probiotics use in Pakistan. *BMJ Open* 2021;11:e047494.
- 67 Dimidi E, Mark Scott S, Whelan K. Probiotics and constipation: mechanisms of action, evidence for effectiveness and utilisation by patients and healthcare professionals. *Proc Nutr Soc* 2020;79:147–57.
- 68 Lynch E, Troob J, Lebwohl B, *et al*. Who uses probiotics and why? A survey study conducted among general gastroenterology patients. *BMJ Open Gastroenterol* 2021;8:e000742.
- 69 Staudacher HM, Loughman A. Gut health: definitions and determinants. *Lancet Gastroenterol Hepatol* 2021;6:269.
- 70 Guo Q, Goldenberg JZ, Humphrey C, *et al*. Probiotics for the prevention of pediatric antibiotic-associated diarrhea. *Cochrane Database Syst Rev* 2019;4:CD004827.
- 71 Connell M, Shin A, James-Stevenson T, *et al*. Systematic review and meta-analysis: efficacy of patented probiotic, VSL#3, in irritable bowel syndrome. *Neurogastroenterol Motil* 2018;30:e13427.

- 72 Collinson S, Deans A, Padua-Zamora A, *et al*. Probiotics for treating acute infectious diarrhoea. *Cochrane Database Syst Rev* 2020;12:CD003048.
- 73 Sharif S, Meader N, Oddie SJ, *et al*. Probiotics to prevent necrotising enterocolitis in very preterm or very low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2020;10:CD005496.
- 74 McFarland LV, Evans CT, Goldstein EJC. Strain-specificity and disease-specificity of probiotic efficacy: a systematic review and meta-analysis. *Front Med* 2018;5:124.
- 75 Nutrimedia. Mensajes evaluados. ¿Son los alimentos probióticos beneficiosos para la salud?2021. Available: <https://www.upf.edu/web/nutrimedia/-/son-los-alimentos-probioticos-beneficiosos-para-la-salud-#.Yc39JRPmJm9> [Accessed 10 Feb 2022].
- 76 Kapp JM, Sumner W. Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Ann Epidemiol* 2019;30:66–70.
- 77 Reynolds A, Mann J, Cummings J, *et al*. Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *Lancet* 2019;393:434–45.
- 78 Shi Q, Tan L, Liu C, *et al*. Comparative efficacy of pharmacological and nonpharmacological treatments for chronic idiopathic constipation in China: a Bayesian network meta-analysis. *BMC Complement Altern Med* 2019;19:311.
- 79 Glud LL, Vilstrup H, Morgan MY. Non-absorbable disaccharides versus placebo/no intervention and lactulose versus lactitol for the prevention and treatment of hepatic encephalopathy in people with cirrhosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;5:CD003044.
- 80 Ostry A, Young ML, Hughes M. The quality of nutritional information available on popular websites: a content analysis. *Health Educ Res* 2008;23:648–55.
- 81 Cooper BEJ, Lee WE, Goldacre BM, *et al*. The quality of the evidence for dietary advice given in UK national newspapers. *Public Underst Sci* 2012;21:664–73.
- 82 Gholizadeh Z, Papi A, Ashrafi-Rizi H, *et al*. Quality evaluation of Persian nutrition and diet therapy websites. *J Educ Health Promot* 2017;6:48.
- 83 Kininmonth AR, Jamil N, Almatrouk N, *et al*. Quality assessment of nutrition coverage in the media: a 6-week survey of five popular UK newspapers. *BMJ Open* 2017;7:e014633.
- 84 El Jassar OG, El Jassar IN, Kritsotakis EI. Assessment of quality of information available over the internet about vegan diet. *NFS* 2019;49:1142–52.
- 85 European Union. Regulation (EU) No. 1924/2006 of the European Parliament and of the Council, of 20 December 2006, on nutrition and health claims made on foods. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32006R1924> [Accessed 23 Jun 2022].
- 86 Royal Decree 1487/2009, of 26 September, concerning food supplements. Available: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2009-16109> [Accessed 23 Jun 2022].
- 87 European Union. Regulation (EU) No. 1169/2011 of the European Parliament and of the Council, of 25 October 2011, on the provision of food information to consumers. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32011R1169> [Accessed 23 Jun 2022].
- 88 Hawkes C & World Health Organization. Marketing food to children: changes in the global regulatory environment, 2004–2006, 2007. Available: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43693> [Accessed 23 Jun 2022].
- 89 Montaña Blasco M, Jiménez-Morales M. Soft drinks and sugar-sweetened beverages advertising in Spain: correlation between nutritional values and advertising discursive strategies. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:2335.
- 90 Montaña Blasco M, Jiménez-Morales M. Breakfast food advertising and prevention of obesity: analysis of the nutritional value of the products and Discursive strategies used in the breakfast ads from 2015 to 2019. *Nutrients* 2021;13:231.
- 91 Guzmán-Caro G, García López FJ, Royo-Bordonada Miguel Ángel. Conflicts of interest among scientific foundations and societies in the field of childhood nutrition. *Gac Sanit* 2021;35:320–5.
- 92 Schwartz LM, Woloshin S, Steven W. On the prevention and treatment of exaggeration. *J Gen Intern Med* 2003;18:153–4.
- 93 Reid G, Gadir AA, Dhir R. Probiotics: reiterating what they are and what they are not. *Front Microbiol* 2019;10:424.
- 94 Shanahan F, Hill C. Language, numeracy and logic in microbiome science. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2019;16:387–8.
- 95 Shanahan F, Ghosh TS, O'Toole PW. The healthy microbiome—What is the definition of a healthy gut microbiome? *Gastroenterology* 2021;160:483–94.
- 96 Producers CG. communicators and consumers of 'risk'. *J Epidemiol Community Health* 2010;64:940.
- 97 Sender R, Fuchs S, Milo R. Revised estimates for the number of human and bacteria cells in the body. *PLoS Biol* 2016;14:e1002533.
- 98 Hill C. Balancing the risks and rewards of live biotherapeutics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2020;17:133–4.
- 99 Bafeta A, Koh M, Riveros C, *et al*. Harms reporting in randomized controlled trials of interventions aimed at modifying microbiota: a systematic review. *Ann Intern Med* 2018;169:240–7.
- 100 de Miranda JF, Ruiz LF, Silva CB, *et al*. Kombucha: a review of substrates, regulations, composition, and biological properties. *J Food Sci* 2022;87:503–27.
- 101 Kim E, Kim D, Yang S-M, *et al*. Validation of probiotic species or subspecies identity in commercial probiotic products using high-resolution PCR method based on large-scale genomic analysis. *Food Res Int* 2022;154:111011.
- 102 Davidson SJ, Barrett HL, Price SA, *et al*. Probiotics for preventing gestational diabetes. *Cochrane Database Syst Rev* 2021;4:CD009951.
- 103 Besselink MG, van Santvoort HC, Buskens E, *et al*. Probiotic prophylaxis in predicted severe acute pancreatitis: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet* 2008;371:651–9.
- 104 Alonso-Coello P, Schunemann HJ, Moher J. GRADE Evidence to Decision (EtD) frameworks: a systematic and transparent approach to making well informed healthcare choices. 1: Introduction]. *Gac Sanit* 2018;32:166.e1–e10.
- 105 Alonso-Coello P, Rigau D, Sanabria AJ, *et al*. Quality and strength: the GRADE system for formulating recommendations in clinical practice guidelines. *Arch Bronconeumol* 2013;49:261–7.

4. Otras publicaciones y actividades vinculadas a la investigación doctoral

A lo largo de los cuatro años de trabajo en la presente tesis doctoral, el doctorando ha participado en congresos y seminarios y ha publicado otros artículos académicos y publicaciones divulgativas que quedan fuera de esta memoria, pero que guardan relación con la metodología empleada en esta investigación y con la comunicación científica en nutrición. A continuación, se recoge un listado de publicaciones y comunicaciones vinculadas directa o indirectamente a la presente tesis doctoral.

4.1. Congresos

Prados-Bo, A. y Casino, G. (del 9 al 11 de octubre de 2019). *Impacto de la investigación científica sobre la microbiota en la prensa española*. VII Congreso de Comunicación Social de la Ciencia. Universidad de Burgos.

Prados-Bo, A. y Casino, G. (del 29 de septiembre al 1 de octubre de 2021). *Impacto mediático del microbioma: ¿se corresponde el interés de la prensa con la realidad científica?* VIII Congreso de Comunicación Social de la Ciencia. CosmoCaixa Barcelona.

4.2. Seminarios y cursos

Prados-Bo, A. (20 de enero de 2022). *Cómo comunicar sobre nutrición sin perder el rigor científico*. Seminario online “Cómo comunicar sobre nutrición y alimentación” organizado por los Estudios de Ciencias de la Salud de la Universitat Oberta de Catalunya. <https://symposium.uoc.edu/74382/detail/seminari-com-comunicar-sobre-nutricio-i-alimentacio.html>.

Prados-Bo, A. (6 de julio de 2022). *Les xarxes socials i la desinformació en alimentació i nutrició: són part del problema o de la solució?* Curso “Comunicar i divulgar en alimentació” – Els Juliols 2022. <https://www.juliols.ub.edu/curs-estiu/comunicar-divulgar-alimentacio>.

4.3. Otras actividades

7.^a edición del concurso Research in Four Minutes (Rin4’) para presentar, oralmente y durante 4 minutos, la investigación a un público no especializado. Organizado por la Escuela de Doctorado de la Universidad Pompeu Fabra. 12 de mayo de 2022 (primera semifinal).

5. Otras comunicaciones académicas

5.1. Artículos académicos

Ghezzi P., Bannister P. G., Casino G., Catalani A., Goldman M., Morley J., Neunez M., **Prados-Bo A.**, Smeesters P. R., Taddeo M., Vanzolini T., Floridi L. (2020) Online information of vaccines: information quality, not only privacy, is an ethical responsibility of search engines (2020). *Frontiers in Medicine*, 7, Artículo 400. <https://doi.org/10.3389/fmed.2020.00400>.

Casino G., **Prados-Bo A.**, Bosch-Llonch F. Articles on drugs in the Spanish press: how much information and what topics make the news? *Prisma Social*. 2020; 31:189-211. <https://revistaprismasocial.es/article/view/3905/4544>.

5.2. Congresos

Casino, G., **Prados-Bo, A.** y Bosch-Llonch, F. (del 25 al 28 de junio de 2022). *Social impact of the clinical trials of COVID-19-related vaccines and other drugs*. 15th Congress of the European Association for Clinical Pharmacology and Therapeutics (EACPT). <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00228-022-03333-y.pdf>

6. Publicaciones divulgativas

Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación y Observatorio de la Comunicación Científica. La información alimentaria a debate. ¿Qué pide la sociedad? (2021). Disponible en: <http://ow.ly/Eayj30sloCK> [consulta 5 de junio de 2022].

Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación y Observatorio de la Comunicación Científica. La información sobre alimentos “ultraprocesados”: mitos y realidades (2021). Disponible en: <http://ow.ly/qobo30sloCX> [consulta 5 de junio de 2022].

Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural y Observatorio de la Comunicación Científica. Las redes sociales en la comunicación alimentaria (2022). Disponible en: <http://ow.ly/qxIc30sloE6> [consulta 5 de junio de 2022].

Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural y Observatorio de la Comunicación Científica. Comunicar la innovación alimentaria (2022). Disponible en: <http://ow.ly/CFEA30sloEf> [consulta: 5 de junio de 2022].

Prados-Bo A. (15 de mayo de 2021). *De qué hablamos cuando hablamos de microbiota, microbioma y probióticos*. Nutrimedia. https://www.upf.edu/web/nutrimedia/comer-con-ciencia/-/asset_publisher/nT8cIY7ldZB3/content/id/245524067/maximized#.YkXk5W5By8Z [consulta: 5 de junio de 2022].

III. ANEXOS

Anexo 1. Filtros y ecuaciones de búsqueda en Factiva

Filtros de búsqueda:

- Filtros de exclusión por defecto activados en la configuración de Factiva.
- Filtro para la localización y eliminación de duplicados: “idénticos”.
- Filtro para la ordenación de resultados: “primero el más antiguo”.

Ecuaciones para las noticias del microbioma en español:

(microbioma* or metagenoma* or microbiota* or microflora or “microbios que cuidan nuestra salud” or “ecosistema interior” or “microbios salvadores” or “bacterias en el cuerpo” or “bacterias comensales” or “microbios buenos” or “bacterias saludables” or “bacterias buenas” or “bacterias beneficiosas” or “bacterias del cuerpo” or “bacterias que llevamos dentro” or “flora microbiana” or “flora bacteriana” or “flora microbial” or “bacterias amigas” or “bacterias de nuestro organismo” or “bichitos de nuestro organismo” or “microorganismos buenos” or “bacterias de la flora” or “hongo amigo” or “virosfera” or “viroma” or bacteria* gastrointestinal* or “vecinos de tu intestino” or “bacterias del sistema digestivo” or “especies bacterianas intestinales” or “bacterias de las tripas” or “inquilinos de tu intestino” or “flora del intestino” or “flora intestinal” or “flora colónica” or “bacterias intestinales” or “bacterias del intestino” or “bacterias en el intestino” or “bacterias de tu intestino” or “microorganismos intestinales” or “microbios intestinales” or “microbios del intestino” or “microbiota intestinal” or “comunidad viral del intestino” or “bacterias bucales” or “bacterias orales” or “flora oral” or “microbios de tu boca” or “microbios de tu estomago” or “flora de los pliegues” or “flora cutánea” or “microbios de la piel” or “bacteria de la piel” or “bacterias de nuestra piel” or “flora vaginal” or “microflora vaginal” or “microbios de la vagina” or “bacterias vaginales” or “bacterias en la vagina” or “universo microbiano en cada vagina” or “flora mamaria” or “flora de la madre” or “flora materna”

or “bacterias de la leche materna” or “bacterias maternas” or “adn bacteriano de la madre” or “bacterias del pene” or “bacterias de los ojos” or “bacteria que habita dentro de la nariz”) and la=en and sc=**

(**) código de la publicación:

- *El País*: **paisn** (edición impresa) y **paisco** (edición digital).
- *Expansión*: **expnsi** (edición impresa) y **excom** (edición digital).

Ecuaciones para las noticias del microbioma en inglés:

(microbial ecosystem or microbial communities or body’s microbial garden or universe of us or microbiome* or metagenome* or mycobiome* or virome* or “viral flora” or microbiota* or microflora* or “bacterial communities we live with” or commensal bacteria* or native microbe* or commensal microbe* or “body’s microbial community” or friendly germ or beneficial bug* or “healthful bacteria” or “healthy bacteria” or “microbial inhabitants” or resident microbe* or “microbes inside us” or “good bacteria” or “beneficial bacteria” or “good microbes” or “good bugs” or “healthy flora” or “microbial flora” or “bacterial flora” or “microbial inhabitants” or “beneficial gut microbes” or “germs in your gut” or “good germs that live in your gut” or “beneficial gut germs” or “gut communities” or “gut bugs” or “microorganisms living in a person’s gut” or “microbes found in human intestines” or “bacteria that dwells in our intestinal tract” or “gut friendly bacteria” or “gut flora” or “intestinal flora” or “intestinal bacteria” or gut bacteri* or “gut-dwelling bacteria” or gut microb* or “bacteria in the gut” or intestinal microbe* or “intestinal colonies” or “bacteria colonizing our gut” or “microorganisms that live in the gut” or bacteria w/2 human gut or bacteria w/6 human gut or bacteria w/3 intestine* or “species in the gut” or “microbes in the gut” or “faecal flora” or “fecal flora” or “stool bacteria” or “skin bacteria” or “vaginal bacteria” or “vaginal flora” or “maternal flora” or “bacteria from the mother” or “maternal microbes”) and la=en and sc=**

** código de publicación:

- *The New York Times*: **nytf** (edición impresa) y (**nytb or nytfeed**) (edición digital).
- *The Times*: **t** (edición impresa) y **timeuk** (edición digital).
- *The Wall Street Journal*: **j** (edición impresa) y **wsjo** (edición digital).
- *Financial Times*: **ftft** (edición impresa) y **ftcom** (edición digital).

Anexo 2. Ecuaciones de búsqueda en PubMed

Ecuaciones para los artículos científicos del microbioma:

```
("microbiota"[TW] OR "microbiotas"[tw] OR "microbiotae"[tw] OR  
"microbiota"[Mesh] OR "metagenome"[TW] OR  
"metagenomics"[TW] OR "metagenomic"[tw] OR "metagenomes"[tw]  
OR "microbial community"[tw] OR "microbiome"[tw] OR "gut  
microflora"[tw] OR "gastrointestinal flora"[tw] OR "gut flora"[tw] OR  
microflora[tw] OR microflorae[tw] OR microfloras[tw] OR "intestinal  
microflora"[tw] OR "intestinal flora"[tw] OR "intestinal floras"[tw]  
OR "enteric bacteria"[tw] OR "enteric bacterium"[tw] OR "intestinal  
microbe"[tw] OR "intestinal microbes"[tw] OR "gut microbe"[tw] OR  
"gut microbes"[tw] OR "beneficial microbe"[tw] OR "beneficial  
microbes"[tw] OR "vaginal flora"[tw] OR "vaginal floras"[tw] OR  
mycobiome[TW] OR mycobiota[tw] OR mycobiotas[tw] OR "gut  
virome"[tw] OR "commensal bacteria"[tw] OR "commensal  
bacterium"[tw] OR "commensal microbe"[tw] OR "commensal  
microbes"[tw] OR "gut commensal"[tw] OR "gut commensals"[tw]  
OR "commensal microorganism"[tw] OR "commensal  
microorganisms"[tw] OR "gut microbial"[tw] OR "gut bacterial"[tw]  
OR "intestinal microbial"[tw] OR "host microbial interactions"[tw]  
OR "host microbial interaction"[tw] OR "human microbial"[tw] OR  
"human microbes"[tw] OR "human microbe"[tw] OR "gut  
ecology"[tw] OR "bacterial flora"[tw] OR "bacterial floras"[tw] OR  
"bacterial florae"[tw] OR "fecal transplantation"[tw] OR "faecal  
transplantation"[tw] OR "fecal transplantations"[tw] OR "fecal  
transfer"[tw] OR "prebiotics"[MeSH Terms] OR "prebiotics"[TW]  
OR "prebiotic"[tw] OR "synbiotics"[TW] OR "synbiotic"[tw] OR  
"probiotal"[tw] OR "probiotics"[TW] OR "probiotic"[tw] OR  
"postbiotic"[tw] OR "postbiotics"[tw] OR "microbiota-gut-brain  
axis"[tw] OR "dysbiosis"[tw] OR "dysbacteriosis"[tw] AND  
(english[la] OR spanish[la]) AND (2007:2019[pdat]))
```

Para segmentar las búsquedas en PubMed en función del diseño de los estudios del microbioma, se utilizó la ecuación de búsqueda anterior seguida de la ecuación correspondiente para cada diseño de estudio.

Revisiones sistemáticas de ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos:

(systematic[sb] OR meta-analysis[pt] OR meta-analysis as topic[mh] OR meta-analysis[mh] OR meta analy*[tw] OR metanaly*[tw] OR metaanaly*[tw] OR met analy*[tw] OR integrative research[tiab] OR integrative review*[tiab] OR integrative overview*[tiab] OR research integration*[tiab] OR research overview*[tiab] OR collaborative review*[tiab] OR collaborative overview*[tiab] OR systematic review*[tiab] OR technology assessment*[tiab] OR technology overview*[tiab] OR "Technology Assessment, Biomedical"[mh] OR HTA[tiab] OR HTAs[tiab] OR comparative efficacy[tiab] OR comparative effectiveness[tiab] OR outcomes research[tiab] OR indirect comparison*[tiab] OR ((indirect treatment[tiab] OR mixed-treatment[tiab]) AND comparison*[tiab]) OR Embase*[tiab] OR Cinahl*[tiab] OR systematic overview*[tiab] OR methodological overview*[tiab] OR methodologic overview*[tiab] OR methodological review*[tiab] OR methodologic review*[tiab] OR quantitative review*[tiab] OR quantitative overview*[tiab] OR quantitative syntheses*[tiab] OR pooled analy*[tiab] OR Cochrane[tiab] OR Medline[tiab] OR Pubmed[tiab] OR Medlars[tiab] OR handsearch*[tiab] OR hand search*[tiab] OR meta-regression*[tiab] OR metaregression*[tiab] OR data syntheses*[tiab] OR data extraction[tiab] OR data abstraction*[tiab] OR mantel haenszel[tiab] OR peto[tiab] OR der-simonian[tiab] OR dersimonian[tiab] OR fixed effect*[tiab] OR "Cochrane Database Syst Rev"[Journal: __jrid21711] OR "health technology assessment winchester, england"[Journal] OR "Evid Rep Technol Assess (Full Rep)"[Journal] OR "Evid Rep Technol Assess (Summ)"[Journal] OR "Int J Technol Assess Health Care"[Journal] OR "GMS Health Technol Assess"[Journal] OR "Health Technol Assess (Rockv)"[Journal] OR "Health Technol Assess Rep"[Journal]) AND (randomized controlled trial[pt] OR randomized controlled trials as topic[mh] OR random allocation [mh] OR double-blind method[mh] OR single-blind method[mh] OR random*[tw] OR "Placebos"[Mesh] OR placebo[tiab] OR ((singl*[tw] OR doubl*[tw] OR trebl*[tw] OR tripl*[tw]) AND (mask*[tw] OR blind*[tw] OR dumm*[tw])) AND ("humans"[mh] OR human*[tw]))

Ensayos clínicos aleatorizados y controlados en humanos:

(randomized controlled trial[pt] OR randomized controlled trials as topic[mh] OR random allocation [mh] OR double-blind method[mh] OR single-blind method[mh] OR random*[tw] OR "Placebos"[Mesh] OR placebo[tiab] OR ((singl*[tw] OR doubl*[tw] OR trebl*[tw] OR tripl*[tw]) AND (mask*[tw] OR blind*[tw] OR dumm*[tw])) AND ("humans"[mh] OR human*[tw]))

Estudios observacionales en humanos:

(((((("Observational Studies as Topic"[Mesh] OR "Observational Study"[Publication Type]) OR observational stud*[tw] OR "Cohort Studies"[Mesh] OR cohort stud*[tw] OR "Cross-Sectional Studies"[Mesh] OR cross-sectional Stud*[tw] OR "Case-Control Studies"[Mesh] OR case-control Stud* OR "Ecological study"[tw] OR "Review Literature as Topic"[Mesh:noexp] NOT randomized controlled trial[pt] NOT random*[tw] AND ("humans"[mh] OR human*[tw])))

Estudios medioambientales:

OR "Periphyton"[mh] OR periphyton[tw] NOT animals [tw] NOT humans [tw] NOT "gut microbiota"[tw] NOT rat[tw] NOT mice[tw] AND (("Environmental Microbiology"[mh] OR "Ecosystem"[mh] OR "Environment"[mh] OR "Natural Resources"[mh] OR "Atmosphere"[mh] OR "Extraterrestrial Environment"[mh] OR "Earth, Planet"[mh] OR biodiversity[tw] OR environment[tw] OR ecosystem[tw] OR water[tw] OR soil[tw] OR air[tw] OR earth[tw]) OR ("Plant Development"[Mesh] OR "Plant Growth Regulators"[Mesh] OR "Plant Structures"[Mesh] OR "Crops, Agricultural"[Mesh] OR "Plants"[Mesh] OR "Plants, Medicinal"[Mesh] OR "plant structure"[tw] OR "plant component"[tw] OR "cultivated Plants"[tw] OR plant[tw] OR herbal[tw] OR crop[tw]))))

Estudios en células y animales:

("Models, Biological"[Mesh:NoExp] OR "Disease Models, Animal"[Mesh] OR "animal model*"[tw] OR "Animal Experimentation"[Mesh] OR "Animal Experimentation"[tw] OR "Clinical Laboratory Techniques"[Mesh] OR ("veterinary"[Subheading] OR "veterinary"[All Fields]) AND Observational Study[ptyp]))

Otros diseños:

((("Non-Randomized Controlled Trials as Topic"[Mesh]) OR Non-Randomized Controlled[tw] OR "Case Reports" [Publication Type]) OR "Case Report"[tw] OR "Consensus Development Conference" [Publication Type]) OR consensus[ti] OR conference[ti] NOT "Randomized Controlled Trial" [Publication Type] NOT randomized[tw])

Comentarios, editoriales, noticias y cartas:

("Comment"[Publication Type] OR comment[tw] OR "Editorial"[Publication Type] OR editorial[tw] OR "Letter"[Publication Type] OR letter[tw] OR "News" [Publication Type] OR news[ti])

Anexo 3. Proceso de clasificación de las características de los artículos periodísticos del microbioma en la prensa generalista

A continuación, se describe el proceso de asignación de los artículos periodísticos del microbioma en la categoría de tipo de artículo (noticia o artículo de opinión) y en las cinco categorías temáticas (ciencia, medicina, nutrición, negocios y legal/ética).

El tipo de artículo (noticia vs. artículo de opinión) se clasificó de acuerdo con la etiqueta que Factiva asignó a la sección o columna de cada archivo del artículo (“Noticias”, “Sociedad” o el nombre de la categoría principal del artículo —ciencia, medicina o negocios— para las noticias y “Editorial”, “Opinión”, “Escritor de opinión colaborador”, “Comentarios”, “Columnas”, “Cartas”, “Preguntas y respuestas” o “Reacciones” para los artículos de opinión). Cuando esta clasificación no fue posible obtenerla a través de Factiva, se accedió al artículo periodístico original en la página web del periódico para comprobar si el artículo se encontraba clasificado en la sección de opinión del menú superior principal de la página web. Los datos del recuento de palabras de cada artículo y la autoría del mismo (firmado o sin firmar) se obtuvieron mediante Factiva a través de los dominios “WC” (número de palabras) y “BY” (nombre del autor) de cada artículo. La ausencia del dominio “BY” en Factiva se codificó como que el artículo periodístico era anónimo.

La asignación de un artículo periodístico a una de las cinco categorías temáticas principales (ciencia, medicina, nutrición, negocios y legal/ética) se basó primero en el nombre de la sección o columna de cada archivo del artículo según Factiva (“ciencia” para los artículos sobre ciencia básica, “salud/bienestar” para los artículos médicos o “negocios/finanzas” para los artículos sobre temas de empresas que comercializan tratamientos relacionados con el microbioma). Cuando esta clasificación no fue posible realizarla mediante Factiva, se accedió al artículo periodístico original a través de la página web del periódico para comprobar la sección en la que aparecía (ciencia, salud o negocios). Los artículos que pertenecían a la categoría de nutrición (n = 54) son aquellos dentro de la categoría de medicina/salud que se centraron principalmente en discutir el impacto del estilo de vida en el microbioma sin entrar a discutir los hallazgos científicos de laboratorio o en animales. Los artículos pertenecientes a la categoría legal/ética se asignaron a esta categoría manualmente (n = 10) cuando el enfoque principal del artículo era sobre declaraciones de propiedades saludables o temas éticos relacionados con los tratamientos relacionados con el microbioma. La mayoría de los artículos de *The Times* y algunos de los artículos de *The New York Times* y *El País* no pudieron ser identificados según las dos formas mencionadas anteriormente. En su lugar, se clasificaron como “ciencia” si se basaban en hallazgos de estudios en células o animales y como “medicina” si se basaban en estudios realizados con humanos.

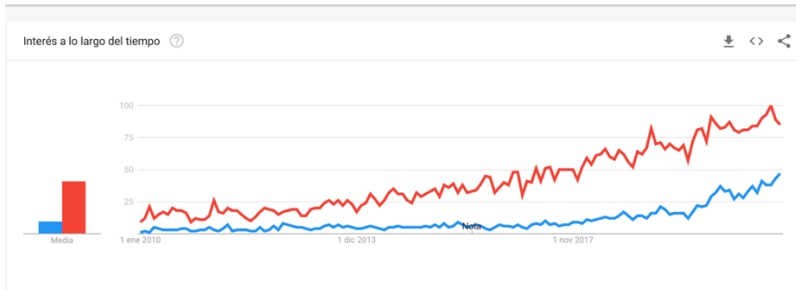
Un artículo periodístico se asignó a una subcategoría particular si al menos un 25 % del texto (estimado por el número de palabras) estaba dedicado a ese subtema. Los autores contaron como cita de un

investigador, organización, revista académica y proyecto de investigación cada artículo periodístico en el que se citaron esas variables, sin importar cuántas veces. Cada artículo periodístico puede estar dedicado a más de una subcategoría. No se muestran las subcategorías mencionadas en menos del 3 % de los artículos.

Anexo 4. Popularidad relativa de los términos de búsqueda utilizados

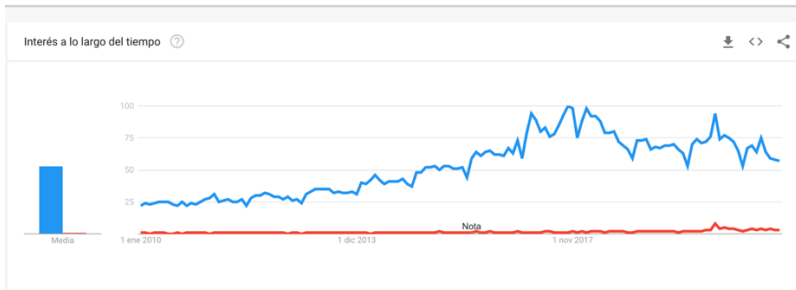
| | | |
|---|--|----------------------|
| ● probióticos Término de búsqueda | ● probióticos Término de búsqueda | + Añadir comparación |
|---|--|----------------------|

Todo el mundo ▾ 1/1/10 - 31/8/21 ▾ Todas las categorías ▾ Búsqueda web ▾



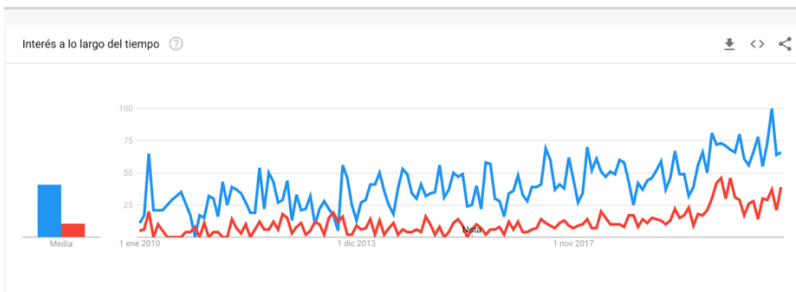
| | | |
|---|--|----------------------|
| ● kefir Término de búsqueda | ● kéfir Término de búsqueda | + Añadir comparación |
|---|--|----------------------|

Todo el mundo ▾ 1/1/10 - 31/8/21 ▾ Todas las categorías ▾ Búsqueda web ▾

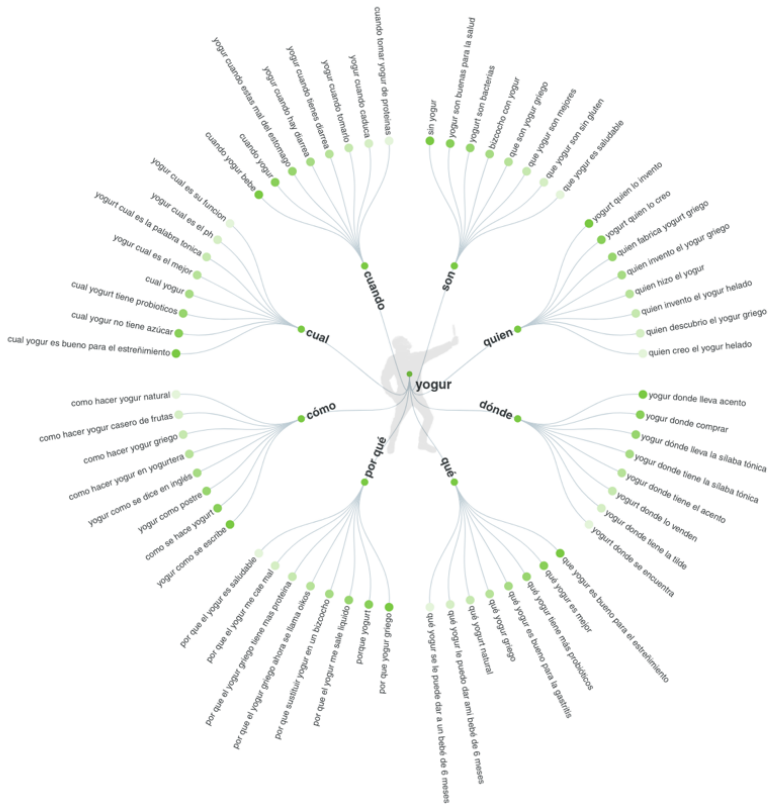


| | | |
|---|--|----------------------|
| ● prebióticos Término de búsqueda | ● prebióticos Término de búsqueda | + Añadir comparación |
|---|--|----------------------|

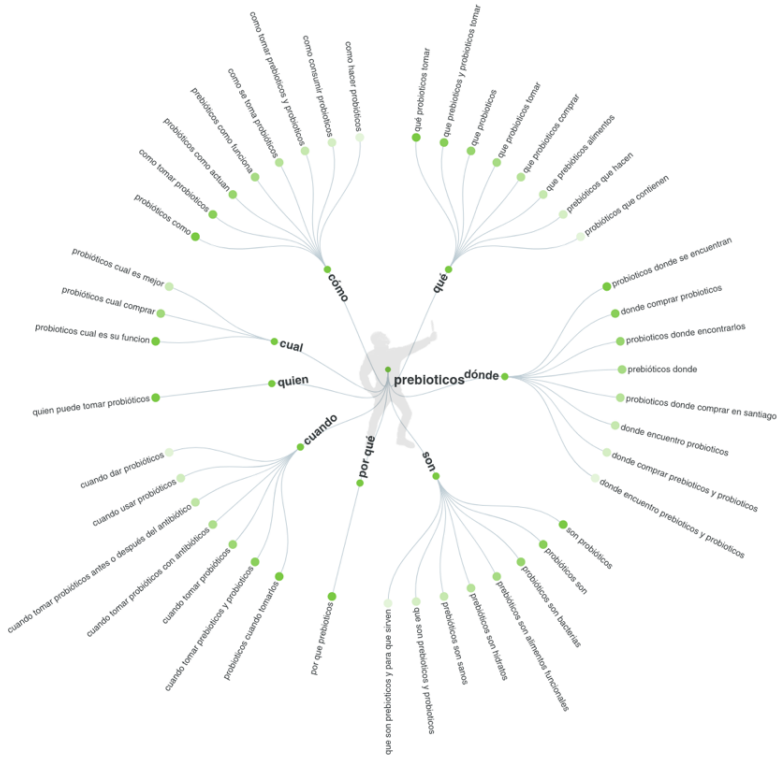
Todo el mundo ▾ 1/1/10 - 31/8/21 ▾ Todas las categorías ▾ Búsqueda web ▾



Yogur:



Prebióticos:



Anexo 5. Ejemplos de la clasificación de los tipos de páginas web

| Tipo de página web | Descripción | Ejemplo |
|----------------------------------|--|--|
| Comercial | Su objetivo es la venta | https://www.normon.es/articulo-blog/porque-tomar-probioticos-durante-un-tratamiento-antibiotico https://www.activia.es/mitos-y-verdades/ |
| Noticias | Medios de comunicación | https://www.alimente.elconfidencial.com/bienestar/2020-10-24/probioticos-microbiota-flora-intestinal-cuando-152_2283999/ https://elpais.com/elpais/2019/09/11/buena-vida/1568217937_004659.html |
| Portales especializados en salud | Publica información sobre alimentación y salud | https://www.tuasaude.com/es/que-son-los-probioticos/ https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2004/02/15/alimentos-prebioticos-mejoran-salud-gastrointestinal-3536.html |

| | | |
|--|---|--|
| Profesionales | Pertene- ciente a organiza- ciones profesio- nales, profesio- nales de la salud con consulta propia o clínicas | https://www.mayoclinic.org/es-es/prebiotics-probiotics-and-your-health/art-20390058 https://www.vidapotencial.com/beneficios-kefir/ |
| Gobierno | Pertene- ciente a una entidad guberna- mental | https://medicaments.gencat.cat/ca/professionals/cedimcat/documents-divulgatiu-del-cedimcat/beneficis-dels-probiotics/ |
| Organiza- ciones no profesiona- les | Organiza- ciones sin ánimo de lucro (ONG, fundacio- nes, etc.) | https://www.ainia.es/ainia-news/probioticos-prebioticos-que-son-para-que-sirven/ https://lactosa.org/los-7-beneficios-del-kefir/ |
| Revistas académicas | Webs o publica- ciones de revistas científicas | http://www.aulamedica.es/nh/pdf/8715.pdf https://www.elsevier.es/es-revista-gastroenterologia-hepatologia-14-articulo-probioticos-prebioticos-salud-enfermedad-del-13043249 |

| | | |
|-------|---|--|
| Otros | Páginas web que no encajan en las categorías anteriores (blogs, etc.) | https://blog.cheapism.com/es/beneficios-de-los-probioticos/ https://www.bonviveur.es/gastroteca/que-es-el-kefir |
|-------|---|--|

Anexo 6. Lista completa con los 133 mensajes de salud diferentes encontrados en las páginas web sobre probióticos, yogur, kéfir, kombucha, fibra y prebióticos

Esta información forma parte del material suplementario de la tercera publicación de la tesis y se puede acceder a ella a través del repositorio digital en línea abierto Figshare: <http://ow.ly/KuQm50L7jcb>

Anexo 7. Resultados de la concordancia entre los dos evaluadores que participaron en el análisis de calidad de las páginas web

Estos resultados son parte del material suplementario de la tercera publicación de la tesis y están disponibles a través del repositorio digital en línea abierto Figshare: <http://ow.ly/JvHX50L7jhX>