



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EL USO DE PROBIÓTICOS PARA LA PREVENCIÓN DE
CARIES EN NIÑOS.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

LAURA YOLANDA TRUJILLO MÉNDEZ

TUTOR: Esp. ALEJANDRO HINOJOSA AGUIRRE

ASESOR: Esp. FIDEL FLORES GERÓNIMO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por darme la vida, salud y amor; por ser mi guía y mi fortaleza en todo momento, y por permitirme llegar a donde estoy.

A mi mamá **Norma Leticia** por ser el mejor ejemplo de amiga, hija y madre que puedo tener, por tu apoyo incondicional y el esfuerzo que haces día a día, por darnos lo mejor a tus hijos, porque siempre estas a mi lado en todo momento y me has enseñado a ser una persona de bien y a vivir la vida de la mejor manera, por quererme tanto y darme el hogar y la familia que tengo, y porque gracias a ti soy lo que soy... GRACIAS!!! TE AMO MAMÍ

A mi papá **Raúl** por estar a mi lado a lo largo de estos años, por quererme y apoyarme. Gracias por tus esfuerzos y por lo que me has enseñado a lo largo de la vida, por guiarme, confiar en mí y ayudarme a realizar mis sueños. TE AMO PAPÍ.

A mis hermanos **Raúl, Diana y Lalo** porque siempre cuento con ustedes; por sus consejos y amor, por los momentos de alegría que hemos compartido, y porque han sido mis mejores compañeros durante estos años... LOS QUIERO MUCHO y son el regalo más grande que me han dado mis papás.

A mi abue **Yoli** por querer y cuidar de sus nietos, por darme el ejemplo de ser una mujer trabajadora y responsable. Por ser un pilar enorme en nuestra familia!!! TE QUIERO MUCHÍSIMO ABUE.

A todos los que conforman **mi familia** gracias por estar a mi lado y ser parte de mi vida.

A mi tutor, **Esp. Alejandro Hinojosa Aguirre** por su apoyo, esfuerzo y confianza en este proyecto, por brindarme la oportunidad y el honor de llevarlo a cabo con usted.

A mi asesor **Esp. Fidel Flores Gerónimo** por su dedicación, apoyo y asesoría incondicional para concluir satisfactoriamente este trabajo, por sus consejos y enseñanzas que me dejó como profesor y amigo.

A **Elsa y Paola** por ser mis mejores amigas, por el cariño que siempre me han brindado, por sus consejos y apoyo en todo momento, por todas las experiencias que hemos compartido y pasado juntas, y permitirme crecer al lado de ustedes, las quiero mucho!!!

A **Gaby** por brindarme tu amistad y compañerismo a lo largo de la carrera, por ser el gran ser humano que eres y por todo lo que hemos vivido y aprendido juntas, porque contigo disfruté al máximo estos años, te quiero muchísimo!!!

A **Mary, Pau, Lau y Tanny** por haber sido un gran apoyo a lo largo de la carrera, por su valiosa amistad, su comprensión, compañía y todas las experiencias que pasamos juntas. Agradezco infinitamente el haberlas conocido, las quiero.

A todos mis **profesores** gracias por todo el tiempo, conocimiento y experiencias que compartieron conmigo, por todo el esfuerzo, dedicación y entrega que invierten para prepararnos como profesionistas. Muchas gracias a todos.

A la **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO** por abrirme las puertas y darme el privilegio de estudiar en sus aulas; ha sido un honor pertenecer a la máxima casa de estudios de este país.

“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y DEFINICIONES	7
1.1. Panorama mundial de los alimentos funcionales	11
2. MICROORGANISMOS PROBIÓTICOS	14
2.1. Bacterias ácido lácticas (BAL)	17
2.1.1. Lactobacilos	18
2.1.2. Bifidobacterias	20
2.1.3. Bacteriocinas	21
2.2. Características de un probiótico	22
2.3. Clasificación e identificación de las distintas cepas probióticas	23
2.4. Guías para la evaluación de los probióticos	24
2.5. Prebióticos y simbióticos	26
2.6. Tipos de probióticos	29
2.7. Productos probióticos, postulados sobre la salud y comercio	30
2.8. Mecanismos de acción	34
3. IMPORTANCIA CLÍNICA DE LOS PROBIÓTICOS	37
3.1. Uso de los probióticos contra enfermedades	37
3.2. Beneficios de los probióticos en la leche materna	41
4. LOS PROBIÓTICOS EN LA SALUD ORAL EN NIÑOS	44
4.1. Caries dental y ecología bucal	44
4.2. Uso de probióticos para la prevención de caries	48
CONCLUSIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	55

INTRODUCCIÓN

Los probióticos son microorganismos que, administrados en cantidades adecuadas, brindan un beneficio en la salud del huésped. Esta palabra se deriva de dos vocablos: del latín -pro- que significa por o en favor de, y el griego -bios- que quiere decir vida.

Tradicionalmente los probióticos han sido usados para tratar enfermedades relacionadas con el tracto gastrointestinal. Sin embargo, en principio, cualquier parte del cuerpo que albergue microflora normal puede ser un blanco potencial para probióticos específicos.

La cavidad bucal tiene una microflora con una complejidad similar a la del tracto gastrointestinal. En ella muchos de los miembros de la microflora normal tienen un efecto perjudicial sobre el huésped, que causa caries dentales o enfermedad periodontal.

Presumiblemente la administración oral de probióticos puede beneficiar la salud bucal previniendo el crecimiento de la microbiota nociva o modulando la inmunidad de la mucosa en la cavidad oral.

Las caries dentales, son causadas por una bacteria llamada *Streptococcus mutans*. Esta bacteria vive en la boca y prospera sobre el azúcar y otros carbohidratos. En la presencia de carbohidratos, el *Streptococcus mutans* produce ácidos que disuelven el esmalte de los órganos dentarios, causando caries.

Los estudios de los potenciales probióticos orales se han enfocado en la prevención de la caries, ya que a pesar del empleo de flúor y de otros métodos preventivos, la caries dental continúa siendo una de las enfermedades orales que afecta a la gran mayoría de la población mundial, especialmente siendo los niños los más afectados. Dichos estudios, buscan



la posibilidad de controlar a los microorganismos orales patógenos a través de la bacterioterapia con el uso de probióticos.

Actualmente, la mayor parte de las bacterias usadas como probióticos en productos comerciales, pertenecen a las bacterias lácticas (bacterias que usan carbohidratos como fuente de carbono y producen ácido láctico como producto final) de manera específica *Lactobacillus* y *Bifidobacteria*.

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y DEFINICIONES

Existe una larga historia relacionada con la presencia de microorganismos vivos en los alimentos; es interesante recordar que desde Hipócrates en el siglo IV a. C., cuando no existía un término para designar ciertos alimentos que ejercían una función beneficiosa sobre el organismo, ya se tenía conciencia de cómo, mientras algunos alimentos tenían efectos perjudiciales sobre la salud a corto o medio plazo, otros eran potencialmente beneficiosos.

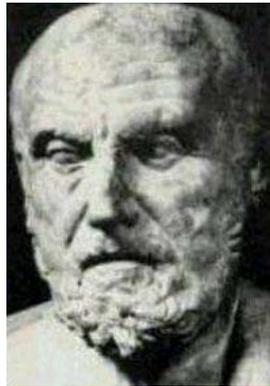


Fig. 1. Hipócrates

Fuente: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/humores.htm>

En el año 76 a. C. el historiador romano Plinio, recomendaba la administración de leche fermentada para el tratamiento de la gastroenteritis.^{1,2}

¹ Aranceta J, Gil A. Alimentos funcionales y salud en las etapas infantil y juvenil. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2010. Pp. 1-2

² Duque de Estrada Riverón J, Hidalgo-Gato Fuentes I, Díaz Martell Y. Microorganismos probióticos en la prevención de caries dentales. MediSur 2010; 8(5):65-70

A todo ingrediente o suplemento alimentario que aporta un beneficio funcional adicional específico (fisiológico o psicológico) a su valor nutricional básico, se le conoce como alimento funcional.³

El concepto de alimentos funcionales nace en Japón en los años 80's, cuando las autoridades japonesas tomaron conciencia de que para controlar los gastos de salud era necesario desarrollar alimentos que mejoraran la calidad de vida de la población. Desde entonces, la demanda de este tipo de alimentación ha crecido espectacularmente, siendo además un negocio interesante para la industria alimentaria.⁴ Los probióticos son, tal vez, el ejemplo mejor caracterizado y más estudiado de alimentos funcionales.

La primera publicación de probióticos es de hace más de 120 años y sorprende que en tanto tiempo exista tan pocas pruebas científicas de su efecto beneficioso.^{5,6}

A principios del siglo XX, el biólogo ruso y premio Nobel (en 1908) Elie Metchnikoff, quien trabajó en el Instituto Pasteur de Paris, enunció por primera vez una sugestiva teoría en la que postulaba una correlación entre la longevidad de algunos pueblos balcánicos y el constante consumo de leche fermentada que contenía lactobacilos vivos, una versión del conocido yogurt. Metchnikoff sostenía que la incorporación de estas bacterias producía una disminución de las producciones de toxinas en el intestino, que contribuía así al saludable estado de la población; así también, utilizó el término bioterapia, para nombrar el uso de los probióticos en medicina.^{7,8}

³ Ortega RM, Marcos A, Aranceta J, Mateos JA, Requejo AM, Serra L. Alimentos funcionales. Probióticos. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2002. Pp. 1-2

⁴ Aranceta J, Gil A. Ob. cit. Pp. 1-2

⁵ Ortega RM, Marcos A, Aranceta J, Mateos JA, Requejo AM, Serra L. Ob. cit. Pp. 2

⁶ Gil Hernández A. Tratado de nutrición: Tomo IV Nutrición Clínica. 2ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana. 2010. Pp. 331

⁷ Duque de Estrada Riverón J, Hidalgo-Gato Fuentes I, Díaz Martell Y. Art. cit. Pp. 66.

⁸ Shantanu Ch, Vidyasagar M, Sneha S, Namrata P. Probiotic way of dental caries prevention. IJCD January 2011; 2(1): 59-64

Al mismo tiempo, el pediatra francés Henry Tissier observó que los niños con diarrea tenían en sus heces un escaso número de bacterias caracterizadas por una morfología peculiar en forma de “Y”. Estas bacterias “bífidas” eran, por el contrario, abundantes en los niños sanos. Sugirió la posibilidad de administrar estas bacterias a pacientes con diarrea para facilitar el restablecimiento de una flora intestinal sana.

Las obras de Metchnikoff y Tissier fueron las primeras en las que se hicieron propuestas científicas con respecto a la utilización probiótica de bacterias, aún cuando la palabra “probiótico” no se acuñó hasta años después.⁹

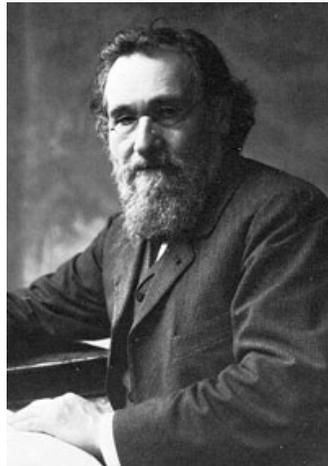


Fig. 2. Elie Metchnikoff

Fuente: <http://www.historiadelamedicina.org/metchnikoff.html>

En 1965 Lilly y Stillwell utilizaron por primera vez el término probiótico, para nombrar a los productos de la fermentación gástrica. Ellos propusieron el término probiótico como un antónimo del término antibiótico, fueron los primeros que los describieron como ciertos microorganismos vivos no patógenos que incluían alguna flora bacteriana, la cual tiene un efecto

⁹ FAO. Probióticos en los alimentos. Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación. Estudio FAO Alimentación y Nutrición. 2006; 85: 1-46

benéfico en la salud del huésped y en la prevención de la enfermedad y/o sirven como tratamiento. Sin embargo, el concepto, que parecía adecuado, no era totalmente correcto, ya que probióticos son todas las sustancias de carácter nutritivo y no solo determinados microorganismos. Parker fue el primero en usar “probiótico” para describir a los organismos y sustancias que contribuyen al equilibrio intestinal.

En 1989, Fuller intentó mejorar la definición hecha por Parker, y definió “probiótico” como cualquier suplemento alimenticio vivo que beneficia al huésped mediante la mejora de su equilibrio microbiano intestinal.

Desde entonces, la definición ha evolucionado notablemente, y debido al aumento de investigaciones en las ciencias básicas y estudios clínicos, la Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO – Food and Agriculture Organization) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) definieron el término probiótico como *“microorganismos vivos, los cuales, cuando son consumidos en cantidades adecuadas como parte de los alimentos, brindan un beneficio en la salud del huésped”*.

Las primeras especies de probióticos introducidas en las investigaciones fueron: el *Lactobacillus acidophilus* por Hull y col. (1984) y el *Bifidobacterium bifidum* por Holcomb y col. (1991).^{10,11}

Actualmente, ha crecido el interés por los alimentos con microorganismos benéficos para la salud, y más concretamente por los productos lácticos fermentados. Las bacterias lácticas (BL) han estado presentes en la alimentación del hombre desde hace siglos ya que se

¹⁰ Muñoz Salas K, Alarcón Palacios M. Efecto de los probióticos en las condiciones periodontales. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral. 2010; 3(3):136-139.

¹¹ Amores R, Calvo A, Maestre JR, Martínez Hernández D. Probióticos. Rev. Esp. Quimioterap. 2004; 17(2):131-139.

encuentran en productos de leche fermentada como yogurt, quesos madurados, productos cárnicos y algunas hortalizas (Paloul, 2000).¹²

1.1. PANORAMA MUNDIAL DE LOS ALIMENTOS FUNCIONALES

En las últimas décadas, la industria alimentaria ha ido cambiando y adaptándose a los tiempos, pasando del objetivo de asegurar la productividad (década de los 70's) o la calidad (80's) o la seguridad alimentaria (90's), al actual objetivo de asegurar la salud y promoverla.¹³

El desarrollo tecnológico y los avances científicos han permitido esclarecer los efectos benéficos a la salud generados por el consumo de algunos alimentos, creando expectativas para una mejor calidad de vida. El consecuente crecimiento de la producción, mercado y consumo de los alimentos funcionales crea nuevas alternativas económicas y empresariales, que para muchos países pueden constituir además de la generación de divisas, una excelente alternativa para mejorar la salud de su gente.

- Asia: En 1984 el Ministerio de Educación, Ciencia y Cultura Japonés (MESC) inicia un proyecto de análisis sistemático y desarrollo de alimentos funcionales, que relaciona el consumo de algunos alimentos o componentes alimenticios con efectos beneficiosos para la salud. En 1991, Japón legaliza la comercialización de alimentos con propiedades saludables colocándolos bajo la denominación de "FOSHU" (Food for Specified Health Use). El primer alimento FOSHU correspondió a una especie de arroz de consumo masivo, en el que se eliminó por hidrólisis enzimática una proteína causante de alergia

¹² Varo Lizeldi B, Luna Escalona DJ, Quiñónez Ramírez EI, Vázquez Salinas C. Probióticos ¡Una alternativa para la salud!. Revista Digital Universitaria. 2005; 6(4): 1-6.

¹³ Aranceta J, Gil A. Ob. cit. Pp. 2.

cutánea, obteniéndose un nuevo producto inmunológicamente seguro y saludable. La legislación japonesa exige para cada uno de los alimentos FOSHU realizar una detallada comprobación científica de sus interacciones fisiológicas y efectos beneficiosos para la salud que incluye pruebas clínicas, garantía de seguridad de consumo y determinaciones analíticas de la efectividad de sus componentes.

- Europa: Durante la década de los 90's, se desarrolló un importante número de proyectos de investigación en el área de alimentos y nutrición, temas como fibras alimentarias, probióticos y prebióticos, han sido estudiados para valorar el impacto de su consumo habitual en la salud humana.

Se creó una comisión para la investigación sobre alimentos funcionales en Europa, la FUFOSE (Functional Food Science in Europe), conformada por investigadores en áreas de nutrición y salud bajo la coordinación del ILSI (International Life Sciences Institute). La función de la comisión es definir el desarrollo científico de los alimentos funcionales, la creación de nuevos productos y la verificación científica de sus efectos benéficos para la salud.

Actualmente, en el mercado español hay más de 200 alimentos denominados funcionales. En su mayoría son zumos, alimentos infantiles, leches y yogures, y una fracción muy importante de éstos incluye probióticos.^{14,15}

- Norteamérica: Tradicionalmente ha existido interés científico por la relación entre la alimentación y la prevención de ciertas enfermedades presentes en la población. Aunque la legislación Americana no incluye

¹⁴ Sarmiento Rubano LA. Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. Redalyc. 2006; 10(1): 16-23.

¹⁵ Sanz Y, Dalmau J. Los probióticos en el marco de la nueva normativa europea que regula los alimentos funcionales. Acta Pediatr Esp. 2008; 66(1): 27-31.

una definición de “alimentos funcionales”, para las entidades encargadas de la regulación alimentaria la palabra “funcional” implica un alimento que posee propiedades que generan beneficios para la salud o reducen el riesgo de enfermedad.

La FDA clasifica algunas categorías de alimentos con propiedades adicionales que incluyen alimentos convencionales, aditivos alimenticios, suplementos dietéticos, alimentos medicados o alimentos para uso en dietas especiales, la categoría usada para definir un alimento o componente funcional específico, depende de su forma de elaboración y los parámetros de comercialización.

Existe un importante potencial de conocimientos sobre alimentos y componentes alimenticios con propiedades funcionales, que junto con los avances en genómica humana y vegetal, permitirán en un futuro, comprender mejor las interacciones entre nutrientes y células del organismo, permitiendo el uso de la manipulación genética en beneficio de la salud y la reducción de riesgo de enfermedad.

- América Latina: El conocimiento de los alimentos funcionales es relativamente reciente, en algunas ciudades las autoridades sanitarias reconocen legalmente las propiedades saludables de determinados alimentos, es el caso de las bebidas energéticas y leches fermentadas con microorganismos de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Sólo Brasil posee una regulación en la que se define como funcional un componente alimenticio nutritivo o no, que puede producir efectos benéficos para la salud, diferentes de la nutrición básica cuando forman parte de una dieta normal sin ser un medicamento.¹⁶

¹⁶ Sarmiento Rubano LA. Art. cit. Pp. 19-20.

2. MICROORGANISMOS PROBIÓTICOS

Los probióticos son microbios vivos que pueden incluirse en la preparación de una amplia gama de productos, incluyendo alimentos, medicamentos y suplementos dietéticos. Las especies de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son las más usadas comúnmente como probióticos, pero la levadura *Saccharomyces* y algunas especies de *E. coli* y *Bacillus* también son utilizados como probióticos. Las bacterias de ácido láctico (LAB), entre las que se encuentra la especie *Lactobacillus*, han sido utilizadas para la conservación de alimentos mediante fermentación durante miles de años; pueden ejercer una función doble, actuando como agentes fermentadores de alimentos, pudiendo además generar efectos beneficiosos a la salud. En términos estrictos, sin embargo, el término “probiótico” debe reservarse para los microbios vivos que han demostrado en estudios humanos controlados producir un beneficio a la salud. La fermentación de alimentos brinda perfiles de sabor característicos y reduce el pH, lo que impide la contaminación provocada por posibles patógenos. La fermentación se utiliza a nivel mundial para el mantenimiento de una gama de materiales agrícolas sin procesar (cereales, raíces, tubérculos, frutas y hortalizas, leche, carne, pescado, etc.).¹⁷

¹⁷ Guarner F, Khan AG, Garisch J, Eliakim R, Gangl A, Thomson A, Krabshuis J, Le Mair T, Kaufmann P, Andres de Paula J, Fedorak R, Shanahan F, Sanders ME, Szajewska H. Probióticos y prebióticos. Organización Mundial de Gastroenterología. Guías prácticas de la OMGE. 2008; 1-22.



Fig. 3. Ejemplo de alimentos probióticos

Fuente: http://www.bionatural.es/2010/09/beneficios-alimentos-probioticos-salud_22.html

Cada humano vive en asociación con una gran cantidad de microorganismos presentes en la superficie de los epitelios de la piel y mucosas de los diferentes tractos (digestivo, respiratorio, genitourinario), un microecosistema, donde debe existir un balance entre microorganismos “buenos” (benéficos) y microorganismos perjudiciales (patógenos). La pérdida del balance entre las especies de bacterias benéficas y perjudiciales propicia la enfermedad.

Este microecosistema puede ser modificado e influenciado por el tipo de alimentos consumidos, la administración enteral o parenteral de agentes quimioterapéuticos, como los antibióticos, quimioterapia y radioterapia oncológica. La modificación puede ser, tanto cuantitativamente, como cualitativamente, es decir puede disminuir la cantidad de todas o algunas cepas o incluso desaparecer algunas y aumentar otras. Por el contrario, la ingesta de bacterias que normalmente forman parte de este sistema y son benéficas y necesarias para el organismo, es decir probióticos, constituye una opción profiláctica y terapéutica contra la enfermedad.¹⁸

¹⁸ Reyes Esparza JA, Rodríguez Frago L. ¿Qué sabe Ud. acerca de... los probióticos?. Redalyc. 2010; 41(1): 60-63.

Las principales especies con actividad probiótica y terapéutica que se están utilizando y que mejor se conocen son: los lactobacilos, entre los cuales se destacan la cepa G.G. aislada por los suecos Gorbach y Goldin en 1991, el Lactobacilo casei aislado por científicos del Centro de Referencia para Lactobacilos de Tucumán, Argentina, Lactobacilos acidófilos, algunos estreptococos y las Bifidobacterias.¹⁹

Tabla 1. Microorganismos usados en productos probióticos.

Lactobacilos
<i>Lactobacillus acidophilus</i> spp.; <i>L. acidophilus</i> LA-1 <i>L. casei</i> spp.; <i>L. rhamnosus</i> GG <i>L. reuteri</i> <i>L. delbrueckii</i> subsp. bulgaricus <i>L. plantarum</i> spp.; <i>L. plantarum</i> 299V <i>L. fermentum</i> KLD <i>L. johnsonii</i>
Bifidobacterias
<i>Bifidobacterium bifidum</i> <i>B. breve</i> <i>B. infantis</i> <i>B. longum</i>
Otras bacterias
<i>Enterococcus faecium</i> <i>Escherichia coli</i> Nissle 1917 <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>
Levaduras
<i>Saccharomyces boulardii</i>

(Shortt, 1999; Santosa et al, 2006; Zuccotti et al, 2008)

¹⁹ Duque de Estrada Riverón J, Hidalgo-Gato Fuentes I, Díaz Martell Y. Art. cit. Pp. 67.

2.1. BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS (BAL)

Durante las últimas décadas y como ya se mencionó anteriormente, las investigaciones sobre los microorganismos probióticos han estado dirigidas fundamentalmente a las bacterias lácticas (lactobacilos y bifidobacterias). En esto han influido razones de tipo histórico, pues estos microorganismos forman parte de la dieta humana desde hace cientos de años.²⁰

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son un grupo de microorganismos representados por varios géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común. En general las BAL son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerófilicos o aerotolerantes; oxidasa, catalasa y benzidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos. Además, las BAL son ácido tolerantes pudiendo crecer algunas a valores de pH tan bajos como 3.2, otras a valores tan altos como 9.6, y la mayoría crece a pH entre 4 y 4.5, permitiéndoles sobrevivir naturalmente en medios donde otras bacterias no aguantarían la aumentada actividad producida por los ácidos orgánicos.

Las BAL están ampliamente distribuidas en la naturaleza y han sido aisladas de diversos alimentos, tierra, plantas verdes, así como también del tracto digestivo y vagina de mamíferos, entre otras fuentes. Para su multiplicación requieren de azúcares como glucosa y lactosa, además de aminoácidos, vitaminas y otros factores de crecimiento. La leche es el medio típico y satisfactorio para la proliferación de las BAL. Sin embargo, otros alimentos son también excelentes medios de crecimiento y producción de metabolitos de bacterias lácticas, entre ellos se encuentran las masas de

²⁰ Prats Capote A. Probióticos: una alternativa natural como promotores de salud. Revista CENIC Ciencias Biológicas. 2007; 38(1): 49-53.

cereales, los vegetales y la carne. Por lo tanto, estos microorganismos son generalmente utilizados como cultivos iniciadores en la elaboración y conservación de productos lácteos, tales como leche acidificada, yogurt, mantequilla, crema y quesos; así como también en el procesamiento de carnes, bebidas alcohólicas y vegetales.

La clasificación de las BAL en géneros diferentes es basada en principio en la morfología, modo de fermentación de la glucosa (homofermentativas y heterofermentativas), el crecimiento a diferentes temperaturas, la configuración del ácido láctico producido, habilidad para crecer a alta concentración de sal y tolerancia ácida o alcalina. En la naturaleza existen los siguientes géneros: *Aerococcus*, *Alloinococcus*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Globicatella*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* y *Weisella*. Sin embargo, los géneros más representativos son: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Pediococcus*, *Streptococcus* y *Leuconostoc*.²¹

2.1.1. LACTOBACILOS

Los lactobacilos son bacterias Gram positivas, anaerobias o aerobias facultativas, que aparecen en grandes cantidades en la mayor parte del tracto gastrointestinal. Su utilización como probióticos viene dada por su influencia en la microflora intestinal y su antagonismo con las bacterias patógenas.

Los lactobacilos son capaces de generar y soportar pH bajos. Producen, fundamentalmente, los ácidos acético y láctico, los cuales

²¹ Ramírez Ramírez JC, Rosas Ulloa P, Velázquez González MY, Armando Ulloa J, Arce Romero F. Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Revista Fuente. 2011; 2(7): 1-16.

influyen en el control del establecimiento de muchos microorganismos patógenos. Una característica de este género es que producen unas sustancias antimicrobianas conocidas como bacteriocinas, aunque aún no está establecida claramente su acción específica sobre el hospedero. Estas bacterias son capaces, además, de modificar el potencial de óxido-reducción, generando ambientes anaeróbicos, mediante la producción de metabolitos, que reprimen el establecimiento de bacterias patógenas que requieren oxígeno.

Los lactobacilos influyen en el mejoramiento del ambiente intestinal, ya que producen sustancias tales como aminos, amoníaco, compuestos fenólicos, peróxido de hidrógeno y, en el caso de cepas de *L. acidophilus*, algunos péptidos que intervienen como inhibidores del crecimiento, que regulan las actividades de otros microorganismos.²²

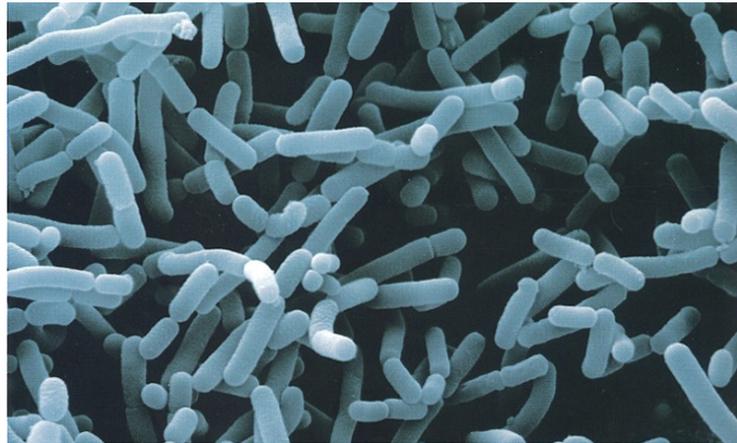


Fig. 4. Lactobacillus LA-1

Fuente: <http://www.pediatraldia.cl/creces1.html>

²² Prats Capote A. Art. cit. Pp. 50.

2.1.2. BIFIDOBACTERIAS

Las bifidobacterias, por su parte, son bacterias anaerobias Gram positivas, que habitan principalmente en el intestino delgado, tanto de los humanos, como de los demás animales. Representan uno de los mayores grupos de bacterias intestinales; actualmente se reconocen 25 especies.

Un elevado número de bifidobacterias en el colon favorece significativamente la salud humana, ya que contribuyen a prevenir la colonización de patógenos, pueden influir positivamente sobre la peristalsis intestinal, el síndrome inmune, la prevención del cáncer, el metabolismo del colesterol y de los carbohidratos en el colon. Estas bacterias se utilizan principalmente como aditivos en productos lácteos.²³



Fig. 5. Bifidobacterium infantis

Fuente: http://www.protexin.com/userfiles/file/the_use_of_probiotics_in_children_-_ian_williams.pdf

²³ Ib. Pp. 51.

2.1.3. BACTERIOCINAS

Las bacteriocinas son sustancias peptídicas biológicamente activas, con actividad antimicrobiana producida por síntesis ribosomal y son segregadas por un gran número de bacterias para inhibir el crecimiento de otros microorganismos competidores. Estas sustancias con frecuencia actúan frente a las bacterias más estrechamente relacionadas. Sin embargo, estudios recientes afirman que también pueden actuar frente a otras especies bacterianas, hongos y algunos parásitos.

Las bacteriocinas producidas por diferentes bacterias probióticas pueden servir como barreras antimicrobianas y ayudar a reducir los niveles de microorganismos patógenos. Existen numerosas bacteriocinas y cada una tiene espectros de inhibición particulares, esta característica es aprovechada para la manipulación de poblaciones bacterianas a nivel de tracto digestivo con el fin de excluir patógenos, mejorar la digestión e incrementar la actividad inmunológica.

En la naturaleza existe una enorme diversidad de bacteriocinas que han sido encontradas en casi todas las especies bacterianas examinadas hasta la fecha, y aún dentro de una especie podrían producirse diferentes tipos de bacteriocinas. Se piensa que el 99% de las bacterias pueden producir cuando menos una bacteriocina, y la única razón de que no se hayan aislado es debido a que han sido muy poco estudiadas.

La primera descripción relacionada con las bacteriocinas se publicó hace más de 80 años, cuando se descubrió un antagonismo entre cepas de *Escherichia coli*. Originalmente, estas sustancias se llamaron colicinas.^{24,25}

²⁴ Dolz MC. Bacteriocinas de probióticos. Nuevos enfoques bioterapéuticos: PINHE. Nutr. clin. diet. hosp. 2008; 28(3): 20-37.

²⁵ Monroy Dosta MC, Castro Barrera T, Fernández Perrino FJ, Mayorga Reyes L. Bacteriocinas producidas por bacterias probióticas. ContactoS. 2009; 73(1): 63-72.

Algunas bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas tal como la Nisina, inhiben no solamente a bacterias genéricamente muy relacionadas, sino también a patógenos de alimentos como *Listeria monocytogenes* (causante de la listeriosis) o de bacterias que esporulan (producen esporas) como *Clostridium*.²⁶

2.2. CARACTERÍSTICAS DE UN PROBIÓTICO

Un probiótico es un producto que contiene un número suficiente de microorganismos vivos con un efecto beneficioso sobre la salud, a través de una alteración positiva de la microbiota por colonización del intestino.

Encontrar microorganismos verdaderamente activos, vitales y eficaces lleva muchos años de investigación; y precisamente con el fin de encontrar bacterias cada vez más seguras y eficaces, en los últimos años se han llevado a cabo una serie de proyectos de investigación, algunos financiados por la Comunidad Europea y otros por sociedades privadas, que apuntan a definir las características y propiedades que deben tener las bacterias probióticas.

Particularmente para que un organismo sea definido como probiótico debe reunir las siguientes características como:^{27,28}

- Ser habitante normal del tracto gastrointestinal humano.
- No ser patógeno, ni tóxico.
- Tener un tiempo corto de reproducción.

²⁶ Barboza Corona JE, Vázquez Acosta H, Salcedo Hernández R, Bautista Justo M. Probióticos y conservadores naturales en alimentos. Redalyc. 2004; 14(3): 32-38.

²⁷ Castro LA, De Rovetto C. Probióticos: utilidad clínica. Redalyc. 2006; 37(4): 308-314.

²⁸ Cabrera Cao Y, Fdragas Fernández A. Probióticos y salud: una reflexión necesaria. Rev Cubana Med Gen Integr. 2005; 21(3-4): 1-8.

- Ser estables al contacto con bilis, ácido, enzimas y oxígeno.
- Tener habilidad para adherirse a la mucosa intestinal.
- Mostrar potencial de colonización en el tracto gastrointestinal humano.
- Producir sustancias antimicrobianas.²⁹

2.3. CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LAS DISTINTAS CEPAS PROBIÓTICAS

La clasificación es la ordenación de los organismos en grupos taxonómicos (taxones) basados en semejanzas o relaciones. La nomenclatura es la asignación de nombres a los grupos taxonómicos con arreglo a unas normas. La identificación es el proceso por el que se determina que una nueva cepa aislada pertenece a uno de los taxones establecidos a los que se ha asignado un nombre.

Por lo tanto, se recomendó que se asignaran nombres a los probióticos de conformidad con el Código Internacional de Nomenclatura para asegurar la comprensión a nivel internacional; con ello, las cepas probióticas se depositaran en una colección de cultivos reconocida internacionalmente.

Dado que las propiedades probióticas están relacionadas con las cepas, se propone que la identificación de las cepas (tipificación genética) se lleve a cabo utilizando métodos tales como la electroforesis en gel de campo pulsado (PFGE). Se recomienda que se realicen primero ensayos fenotípicos, seguidos de la identificación genética mediante métodos tales como la hibridación de ADN, la determinación de secuencias del ARN 16S u

²⁹ Figueroa I, Gómez Ruíz L, García Garibay M, Cruz Guerrero A. El beneficio de los probióticos. Industria Alimentaria. Alfa Editores. Departamento de Biotecnología. 2006; 22-27.

otros métodos reconocidos internacionalmente. En el segundo de los casos, debería utilizarse el proyecto de base de datos ribosómica (RDP) para confirmar la identidad.³⁰

2.4. GUÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PROBIÓTICOS

En octubre de 2001 y mayo de 2002, expertos pertenecientes a la FAO y la OMS se reunieron con el objeto de establecer unas recomendaciones para la evaluación de los probióticos en los alimentos o productos prescritos o recomendados por el médico, con lo cual avalan que son seguros y efectivos para garantizar su aplicación en infecciones, enfermedades alérgicas e inflamatorias. El informe comprende los siguientes puntos:³¹

- 1. Identificación de la cepa.** Identificar por métodos que incluyan técnicas moleculares aceptadas internacionalmente para establecer el fenotipo y genotipo, género y especie de acuerdo con el Código Internacional de Nomenclatura y depositarse en una colección de cultivos internacionales.
- 2. Caracterización biológica.** Demostrar el efecto beneficioso de los microorganismos a través de pruebas *in vitro*, determinando las características de adhesión, producción de bacteriocinas, ácido láctico, peróxido de hidrógeno y la habilidad para inhibir la adherencia de patógenos, consideradas importantes para conferir el efecto probiótico. También, ensayos *in vivo* en modelos animales

³⁰ FAO. Art. cit. Pp. 5.

³¹ López Brea M, Domingo D. Antibioticoterapia con probióticos. Rev Esp Quimioterap. 2007; 20(2): 170-181.



para caracterizar los organismos así como conocer los mecanismos potenciales de acción.

3. **Seguridad.** La FAO y la OMS recomiendan que las cepas probióticas incluyan una serie de pruebas como patrones de resistencia a los antibióticos, actividad metabólica, producción de toxinas, actividad hemolítica, infectividad en modelos animales inmunocomprometidos y efectos adversos en el consumidor.
4. **Eficacia.** Comprobar en estudios clínicos el efecto esperado del probiótico en humanos.
5. **Especificaciones.** Definir en la etiqueta o documento las características del producto como género y especie de la cepa, concentración del microorganismo, condiciones de almacenamiento y el efecto beneficioso específico.³²

³² Castro LA, De Rovetto C. Art. cit. Pp. 312-313.

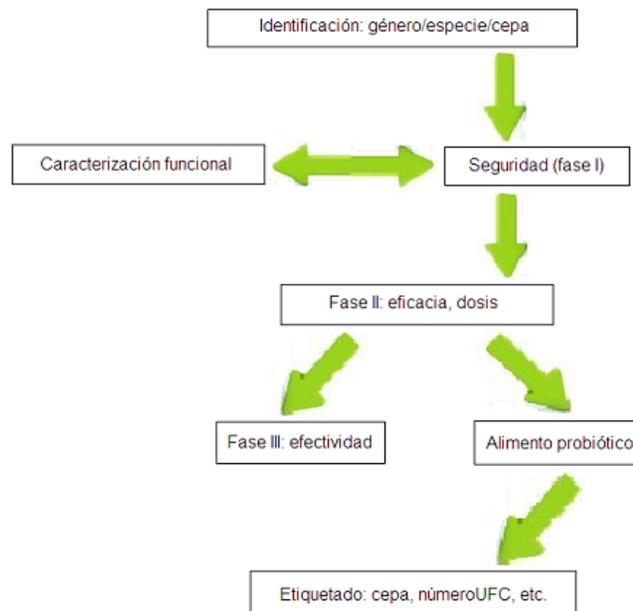


Fig. 6. Recomendaciones de la OMS y la FAO para la comercialización de probióticos.

Fuente: http://www.seq.es/seq/0214-3429/20/2/lopez_brea_revision1.pdf

2.5. PREBIÓTICOS Y SIMBIÓTICOS

No debe confundirse el término probiótico con los términos prebiótico y simbiótico. Si bien, están muy relacionados y van de la mano, aun así, es muy importante diferenciar cada concepto.

El término “prebiótico” se refiere a: “un ingrediente alimentario no digerible que afecta beneficiosamente al huésped mediante la estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de un número limitado de bacterias en el colon”. Son estables en pH ácidos y a una temperatura de 140°C.^{33,34}

³³ Vitoria Miñana I. Probióticos, prebióticos y simbióticos. *Pediatr Integral*. 2011; 15(5): 446-455.

³⁴ Montijo Barrios E, Bacarreza Nogales D, Díaz Madero S, Cervantes Bustamante R, Mata Rivera N, Zárate Mondragón F, García Campos M, López Portillo L, Ramírez Mayans J. Utilidad de los probióticos en pediatría. *Revista de enfermedades infecciosas en pediatría*. 2008; 22(85): 24-31.

Los requisitos que debe cumplir un componente alimenticio para ser considerado como prebiótico son:

1. No debe sufrir absorción o hidrólisis en la parte superior del tracto gastrointestinal.
2. Debe ser fermentado en grado variable por las bacterias del colon.
3. Tiene que ser un sustrato selectivo para una o varias bacterias comensales beneficiosas, de modo que, aumenten su crecimiento de forma selectiva y alteren la flora hacia una composición más saludable.
4. Han de inducir efectos sistémicos o lumbinales positivos para la salud del huésped a través de la producción de energía, sustratos metabólicos y micronutrientes útiles.

Los prebióticos aplicados en nutrición son, básicamente: inulina, fructooligosacáridos (FOS) y galactooligosacáridos (GOS). Para el lactante, el suministro natural de oligosacáridos es la leche materna y, en las demás edades, la fuente dietética natural de FOS son algunos vegetales, como las cebollas y los espárragos. Todos estos ingredientes sufren la fermentación bacteriana en el colon, suministrando energía y nutrientes para la proliferación de lactobacilos y bifidobacterias y para el crecimiento de la propia mucosa intestinal.

La autora Manuela Silveira Rodríguez y col. en un artículo publicado en 2003, describe a los prebióticos como el sustrato trófico del probiótico.^{35,36}

Los simbióticos se definen como “una mezcla de probióticos y prebióticos destinada a aumentar la supervivencia de las bacterias que promueven la salud, con el fin de modificar la flora intestinal y su metabolismo” y el término debe reservarse exclusivamente para los

³⁵ Vitoria Miñana I. Art. cit. Pp. 447.

³⁶ Silveira Rodríguez MB, Monereo Megías S, Molina Baena B. Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos?. Rev. Esp. Salud Pública. 2003; 77(3): 317-331.

productos que poseen verificación científica de la simbiosis, es decir en los cuales los prebióticos favorecen selectivamente a los probióticos adicionados en éste simbiótico en particular.³⁷

Tabla 2. Principales prebióticos y simbióticos empleados en estudios clínicos.

Prebióticos	Simbióticos
<ul style="list-style-type: none"> - Fructooligosacáridos (FOS) - Galactooligosacáridos (GOS) - Inulina - Trans-galacto-oligosacáridos (TOS) - BeneoSynergy1 (SYN1):oligofructosa-inulina - Lactulosa - Fibra de avena* - Cebada germinada (rico en hemicelulosa)* - Goma guar hidrolizada* - Almidón resistente* - Plantagoovata* - Betaglucano* - Pectina* 	<ul style="list-style-type: none"> - Lactobacillus plantarum 299 y 10 g de fibra de avena - Lactobacillus sporogens + Fructooligosacáridos - Synbiotic 2000: una mezcla de cuatro lactobacillus — Pediacoccuspentosaceus, Leuconostocmesenteroides, Lactobacillusparacasei 19, Lactobacillusplantarum más una mezcla de cuatro fibras de plantas bioactivas: betaglucano, inulina, pectina y almidón resistente. - Oligofructosa + inulina (SYN1) + Lactobacillus rhamnosus GG y Bifidobacterium lactis Bb12

* No cumplen estrictamente el criterio de prebiótico.

³⁷ Olagnero G, Abad A, Bendersky S, Genevois C, Granzella L, Montonati M. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. DIAETA. 2007; 25(121): 20-33.

2.6. TIPOS DE PROBIÓTICOS

- 1. Probióticos naturales:** Se encuentran en lácteos fermentados, como yogurt, leche y quesos, vegetales fermentados, como aceitunas, soya, cereales, carnes y pescados fermentados, y bebidas alcohólicas artesanales. El problema de los probióticos naturales es que es difícil usarlos en condiciones terapéuticas y en entornos médicos, porque la mayoría de ellos necesita de condiciones de almacenamiento a bajas temperaturas y tienen una vida media, en buenas condiciones, limitada. Sin embargo, la principal limitante para su uso es que la cantidad de microorganismos que contienen es tan baja que habría que tomar varios litros de yogurt cada día, por ejemplo, para obtener algún efecto terapéutico. Entonces, estos productos pueden ser parte de una alimentación sana, pero no tienen una eficacia terapéutica.
- 2. Probióticos comercializados:** Son los probióticos naturales pero incorporados en algún producto alimenticio, por ejemplo yogurt en formato comercial, obtenido a partir de diferentes cepas de microorganismos (y que los contienen de forma más concentrada), y algunas leches maternizadas.^{38,39}
- 3. Suplementos alimenticios con probióticos:** La única diferencia con los anteriores es que el probiótico no está contenido en el alimento. Son microorganismos viables, en forma seca, incorporados en gránulos o cápsulas. Su distribución se rige por criterios de las leyes de alimentos, no de medicamentos.

³⁸ Mennickent S, Green K. Los probióticos y su utilidad terapéutica. *Ciencia Ahora*. 2009; 12(24): 31-38.

³⁹ Contardo MV, Bustamante G, Rodríguez J. Probióticos en niños con diarrea aguda. *Rev. Ped. Elec*. 2005; 2(3): 32-35.

- 4. Agentes bioterapéuticos:** Son probióticos con efecto terapéutico comprobado. Se consideran medicamentos. Deben tener efectos terapéuticos inmediatos, ser resistentes a los antibióticos de uso común, impedir la adhesión de patógenos, presentar efectos de inmunomodulación, competencia con las toxinas por los receptores de éstas y competencia por los nutrientes.⁴⁰

2.7. PRODUCTOS PROBIÓTICOS, POSTULADOS SOBRE LA SALUD Y COMERCIO

➤ POTENCIAL DEL MERCADO

Los productos que contienen probióticos de alto perfil han tenido un enorme éxito en Europa, Asia y, más recientemente, en otras regiones del mundo. Este éxito comercial promoverá el consumo, el desarrollo de productos, y la investigación.

A menudo los que recomiendan los probióticos son los nutricionistas, y en algunos casos son los médicos quienes los indican; existe una amplia gama de productos disponibles en el mercado.⁴¹

⁴⁰ Mennickent S, Green K. Art. cit. Pp. 33.

⁴¹ Guarner F, Khan AG, Garisch J, Eliakim R, Gangl A, Thomson A, Krabshuis J, Le Mair T, Kaufmann P, Andres de Paula J, Fedorak R, Shanahan F, Sanders ME, Szajewska H. Art. cit. Pp. 6-10.

Alimento	Suplemento de comida	Suplemento dietético	Nutracéutico	Medicamentos de venta libre	Medicamentos de receta
----------	----------------------	----------------------	--------------	-----------------------------	------------------------

Espectro de intervenciones que pueden afectar la salud y la enfermedad.

➤ POSTULADOS SOBRE LA SALUD

Los probióticos están destinados a ayudar a la microbiota intestinal que se aloja en el organismo naturalmente. Se han utilizado algunos preparados de probióticos para evitar la diarrea provocada por antibióticos, o como parte del tratamiento para la disbiosis vinculada a los antibióticos. Hay estudios que documentan los efectos probióticos en una serie de trastornos gastrointestinales y extraintestinales, incluyendo las enfermedades inflamatorias del intestino (EII), el síndrome de intestino irritable (SII), las infecciones vaginales, y las alteraciones de la inmunidad. Algunos probióticos también han sido investigados en relación con el eczema atópico, la artritis reumatoide, y la cirrosis hepática. Si bien existe alguna evidencia clínica que respalda el efecto de los probióticos para bajar el colesterol, los resultados son contradictorios.

En general, la evidencia clínica más fuerte a favor de los probióticos está relacionada con su uso en mejorar la salud del intestino y estimular la función inmunitaria.⁴²

⁴² Ib. Pp. 7.

➤ DOSIS

Las formas más comunes para probióticos son los productos lácteos y los alimentos fortificados con probióticos. Sin embargo, también existen en el mercado comprimidos y cápsulas.

La dosis de probióticos necesaria varía enormemente según la cepa y el producto. Si bien muchos productos de venta libre proporcionan entre 1–10 mil millones de ufc/dosis, algunos productos han demostrado ser eficaces a niveles más bajos, mientras que otros requieren cantidades mayores. Por lo tanto, no es posible establecer una dosis general para los probióticos; la dosificación tiene que estar basada en estudios en humanos que muestren un beneficio a la salud.

➤ CALIDAD

El establecimiento de criterios de selección y controles de calidad para productos probióticos se considera una prioridad debido a la rápida incorporación de estos productos al mercado y su distribución en el ámbito internacional sin la existencia previa de una normativa comúnmente aceptada. Fue por ello que la FAO y la OMS en el 2002 hicieron pública la guía para la evaluación de probióticos en alimentos y con ello establecer nuevos estándares de calidad en dicho producto.⁴³

⁴³ Sanz Y, Collado MC, Dalmau J. Probióticos: criterios de calidad y orientaciones para el consumo. Acta Pediatr Esp. 2003; 61(9): 58-64.

➤ INOCUIDAD

Los probióticos en general son seguros y bien tolerados. Sin embargo existen potenciales riesgos como: a) infección sistémica, principalmente en inmunodeprimidos, b) actividad metabólica deletérea, c) excesiva estimulación inmune en individuos susceptibles y d) transferencia de genes de resistencia bacteriana. Se ha descrito fungiemia por *Saccharomyces boulardii* en pacientes portadores de catéter, facilitando su colonización. Estos pacientes respondieron rápidamente al tratamiento con antimicóticos. En relación al uso de *Lactobacillus* GG se han descrito casos de bacteremia, endocarditis, meningitis, neumonía y sepsis.⁴⁴

La información reunida hasta la fecha indica que los lactobacilos se han utilizado desde hace tiempo como probióticos sin que se hayan determinado riesgos para los seres humanos, y ésta sigue siendo la mejor prueba de su inocuidad (Naidu et al., 1999; Saxelin et al., 1996). Además, no se han encontrado propiedades patógenas o virulentas en lactobacilos, bífidobacterias o lactococos (Aguirre y Collins, 1993). A pesar de esto, se ha reconocido que, en ciertas condiciones, algunas cepas de lactobacilos han sido relacionadas con efectos perjudiciales, como por ejemplo raros casos de bacteremia (Saxelin et al., 1996). Sin embargo, un estudio epidemiológico reciente sobre casos notificados de bacteremia causada por lactobacilos, recogidos sistemáticamente en un país, ha demostrado que no se observa un aumento de la incidencia o la frecuencia de la bacteremia cuando aumenta la utilización de lactobacilos probióticos (Salminen et al., 2001).⁴⁵

⁴⁴ Contardo MV, Bustamante G, Rodríguez J. Art. cit. Pp. 34-35.

⁴⁵ FAO. Art. cit. Pp. 14.

2.8. MECANISMOS DE ACCIÓN DE LOS PROBIÓTICOS

Clásicamente se ha atribuido el efecto de los probióticos a su capacidad de modificar la composición de la microflora intestinal de potencialmente dañina a beneficiosa para el hospedero. Sin embargo, el mejor conocimiento de estos microorganismos ha permitido establecer diferentes acciones a través de los cuales ejercen efectos beneficiosos.⁴⁶

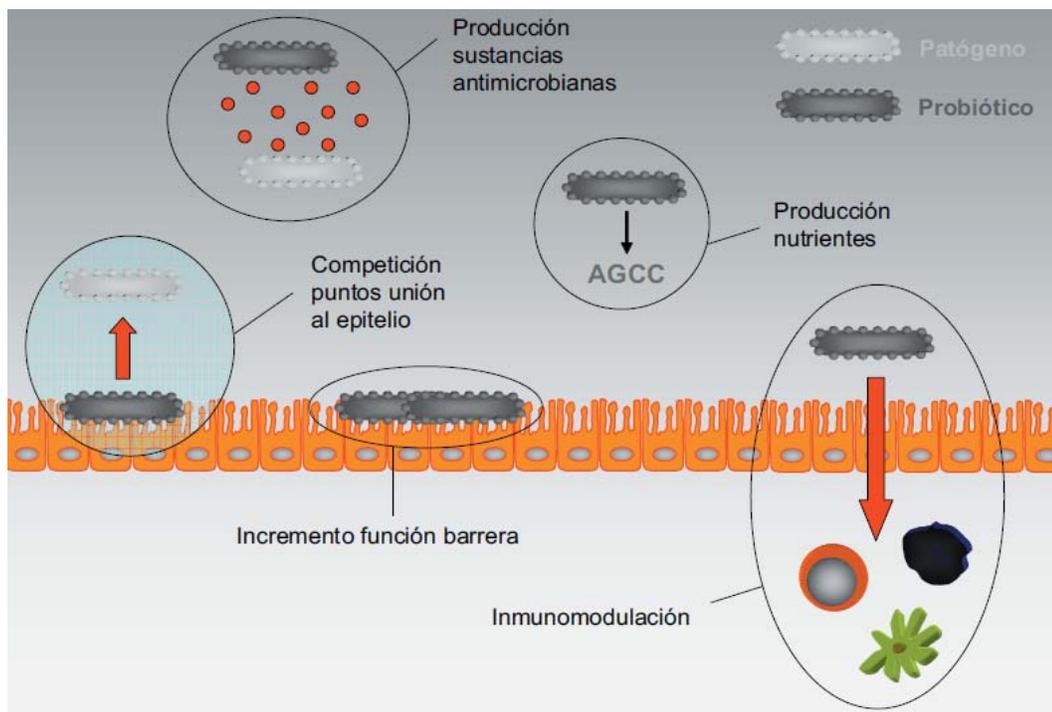


Fig. 7. Diferentes mecanismos de acción ejercidos por las bacterias probióticas.

Fuente: <http://farmacia.ugr.es/ars/pdf/406.pdf>

Se han propuesto varios mecanismos de acción en la efectividad de los probióticos para mejorar la resistencia del huésped contra organismos

⁴⁶ Arribas B, Rodríguez ME, Camuesco D, Zarzuelo A, Gálvez J. Aplicaciones terapéuticas de los probióticos. *Ars Pharm.* 2008; 49(1): 5-30.

patógenos, y con ello, estimular su supervivencia y permanencia prolongada en el tracto gastrointestinal.^{47,48}

Diversas pruebas realizadas con animales y estudios *in vitro* han demostrado que las cepas probióticas ejercen una acción protectora contra la adherencia, la colonización, la reproducción y la acción patógena de agentes enteropatógenos específicos mediante distintos mecanismos que aún no han sido completamente esclarecidos. No obstante, se han hecho propuestas significativas de las acciones que ejercen los microorganismos probióticos contra los patógenos (Tabla 3).⁴⁹

- Producen sustancias antimicrobianas como ácido láctico y otros ácidos de cadena corta, metabolitos como peróxido de hidrógeno, diacetilo y bacteriocinas. Estos compuestos reducen el número de células viables, afectan el metabolismo bacteriano o la producción de toxinas. En la industria alimenticia las BAL son utilizadas como conservadores biológicos por la producción de bacteriocinas que ejercen acción antibacteriana y contribuyen a la prevención de la descomposición de los alimentos.
- Disminuyen el pH intestinal favoreciendo el crecimiento de organismos beneficiosos.
- Aumentan la resistencia a la colonización por competir con patógenos para unirse a los sitio de adhesión en la superficie del epitelio intestinal. Algunas cepas han sido escogidas por su habilidad de adherencia a las células epiteliales como *Lactobacillus* spp.

⁴⁷ Castro LA, De Rovetto C. Art. cit. Pp. 309.

⁴⁸ Figueroa I, Gómez Ruíz L, García Garibay M, Cruz Guerrero A. Art. cit. Pp. 26.

⁴⁹ Amores R, Calvo A, Maestre JR, Martínez Hernández D. Art. cit. Pp. 133.

- Compiten por nutrientes. Las bacterias ácido lácticas pueden utilizar los nutrientes consumidos por organismos patógenos.
- Estimulan la respuesta inmune. Evidencias recientes sugieren que la estimulación de la inmunidad innata y adquirida protegen contra la enfermedad intestinal. Estos microorganismos pueden alertar al sistema inmune y favorecer el rechazo de agentes infecciosos estimulando la producción de inmunoglobulina A (IgA), activando macrófagos e incrementando interferón-gamma (IFN-gamma) y citoquinas proinflamatorias.⁵⁰

Tabla 3. Principales mecanismos de acción propuestos de los probióticos.

ACCIÓN	MECANISMO	EJEMPLO
Prevención de la colonización por microorganismos patógenos	Bloqueo de receptores específicos (adherencia) y competencia por nutrientes.	<i>L. rhamnosus</i> GG, <i>L. plantarum</i> , <i>S. boulardii</i>
Actividad antimicrobiana	Producción de sustancias con acción antimicrobiana (H ₂ O ₂ , bacteriocinas, ácidos orgánicos...)	<i>L. rhamnosus</i> GG, <i>S. boulardii</i>
Inmunomoduladora	Regulación de la respuesta inmunitaria humoral y celular.	<i>L. rhamnosus</i> GG, <i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium</i> spp., <i>L. reuteri</i>
Actividad enzimática	Disminución en la actividad de enzimas asociadas con la síntesis de lactosas, procarcinógenos, etc.	<i>S. thermophilus</i> , <i>Lactobacillus</i> spp., <i>Bifidobacterium</i> spp.

⁵⁰ Castro LA, De Rovetto C. Art. cit. Pp. 309.

3. IMPORTANCIA CLÍNICA DE LOS PROBIÓTICOS

3.1. USO DE LOS PROBIÓTICOS CONTRA ENFERMEDADES

El consumo de especies de probióticos ya sea a través de productos lácteos fermentados o como células vivas presentes en otros productos, ha sido asociado con muchos beneficios para la salud en humanos; incluyen efectos benéficos contra enfermedades del tracto gastrointestinal, así como también en otras partes del cuerpo.⁵¹

Tabla 4. Algunos beneficios en la salud atribuidos a probióticos.

A: Para combatir:	Desarrollo de microflora nativa en el intestino. Control de infecciones en el intestino por patógenos entéricos. Control de infecciones en el tracto urogenital. Intolerancia a la lactosa.
B: Para reducir:	Incidencia de diarreas. Tumores de cáncer en colon (y otros órganos). Colesterol sérico y enfermedades cardíacas.
C: Para estimular:	Sistema inmune. Movimiento intestinal.

Los ensayos clínicos de las últimas 3 décadas han examinado una amplia gama y combinaciones de cepas probióticas respecto a sus indicaciones que van desde la prevención de la diarrea asociada con antibióticos (DAA) al tratamiento de la dermatitis atópica y al cólico infantil y el síndrome del intestino irritable.

⁵¹ Ramírez Ramírez JC, Rosas Ulloa P, Velázquez González MY, Armando Ulloa J, Arce Romero F. Art. cit. Pp. 8.

- Prevención de la diarrea asociada a antibióticos: Un gran número de ensayos clínicos y varios metaanálisis han evaluado los efectos de los probióticos en la prevención de la DAA. Muchos antibióticos erradican selectivamente los lactobacilos y las bifidobacterias, dejando florecer *Escherichia coli* y *C. difficile* enterotóxicos. En algunos pacientes, esto conduce a un hipercrecimiento de las bacterias más patógenas y, posteriormente, a episodios diarreicos. La administración de probióticos trata de revertir este hipercrecimiento y de reequilibrar la flora intestinal.⁵²
- Diarrea del viajero: Este tipo de diarrea fue evaluada en dos metaanálisis, en los que también se encontró una disminución del riesgo de aproximadamente 8% (6 a 21%). Sin embargo, las diferencias encontradas en el análisis con controles que no recibieron probiótico no fueron estadísticamente significativas.
- Diarrea aguda: Los estudios relacionados con la diarrea aguda infecciosa han mostrado un beneficio discreto en el tratamiento con probióticos; reducen el tiempo del evento agudo, así como, el número de evacuaciones por día.⁵³
- Enterocolitis Necrotizante Neonatal (ECN): Estudios realizados en modelos experimentales animales indican que el suplemento por vía oral de *B. infantis* o *Saccharomyces boulardii* reducen los riesgos de desarrollar la enfermedad. Dos posibles mecanismos estarían involucrados en el efecto protector: 1) la exclusión competitiva del

⁵² Kligler B, Hanaway P, Cahrssen A. Probióticos en los niños. *Pediatr Clin N Am.* 2007; 54(1): 1219-1238.

⁵³ Montijo Barrios E, Bacarreza Nogales D, Díaz Madero S, Cervantes Bustamante R, Mata Rivera N, Zárate Mondragón F, García Campos M, López Portillo L, Ramírez Mayans J. Art. cit. Pp. 27.

patógeno debido a la colonización del intestino por la bacteria probiótica; 2) la inhibición de los mediadores pro-inflamatorios a nivel intestinal.⁵⁴

➤ Infección por *Helicobacter pylori*: En estudios realizados con ratones se demostró que el tratamiento con diferentes cepas de *Lactobacillus* redujo la colonización por *H. pylori*, y disminuyó el grado de inflamación gástrica inducida.

➤ Urología y ginecología: Las infecciones de uretra, periuretra, vejiga, riñón, vagina y cérvix no de transmisión sexual son altamente prevalentes, y se ha demostrado que cuando existen cambios en la flora bacteriana en estas zonas, el uso de probióticos ayuda a restablecerla.

Dentro del campo de la urología, un aspecto intrigante, es la posible aplicación de los probióticos, en la reducción de las recurrencias de cáncer de vejiga. El modo de acción en este campo es aún desconocido.

➤ Alergias: Existen pruebas que apoyan la eficacia de los probióticos en el tratamiento del eczema en los niños, aunque el efecto podría ser clínicamente poco significativo ya que se requieren más estudios que confirmen estos resultados.

En procesos respiratorios como la rinoconjuntivitis y el asma, los trabajos realizados hasta ahora sugieren que los probióticos no desempeñan un papel importante en el tratamiento de tales procesos.

⁵⁴ Pia Taranto M, Médiçi M, Font de Valdez G. Alimentos funcionales probióticos. Redalyc. 2005; 4(1): 26-34.

- Cavity oral: Tradicionalmente se ha relacionado a algunos probióticos con el avance de la caries, en enfermedades periodontales, en la halitosis y la candidiasis.⁵⁵

- Cáncer: Estudios en animales han mostrado que los lactobacilos y las bifidobacterias modifican la microbiota intestinal reduciendo el riesgo de cáncer. Se postulan tres mecanismos: 1) estos organismos pueden disminuir las enzimas fecales (glycosidasa, β -glucuronidasa, azoreductasa y nitroreductasa) asociadas con la conversión de precarcinógenos a carcinógenos; 2) inhiben directamente la formación de células tumorales; 3) algunas bacterias pueden unirse o inactivar el carcinógeno.
Von Bultzingslowen y col. (2003) determinaron que cepas probióticas selectas como *L. plantarum* refuerzan la cavidad oral y el tracto gastrointestinal mediante una diseminación bacteriana, lo cual mejora la ingesta de alimentos y el peso corporal en animales a los cuales se les realizó quimioterapia. Esto tiene un efecto positivo en el campo de la oncología, ya que durante la quimioterapia, en casos de cáncer, se pueden presentar infecciones sistémicas por una alteración en la microflora orofaríngea y gastrointestinal, causando inmunosupresión.⁵⁶

- Vacunas: Las herramientas moleculares para manipular bacterias ácido lácticas representan una estrategia prometedora para vacunación. El desarrollo de bacterias vivas como adyuvantes para patógenos atenuados como *Salmonella*, *Bordetella*, *Vibrio* y *Mycobacterium* por técnicas de ADN recombinante logran desencadenar una respuesta inmunitaria protectora. Estudios futuros de esta naturaleza utilizando varios organismos pueden ser usados

⁵⁵ López Brea M, Domingo D. Art. cit. Pp. 175-176.

⁵⁶ Muñoz Salas K, Alarcón Palacios M. Art. cit. Pp. 137.

como vacunas contra patógenos que comprometan la integridad de la boca, intestino, vagina y tracto respiratorio.⁵⁷

3.2. BENEFICIOS DE LOS PROBIÓTICOS EN LA LECHE MATERNA

La leche de mujer es un modelo perfecto de alimento funcional ya que contiene muchos elementos que le confieren funcionalidad: citosinas antiinflamatorias, antioxidantes, gangliósidos, lactoferrina, nucleótidos, poliaminas, factor de crecimiento epitelial y otros factores de crecimiento, lisozimas, ácidos grasos esenciales, probióticos, prebióticos, etcétera.⁵⁸



Fig. 8. Alimentación con leche materna.

Fuente: <http://www.sciencedaily.com/releases/2010/06/100602193326.htm>

La leche materna es el mejor alimento para los bebés durante sus fases de rápido desarrollo, puesto que no sólo aporta todos los nutrientes necesarios, sino que además contiene importantes factores funcionales

⁵⁷ Castro LA, De Rovetto C. Art. cit. Pp. 311-312.

⁵⁸ Aranceta J, Gil A. Ob. cit. Pp. 111.

implicados en el desarrollo y la maduración del sistema inmunitario neonatal, así como en la protección frente a infecciones. Entre estos factores cabe incluir también las bacterias comensales de la leche materna.

Estudios recientes han demostrado que la leche materna no es estéril, sino que constituye una fuente excelente de bacterias comensales para el intestino del recién nacido. Estas bacterias pueden, sin duda, ejercer un papel clave en la reducción de la incidencia y la gravedad de las infecciones del lactante. La importancia del factor microbiano de la leche materna en la protección frente a infecciones se resalta mediante la observación de que su actividad antimicrobiana se pierda tras un proceso de pasteurización.

Entre las bacterias comúnmente aisladas de la leche materna se encuentran representantes de los géneros estafilococos, estreptococos, lactococos, enterococos y lactobacilos. De todos ellos los lactobacilos son los que han despertado mayor interés.⁵⁹

Los probióticos de la leche materna tienen acciones inmunomoduladoras y es probable que algunos componentes bacterianos derivados del intestino se transporten hacia el pecho materno dentro de células mononucleares, pudiendo programar el sistema inmune neonatal para reconocer patrones moleculares bacterianos específicos y responder en forma apropiada frente a organismos patógenos y comensales. Así el organismo del niño iría reconociendo los microbios y modulando la adaptación de su sistema inmune, aprendiendo a reconocerse a sí mismo. Hay moléculas de reconocimiento que facilitan la estabilidad del medio bacteriano comensal y determinan la liberación de citosinas estimulantes o inhibitorias.

⁵⁹ Olivares M, Lara Villoslada F, Sierra S, Boza J, Xaus J. Efecto beneficioso de los probióticos de la leche materna. *Acta Pediatr Esp.* 2008; 66(4): 183-188.

La demostración de la existencia de bacterias en la leche materna y los efectos beneficiosos potencialmente ejercidos por éstas en el lactante ofrecen nuevas ideas para la sustentación de las propuestas dirigidas a la inclusión de determinadas cepas probióticas en las fórmulas infantiles.^{60,61}



Fig. 9. Fórmula infantil adicionada con probióticos.

Fuente: <https://redmart.com/nan-kid-4-probiotics-premium-milk-for-children.html>

⁶⁰ Aranceta J, Gil A. Ob. cit. Pp. 112.

⁶¹ Olivares M, Lara Villoslada F, Sierra S, Boza J, Xaus J. Art. cit. Pp. 183.

4. LOS PROBIÓTICOS EN LA SALUD ORAL EN NIÑOS

4.1. CARIES DENTAL Y ECOLOGÍA BUCAL

La caries dental es la enfermedad más prevalente en el mundo. W. D. Miller y sus contemporáneos nos dieron nuestra primera comprensión real del proceso de la caries dental hace más de 100 años.

Hoy se sabe que la caries dental es una enfermedad multifactorial de origen bacteriano que se caracteriza por la desmineralización del esmalte del diente. Aparecen seguidamente cambios en la homeostasis del ecosistema oral que conduce a la proliferación de bacterias creando una biopelícula, compuesta principalmente por *Streptococcus* del género *mutans*.

Varios modelos han sido útiles para explicar cómo se da el mecanismo de la caries. Uno de los modelos que es familiar para la mayoría de los odontólogos fue propuesto por Fitzgerald y Keyes, que nos dice que para que la enfermedad progrese tienen que existir tres factores: el huésped, los microorganismos y el sustrato, a los cuales Newbrun agregó el tiempo como el cuarto factor para con ello fomentar la producción de ácidos orgánicos y posteriormente exista una desmineralización del diente. Posteriormente, Miles agregó la edad como el quinto factor.^{62,63,64}

⁶² Bonifait L, Chandad F, Grenier D. Probiotics for oral health: myth or reality?. JCDA. 2009; 75(8): 585-590.

⁶³ Shantanu Ch, Vidyasagar M, Sneha S, Namrata P. Art. cit. Pp. 59.

⁶⁴ Casals Peidró E. Hábitos de higiene oral en la población escolar y adulta española. RCOE. 2005; 10(4): 27-30.

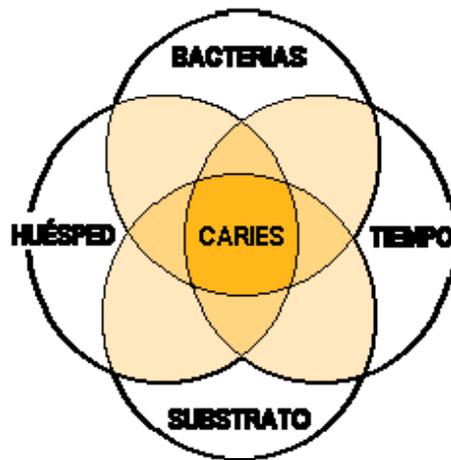


Fig. 10. Factores involucrados en el proceso de la caries dental, según Newbrun.
Fuente: <http://www.aepap.org/previnfad/Dental.htm>

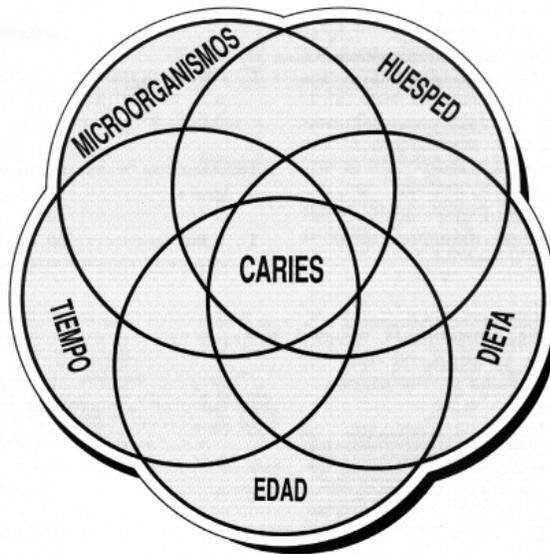


Fig. 11. Diagrama de Miles
Fuente: <http://www.slideshare.net/profesor.acf/cariologia-6699139>

La etiología ha sido ampliamente estudiada, así entre los factores etiológicos primarios se encuentran el diente o huésped, la microflora bucal, el sustrato y el tiempo y entre los factores secundarios o de riesgos que no influyen directamente, la personalidad, nivel de vida y cultural, factores psicológicos,

la edad del individuo, factores genéticos, el contenido de fluoruros en las aguas, los hábitos alimentarios, el desarrollo socioeconómico y el nivel de educación sanitaria entre otros.^{65,66}

La caries dental, bajo ciertas circunstancias, puede considerarse como una enfermedad infecciosa causada por la flora normal de la cavidad bucal. Como muchas enfermedades infecciosas, una masa crítica de bacterias cariogénicas es un pre-requisito, y esta masa crítica puede obtenerse solamente en presencia de sacarosa, un sustrato en el cual la bacteria cariogénica se desarrolla. Así, la caries dental involucra la interacción en el tiempo de una superficie dental susceptible, las bacterias cariogénicas y la disponibilidad de una fuente de carbohidratos fermentables, especialmente sacarosa. Los ácidos producidos por la fermentación bacteriana en la placa dental disuelven la matriz mineral del diente. Una mancha blanquecina reversible es la primera manifestación de la enfermedad, la cual puede llevar a una cavitación si el mineral continúa siendo expuesto al medio ácido.⁶⁷

El desarrollo de un mejor entendimiento respecto a la aparición de la caries dental, expresado en el concepto propuesto por Marsh sobre el cambio ecológico microbiano como mecanismo que conlleva al inicio de la enfermedad, ha llevado a que los investigadores se centren en otros métodos alternativos para poder prevenir el desarrollo de esta infección oportunista, como bien refiere Fejerskov.

⁶⁵ Hausen H. Application of the high- risk strategy to control dental caries. *Com Dent Oral Epidemiol.* 2000; 28(1): 26-34.

⁶⁶ La Fuente PJ, Gómez Pérez de M. Estilos de vida determinantes de la salud oral en adolescentes de Vitoria- Gsteiz: evaluación. *Aten Primaria* 2002; 29: 213-7.

⁶⁷ Duque de Estrada Riverón J, Pérez Quiñones JA, Hidalgo.Gato Fuentes I. Caries dental y ecología bucal, aspectos importantes a considerar. *Rev Cubana Estomatol.* 2006; versión on line.

Marsh, en su hipótesis sobre la placa ecológica, postula que la caries dental vendría a ser el resultado de los cambios ocurridos en el equilibrio de la microflora que reside en la placa, como consecuencia de la modificación de las condiciones medioambientales locales. Por ejemplo, las condiciones repetidas de un pH bajo en la placa luego del consumo frecuente de azúcares que favorecen el predominio de las especies cariogénicas, y la disminución del flujo salival. Complementando esta teoría ésta la explicación planteada por Fejerskov quien refiere que por más de medio siglo la caries dental fue definida como una enfermedad infecciosa y transmisible cuando en realidad es una enfermedad compleja que si bien se inicia por una acción microbiana, las especies patogénicas principalmente asociadas al desarrollo de caries forman parte de las bacterias endógenas, y no exógenas, del individuo que ante un cambio en el medio intraoral, en este caso favorable para su crecimiento, incrementa su número significativamente.

Según estos conceptos, la caries dental sería entonces la consecuencia de cambios ecológicos producto de un medio local perturbado, donde microorganismos potencialmente patógenos tendrían una ventaja competitiva bajo condiciones apropiadas, pudiendo alcanzar, en ciertos lugares específicos, un número tal que predisponga el desarrollo de esta enfermedad.

En vista de todo ello, las investigaciones que se vienen realizando en los últimos años se enfocan sobre el control de los microorganismos orales patógenos a través de la bacterioterapia con el uso de probióticos.⁶⁸

⁶⁸ Pérez Luyo A. Probióticos: Una nueva alternativa en la prevención de la caries dental?. Rev Estomatol Herediana. 2008; 18(1): 65-69.

4.2. USO DE PROBIÓTICOS PARA LA PREVENCIÓN DE CARIES

Dada la aparición generalizada de la resistencia bacteriana a los antibióticos, el concepto de la terapia probiótica ha sido considerado para su aplicación en la salud oral. La caries dental, la enfermedad periodontal y la halitosis se encuentran entre los trastornos orales que han sido objeto de estudio. Una condición esencial para que un microorganismo pueda ser representado como un probiótico de interés para la salud oral es su capacidad para cumplir y colonizar diversas superficies de la cavidad oral.⁶⁹

Los microorganismos probióticos juegan un papel importante a nivel odontopediátrico como, por ejemplo, la disminución en el recuento salival de unidades formadoras de colonias de *S. mutans* y *Lactobacillus*. Algunos son capaces de incorporarse a la película adquirida y crecer junto a la flora autóctona de la placa supragingival, a la vez que disminuyen la colonización de microorganismos cariogénicos.⁷⁰

La información disponible actualmente sobre el uso de los probióticos como una terapia para los trastornos de la cavidad oral, incluyendo caries dental o enfermedad periodontal, es aún escasa.⁷¹

⁶⁹ Bonifait L, Chandad F, Grenier D. Art. cit. Pp. 586.

⁷⁰ Ortiz Esteve E, Guinot Jimeno F, Mayné Acién R, Bellet Dalmau LJ. Probióticos: efecto preventivo sobre la caries dental. *Odontología Pediátrica*. 2009; 17(3): 169-185.

⁷¹ Flichy Fernández AJ, Alegre Domingo T, Peñarrocha Oltra D, Peñarrocha Diago M. Probiotic treatment in the oral cavity: An update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2010; 15(5): 677-680.



Fig. 12. Mecanismos hipotéticos de la acción de los probióticos sobre la cavidad oral.

Fuente: http://www.upch.edu.pe/faest/old/publica/2008/vol18_n1/vol18_n1_08_art9.pdf

La cepa de *Streptococcus salivarius* K12, aislada en un individuo sano produce altos niveles de salivaricin A y salivaricin B, péptidos antimicrobianos y bactericidas que actúan contra los gérmenes Gram positivos, como el *Streptococcus mutans*, principal agente bacteriano implicado en el desarrollo de las caries dentales.

A lo largo de 10 años el campo de los probióticos ha sido investigado con el afán de descubrir nuevas especies probióticas, aisladas desde diferentes nichos ecológicos. Las especies bacterianas que son actualmente de interés comercial pertenecen principalmente al género *Lactobacillus*.

Existen algunos intentos de usar bacterias derivadas del intestino, como los *Lactobacillus*, como probióticos en la cavidad bucal.

En general, los lactobacilos en la cavidad bucal son considerados como una bacteria cariogénica, sin embargo, algunos pueden estar asociados con la salud bucal, esta posibilidad necesita pues investigaciones posteriores. Especies aisladas como el *Lactobacillus salivarius* BGH01 y *Lactobacillus gasseri* BGH089 muestran acción antagónica en el crecimiento de especies como el *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus pneumoniae* y *Streptococcus mutans* además de una tolerancia a un pH bajo por lo que podrían ser sometidos a nuevas investigaciones como cepas con potencial probiótico.

Científicos han descubierto que los niveles de *Streptococcus mutans* dentro de la placa dentobacteriana son inversamente proporcionales con el *Streptococcus sanguinis* y que este puede inhibir el crecimiento de *Streptococcus mutans*, que produce peróxido de hidrógeno. También otro microorganismo, el *Streptococcus oligofermentaris* tiene un efecto inhibitorio (*in vitro*) sobre el *Streptococcus mutans*, que produce al igual que el *S. sanguinis* cantidades apreciables de peróxido de hidrógeno, a partir del ácido láctico secretado por el *S. mutans*, inhibiéndolo. Estas cepas pudieran ser utilizadas como probióticos para prevenir las caries dentales.⁷²

Gorbach y Goldin (1985) aislaron del intestino humano el *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG) que es la bacteria probiótica más ampliamente estudiada.⁷³ Se demostró que produce una sustancia con un potencial inhibitorio contra la actividad de diferentes especies.

Náse y col. (2001), en un estudio en niños de 1 a 6 años, en Finlandia, examinaron *Lactobacillus rhamnosus* GG: LGG en leche, y se encontró que reduce significativamente el riesgo de caries. Se concluyó que el uso de

⁷² Duque de Estrada Riverón J, Hidalgo-Gato Fuentes I, Díaz Martell Y. Art. cit. Pp. 67-68.

⁷³ Meurman JH. Probiotics: do they have a role in oral medicine and dentistry?. Eur J Oral Sci. 2005; 113(3): 188-196.

leche que contenga la bacteria probiótica *LGG* brinda efectos benéficos en la salud oral de esos niños.

Grudianov y col. (2002) encontraron que los probióticos se adhieren al tejido dental, establecen efecto cariostático y pueden formar parte del biofilm que lucha contra las bacterias cariogénicas.

Ahola y col. (2002) determinaron que la intervención con probióticos: *LGG* y *Bifidobacterium spp*, reduce el riesgo de elevados niveles de *Streptococcus mutans*.

Wei y col. (2002) produjeron altas concentraciones de anticuerpos contra las bacterias cariogénicas humanas: *Streptococcus mutans* y *Streptococcus sobrinus*, en calostro de leche fermentada de bovino.

Vancikova y col. (2003), basándose en el estudio anterior, observaron que los probióticos mejoran la respuesta oral inmune.⁷⁴

Por otro lado, el autor Duque de Estrada Riverón menciona en un artículo que::

- Masticar chicles (goma de mascar) que contengan bacterias probióticas reducen los niveles de *Streptococcus mutans* en saliva de una manera importante.
- La entrega de fragmentos de anticuerpos derivados de la transformación de lactobacillus podría proporcionar una estrategia profiláctica futura contra la caries dental.

⁷⁴ Muñoz Salas K, Alarcón Palacios M. Art. cit. Pp. 137.

- El uso de lactobacillus en cápsulas y en forma líquida, no han obtenido resultados alentadores.



Fig. 13. Chicles probióticos para niños y adultos (+ 5 años)

Fuente: <http://www.swansonvitamins.com/JR226/ItemDetail>

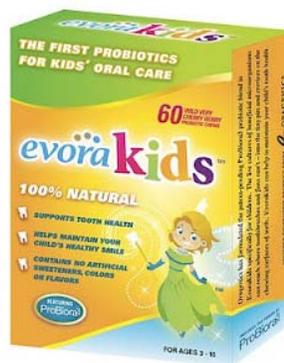


Fig. 14. Pastillas masticables para niños de 3 a 10 años.

Fuente: <http://livingononeincome.blogspot.mx/2010/04/evora-kids-reviewgiveaway-probiotic.html>

Como puede apreciarse la terapéutica probiótica contra las caries dentales se encuentra aún en una fase muy inicial y los resultados de los diferentes estudios no son alentadores en este sentido, sin embargo, es criterio de los autores que una mayor cantidad de investigaciones sobre el tema deben ser diseñadas para obtener lo que hace tiempo la ciencia ha tratado de conseguir, la prevención definitiva de la caries dental, sobretodo en niños, aspecto que muy bien podría lograrse con el uso de microorganismos probióticos presentes en la cavidad bucal.⁷⁵

⁷⁵ Duque de Estrada Riverón J, Hidalgo-Gato Fuentes I, Díaz Martell Y. Art. cit. Pp. 68.

CONCLUSIONES

Los probióticos son microorganismos que tienen un efecto benéfico para la salud de los seres humanos; además de que juegan un papel muy importante ante la lucha contra las resistencias bacterianas a los antibióticos, siendo estos una opción de tratamiento en algunas afecciones.

La caries dental es una enfermedad que afecta a un gran número de la población a nivel mundial, principalmente a los niños, por ello es de vital importancia que el odontólogo conozca todos los medios con los que se cuenta en la actualidad para prevenirla.

Existe mucha información que habla sobre las bacterias probióticas y su beneficio en la salud, principalmente en alteraciones de tipo gastrointestinal; sin embargo, para el uso en cavidad oral se conoce muy poco sobre los mecanismos de acción ante las bacterias patógenas en boca, principalmente las causantes de la caries dental; por lo anterior, se puede deducir que aún falta realizar estudios e investigaciones que puedan proporcionarnos dicha información.

Se han realizado estudios *in vitro* en los cuales se han obtenido resultados alentadores de ciertas bacterias probióticas y su acción para prevenir la caries dental; las bacterias que han mostrado beneficios son: *Streptococcus salivarius* (cepa K12), *Lactobacillus salivarius* BGH01, *Lactobacillus gasseri* BGH089, *Streptococcus sanguinis* y *Streptococcus oligofermentans*.

Actualmente existen en el mercado productos probióticos en diferentes presentaciones; específicamente para uso en cavidad oral ya se cuenta con:



pasta dental, goma de mascar, suplementos alimenticios y algunos productos lácteos.

BIBLIOGRAFÍA

- Amores R, Calvo A, Maestre JR, Martínez Hernández D. Probióticos. Rev. Esp. Quimioterap. 2004; 17(2):131-139.
- Aranceta J, Gil A. Alimentos funcionales y salud en las etapas infantil y juvenil. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2010. Pp. 1-2.
- Arribas B, Rodríguez ME, Camuesco D, Zarzuelo A, Gálvez J. Aplicaciones terapéuticas de los probióticos. Ars Pharm. 2008; 49(1): 5-30.
- Barboza Corona JE, Vázquez Acosta H, Salcedo Hernández R, Bautista Justo M. Probióticos y conservadores naturales en alimentos. Redalyc. 2004; 14(3): 32-38.
- Bonifait L, Chandad F, Grenier D. Probiotics for oral health: myth or reality?. JCDA. 2009; 75(8): 585-590.
- Cabrera Cao Y, Fadrugas Fernández A. Probióticos y salud: una reflexión necesaria. Rev Cubana Med Gen Integr. 2005; 21(3-4): 1-8.
- Casals Peidró E. Hábitos de higiene oral en la población escolar y adulta española. RCOE. 2005; 10(4): 27-30.
- Castro LA, De Rovetto C. Probióticos: utilidad clínica. Redalyc. 2006; 37(4): 308-314.
- Contardo MV, Bustamante G, Rodríguez J. Probióticos en niños con diarrea aguda. Rev. Ped. Elec. 2005; 2(3): 32-35.

- Dolz MC. Bacteriocinas de probióticos. Nuevos enfoques bioterapéuticos: PINHE. Nutr. clin. diet, hosp. 2008; 28(3): 20-37.
- Duque de Estrada Riverón J, Hidalgo-Gato Fuentes I, Díaz Martell Y. Microorganismos probióticos en la prevención de caries dentales. MediSur. 2010; 8(5):65-70.
- Duque de Estrada Riverón J, Pérez Quiñones JA, Hidalgo.Gato Fuentes I. Caries dental y ecología bucal, aspectos importantes a considerar. Rev Cubana Estomatol. 2006; versión on line.
- FAO. Probióticos en los alimentos. Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación. Estudio FAO Alimentación y Nutrición. 2006; 85: 1-46.
- Figueroa I, Gómez Ruíz L, García Garibay M, Cruz Guerrero A. El beneficio de los probióticos. Industria Alimentaria. Alfa Editores. Departamento de Biotecnología. 2006; 22-27.
- Flichy Fernández AJ, Alegre Domingo T, Peñarrocha Oltra D, Peñarrocha Diago M. Probiotic treatment in the oral cavity: An update. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2010; 15(5): 677-680.
- Gil Hernández A. Tratado de nutrición: Tomo IV Nutrición Clínica. 2ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana. 2010. Pp. 331.
- Guarner F, Khan AG, Garisch J, Eliakim R, Gangl A, Thomson A, Krabshuis J, Le Mair T, Kaufmann P, Andres de Paula J, Fedorak R, Shanahan F, Sanders ME, Szajewska H. Probióticos y prebióticos.

Organización Mundial de Gastroenterología. Guías prácticas de la OMGE. 2008; 1-22.

- Hausen H. Application of the high- risk strategy to control dental caries. *Com Dent Oral Epidemiol.* 2000; 28(1): 26-34.
- Kligler B, Hanaway P, Cohrssen A. Probióticos en los niños. *Pediatr Clin N Am.* 2007; 54(1): 1219-1238.
- La Fuente PJ, Gómez Pérez de M. Estilos de vida determinantes de la salud oral en adolescentes de Vitoria- Gsteiz: evaluación. *Aten Primaria* 2002; 29: 213-7.
- López Brea M, Domingo D. Antibioticoterapia con probióticos. *Rev Esp Quimioterap.* 2007; 20(2): 170-181.
- Mennickent S, Green K. Los probióticos y su utilidad terapéutica. *Ciencia Ahora.* 2009; 12(24): 31-38.
- Meurman JH. Probiotics: do they have a role in oral medicine and dentistry?. *Eur J Oral Sci.* 2005; 113(3): 188-196.
- Monroy Dosta MC, Castro Barrera T, Fernández Perrino FJ, Mayorga Reyes L. Bacteriocinas producidas por bacterias probióticas. *ContactoS.* 2009; 73(1): 63-72.
- Montijo Barrios E, Bacarreza Nogales D, Díaz Madero S, Cervantes Bustamante R, Mata Rivera N, Zárate Mondragón F, García Campos M, López Portillo L, Ramírez Mayans J. Utilidad de los probióticos en pediatría. *Revista de enfermedades infecciosas en pediatría.* 2008; 22(85): 24-31.

- Muñoz Salas K, Alarcón Palacios M. Efecto de los probióticos en las condiciones periodontales. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral. 2010; 3(3):136-139.
- Olagnero G, Abad A, Bendersky S, Genevois C, Granzella L, Montonati M. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. DIAETA. 2007; 25(121): 20-33.
- Olivares M, Lara Villoslada F, Sierra S, Boza J, Xaus J. Efecto beneficioso de los probióticos de la leche materna. Acta Pediatr Esp. 2008; 66(4): 183-188.
- Ortega RM, Marcos A, Aranceta J, Mateos JA, Requejo AM, Serra L. Alimentos funcionales. Probióticos. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2002. Pp. 1-2.
- Ortiz Esteve E, Guinot Jimeno F, Mayné Ación R, Bellet Dalmau LJ. Probióticos: efecto preventivo sobre la caries dental. Odontología Pediátrica. 2009; 17(3): 169-185.
- Pérez Luyo A. Probióticos: Una nueva alternativa en la prevención de la caries dental?. Rev Estomatol Herediana. 2008; 18(1): 65-69.
- Pia Taranto M, Médici M, Font de Valdez G. Alimentos funcionales probióticos. Redalyc. 2005; 4(1): 26-34.
- Prats Capote A. Probióticos: una alternativa natural como promotores de salud. Revista CENIC Ciencias Biológicas. 2007; 38(1): 49-53.

- Ramírez Ramírez JC, Rosas Ulloa P, Velázquez González MY, Armando Ulloa J, Arce Romero F. Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Revista Fuente. 2011; 2(7): 1-16.
- Reyes Esparza JA, Rodríguez Fragoso L. ¿Qué sabe Ud. acerca de... los probióticos?. Redalyc. 2010; 41(1): 60-63.
- Sanz Y, Collado MC, Dalmau J. Probióticos: criterios de calidad y orientaciones para el consumo. Acta Pediátr Esp. 2003; 61(9): 58-64.
- Sanz Y, Dalmau J. Los probióticos en el marco de la nueva normativa europea que regula los alimentos funcionales. Acta Pediatr Esp. 2008; 66(1): 27-31.
- Sarmiento Rubano LA. Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. Redalyc. 2006; 10(1): 16-23.
- Shantanu Ch, Vidyasagar M, Sneha S, Namrata P. Probiotic way of dental caries prevention. IJCD. 2011; 2(1): 59-64.
- Silveira Rodríguez MB, Monereo Megías S, Molina Baena B. Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos?. Rev. Esp. Salud Pública. 2003; 77(3): 317-331.
- Varo Lizeldi B, Luna Escalona DJ, Quiñónez Ramírez EI, Vázquez Salinas C. Probióticos ¡Una alternativa para la salud!. Revista Digital Universitaria. 2005; 6(4): 1-6.
- Vitoria Miñana I. Probióticos, prebióticos y simbióticos. Pediatr Integral. 2011; 15(5): 446-455.