



Tecnologías para la industria alimentaria

Prebióticos y probióticos



Ministerio
de Economía
República Argentina

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca

Tecnologías para la industria alimentaria

Prebióticos y probióticos

La integración de tecnología en la industria alimentaria es fundamental para aumentar la competitividad, optimizar procesos, reducir costos y garantizar productos de alta calidad. Por este motivo, desde la Dirección Nacional de Alimentos y Desarrollo Regional hemos elaborado esta ficha, que ofrece un análisis integral sobre el uso, la disponibilidad, las consideraciones normativas, la legislación aplicable y las oportunidades que esta tecnología presenta en mercados nacionales e internacionales. Esta herramienta busca proporcionar soluciones innovadoras adaptadas tanto a pequeñas como a grandes empresas.

ÍNDICE

Introducción	03
Conceptos y aplicaciones en la industria alimentaria	05
Probióticos	06
Prebióticos	07
Simbióticos	08
Postbióticos	09
Desarrollo y elaboración de alimentos probióticos, prebióticos y postbióticos ...	10
Fuentes consultadas	16

Introducción



En la industria alimentaria la innovación tecnológica favorece el desarrollo de productos de mayor calidad nutricional y organoléptica, e incluso permite extender su tiempo de vida útil. Para que estos productos sean económicamente viables, deben responder a las demandas de los consumidores. En este sentido el desarrollo tecnológico se posiciona como una herramienta clave para la satisfacción de las necesidades nutricionales de los distintos sectores de la sociedad.

En los últimos años aumentó la tendencia hacia una alimentación saludable y con ello el consumo de alimentos que no solamente satisfacen los requerimientos nutricionales diarios, sino que además presentan determinados beneficios para la salud. Los alimentos que poseen dichas características son conocidos en general como alimentos funcionales, aunque este término en la mayoría de los países, incluido Argentina, aún no tiene una definición legal. Dicho término tiene sus orígenes en Japón, durante la década del ochenta, donde se utilizó como expresión de marketing para denominar a aquellos alimentos fortificados con componentes especiales, que ofrecían ventajas fisiológicas. Años después en 1991 el Ministerio de Salud de ese país desarrolló una serie de normas para una categoría de alimentos relacionados con la salud, a los cuales denominó FOSHU (Food for Specified Health Uses). Las normas se dirigían a una serie de Health Claims que podían utilizarse para este conjunto. La atención e inquietud por los alimentos funcionales en Japón se expandió rápidamente hacia Europa y Estados Unidos. En estos lugares se tuvo en cuenta que los alimentos funcionales además de disminuir los costos de salud pública, también eran una excelente oportunidad para el crecimiento y desarrollo de la industria alimentaria.

Actualmente, muchos consumidores se orientan hacia alimentos funcionales que podrían ser beneficiosos para el equilibrio entre los microorganismos que conforman la microbiota humana y su relación con el cuerpo, conocido como disbiosis, a fin de prevenir la aparición de enfermedades asociadas a ello.

Para comprender cuáles son las características presentes en aquellos alimentos que llevaron a la popularidad el término de “alimento funcional”, se puede mencionar la definición surgida durante la década del noventa del proyecto Functional Food Science in Europe (FuFoSE o Ciencia de los Alimentos Funcionales en Europa) elaborado por ILSI Europa (International Life Science Institute): “Un alimento puede considerarse funcional si se demuestra satisfactoriamente que ejerce un efecto beneficioso sobre una o más funciones selectivas del organismo, además de sus efectos nutritivos intrínsecos, de modo tal que resulte apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar, reducir el riesgo de

enfermedad o ambas cosas.” Asimismo, estableció que deben seguir siendo alimentos y que sus efectos deben mostrarse en las cantidades normalmente consumidas en la dieta.

Por otra parte, en Argentina se definen los probióticos en el artículo 1389 - (Resolución Conjunta SPReI N° 261/2011 y SAGyP N° 22/2011) y los prebióticos en el artículo 1390 - (Resolución Conjunta SPReI N° 229/2011 y SAGyP N° 731/2011) dentro del capítulo XVII Alimentos de Régimen o Dietéticos del Código Alimentario Argentino (CAA).

Conceptos y aplicaciones en la industria alimentaria



El mercado en el campo de los alimentos funcionales está en constante expansión, aquellos que contienen bacterias probióticas, constituyen el 60% de estos alimentos. Varios productos alimentarios incorporan o encapsulan cepas probióticas y están disponibles en jugos, diferentes tipos de yogures, quesos, mermeladas, galletas y suplementos alimentarios. La encapsulación ofrece muchos beneficios a los microorganismos, como vitalidad, funcionalidad, resistencia y protección.

Los prebióticos son utilizados en la industria de los alimentos como ingredientes funcionales que otorgan beneficios a la salud del consumidor como aliviar la inflamación intestinal, bajar los niveles de colesterol y prevenir desórdenes gastrointestinales, entre otros. Estos pueden modificar positivamente las características fisicoquímicas del alimento y pueden ser favorables para la microbiota intestinal del ser humano ya que son utilizados por dichos microorganismos para su desarrollo.

Las combinaciones simbióticas muestran otro enfoque del alimento funcional para estimular el crecimiento de probióticos.

Hace relativamente poco se utilizan en alimentos funcionales los postbióticos, que se refiere a preparaciones de microorganismos inanimados y sus componentes, los cuales confieren un efecto beneficioso en la salud.

Probióticos



Un probiótico debe cumplir varios criterios: tener buenas propiedades tecnológicas para poder fabricarse e incorporarse a productos alimentarios sin perder viabilidad y funcionalidad ni crear sabores o texturas desagradables.

Debe sobrevivir al paso por el tracto gastrointestinal superior y llegar vivo a su lugar de acción con una cantidad suficiente como para afectar a su microecología y metabolismo; también debe ser capaz de funcionar en el entorno intestinal.

La mayoría de cepas probióticas tienen la capacidad de llegar vivas al colon, pasando por el tracto gastrointestinal superior, pero su viabilidad depende de factores como el grado de acidez en el estómago, la longitud de la exposición al ácido, la concentración y la duración de la exposición a las sales biliares, entre otras; y también de los intrínsecos del probiótico.

En función de lo anterior, durante el proceso de selección de los microorganismos deben tenerse en cuenta varios aspectos incluyendo la seguridad, las características funcionales y tecnológicas. Aquellos relativos a seguridad, incluyen especificaciones como el origen (tracto gastrointestinal humano sano), la no patogenicidad y las características de resistencia a los antibióticos. Los aspectos funcionales incluyen la viabilidad y persistencia en el tracto gastrointestinal, inmunomodulación, propiedades antagónicas y antimutagénicas.

Los productos alimenticios suplementados con probióticos pueden contener una o varias cepas bacterianas diferentes. Específicamente en productos alimentarios fermentados, los probióticos pueden añadirse como cultivos iniciadores, los cuales pueden ser cepas bacterianas solamente y también bacterias y de levaduras con la capacidad de coexistir. Cabe resaltar que es indispensable mantener un alto número de probióticos durante la vida útil de los productos y es importante señalar que no todos los alimentos fermentados son probióticos.

Lactobacillus y *Bifidobacterium* constituyen los principales géneros de probióticos y son los más estudiados; tienen larga trayectoria de uso seguro y fueron caracterizadas como GRAS – Generalmente Reconocidos como Seguros. Estas son poblaciones dominantes en la microbiota del intestino humano. Otras especies pertenecientes a los géneros de *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Propionibacteria* y *Saccharomyces* (por ejemplo, *S. cerevisiae* y *S. boulardii*) también están incluidas en la lista de probióticos, principalmente por sus efectos beneficiosos para la salud

Las bifidobacterias tienen una temperatura óptima de crecimiento alrededor de 37 °C y pH 6,5 a 7; los lactobacilos, entre 30 y 40 °C, con un pH cercano a 6,5. Investigaciones

recientes se centran en la caracterización de cepas nuevas con impacto beneficioso que constituyen habitantes naturales en el intestino.

Las cepas *Lactobacillus casei* Shirota, *Lactobacillus rhamnosus* GG (ATCC 53103), *Lactobacillus johnsonii* LA1 o *Lactobacillus acidophilus* NCFB 1748 demostraron ser seguras y beneficiosas para la salud. Asimismo, presentan una estabilidad alta en medio ácido y son resistentes a los ácidos biliares; no obstante, solamente las últimas 3 tienen la capacidad de adherirse a la mucosa y solo *Lactobacillus rhamnosus* GG y *johnsonii* LA1 producen colonización colónica.

Tabla de principales microorganismos probióticos

<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Bifidobacteriaceae</i>	Otros
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Bifidobacterium animalis</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
<i>Lactobacillus johnsonii</i>	<i>Bifidobacterium breve</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>Bifidobacterium infantis</i>	<i>Aspergillus niger</i>
<i>Lactobacillus crispatus</i>	<i>Bifidobacterium longum</i>	<i>Aspergillus oryzae</i>
<i>Lactobacillus gasseri</i>	<i>Bifidobacterium adolescentis</i>	<i>Clostridium butyricum</i>
<i>Lacticaseibacillus casei</i>	<i>Bifidobacterium lactis</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i>	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	
<i>Lactiplantibacillus, plantarum</i> <i>subsp. plantarum</i>		
<i>Limosilactobacillus reuteri</i>		
<i>Ligilactobacillus salivarius</i>		
<i>Enterococcus faecium</i>		
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>		

Fuente: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10135203/>

Prebióticos

Los prebióticos son hidratos de carbono que funcionan como sustrato para los probióticos; son fibras solubles no digeribles que no se absorben en el intestino delgado y que fermentadas selectivamente dan lugar a cambios en la composición y actividad de la microbiota gastrointestinal confiriendo beneficios a la salud del consumidor. Por ejemplo, la ingestión de fructooligosacáridos y la de inulina favorecen a las bifidobacterias de forma selectiva.

No toda la fibra dietaria funciona como prebiótico. Dicho término se refiere a diversos carbohidratos y a lignina que resisten la hidrólisis por parte de las enzimas digestivas, pero que pueden ser fermentados por la microflora en el colon. Los componentes de la fibra que cumplen con los criterios para ser considerados prebióticos son inulina, fructooligosacáridos – FOS, galactooligosacáridos – GOS, oligosacáridos derivados de la soja, xilooligosacáridos, pirodextrinas e isomaltooligosacáridos. Otros componentes son más difíciles de clasificar como la goma guar, un tipo de fibra soluble fermentable que promueve en parte el crecimiento de bacterias probióticas, pero también actúa como sustrato no específico de las bacterias colónicas; lo mismo ocurre con algunas fracciones del almidón resistente que sí actuarían específicamente como prebióticos y otras simplemente como alimento colónico fermentable para las bacterias sacarolíticas. En los últimos años, se ha observado un creciente interés en los polifenoles como posibles prebióticos, que junto con los ya mencionados pueden tener distintas aplicaciones por sus diversas propiedades fisicoquímicas, a los cuales se les puede dar diferentes tipos de aplicaciones ya que cada uno posee diferentes propiedades.

Además de incluir dentro de sus beneficios la regulación del tránsito intestinal, los prebióticos pueden favorecer de los niveles sanguíneos de colesterol, triglicéridos y glucosa; pueden aumentar la sensación de saciedad y contribuir con la atenuación de la respuesta inflamatoria de las alergias, entre otros efectos. Por estas razones se utilizan en la industria de los alimentos como ingrediente funcional en distintos tipos de productos, ya que adicionalmente a los beneficios a la salud del consumidor, también pueden modificar positivamente las características fisicoquímicas del alimento.

Simbióticos

Muchos consumidores eligen alimentos que sean simbióticos. Este término se refiere a productos que contienen probióticos y prebióticos en forma combinada, que pueden actuar en forma sinérgica para modular la microbiota intestinal.

El concepto simbiótico es utilizado tanto para productos en los que el componente prebiótico favorece selectivamente al componente probiótico -por ejemplo oligofruktosa y bifidobacterias-, como también para la sinergia en sentido amplio, por ejemplo, oligofruktosa con *Lactobacillus (L) casei*.

Postbióticos

El término postbióticos se refiere a productos que contienen células inactivadas de microorganismos (o fragmentos) y metabolitos o componentes celulares, donde las células viables están ausentes o en cantidades despreciables. Su definición continúa en debate. El concepto se basa en que los efectos beneficiosos de los microorganismos, hongos y bacterias, se deben a las diversas sustancias que estos liberan durante su crecimiento y desarrollo.

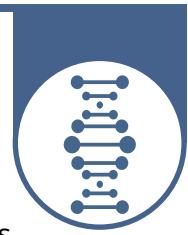
En consecuencia, se puede entender a los postbióticos como componentes de origen bacteriano o fúngico derivados de microorganismos que no necesariamente son probióticos, con impacto positivo en la salud del consumidor.

Tabla comparativa de las diferencias entre probióticos, prebióticos y postbióticos

	Probióticos	Prebióticos	Postbiótica
Definición	Microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, aportan un beneficio para la salud del huésped.	Ingredientes alimentarios no digeribles que estimulan beneficiosamente el crecimiento y/o la actividad de las bacterias intestinales.	Una preparación de microorganismos inanimados y/o sus componentes que aporta un beneficio para la salud del huésped.
Fuente	Bacterias o levaduras, a menudo procedentes de alimentos fermentados como yogur. Ejemplos: <i>Lactobacillus</i> , <i>Bifidobacterium</i> .	Normalmente fibras dietéticas u otros carbohidratos. Ejemplos incluyen la inulina, FOS y GOS.	Normalmente son subproductos metabólicos de bacterias probióticas. Se puede extraer y administrar sin bacterias vivas.
Función	Puede colonizar el intestino, mejorando su equilibrio microbiano. Pueden producir postbióticos.	Proporciona alimento para las bacterias beneficiosas, promoviendo su crecimiento y actividad.	Puede no afectar directamente a la composición de la microbiota, pero sí ejercer efectos beneficiosos sobre la salud del huésped.
Estabilidad	Sensible a condiciones ambientales como la temperatura y el ácido estomacal.	Generalmente estable y no afectada por la temperatura ni el ácido estomacal.	Estable; no es sensible a la temperatura, al ácido estomacal o a enzimas digestivas.
Seguridad	Puede causar infecciones en personas inmunodeprimidas.	El consumo excesivo puede provocar molestias gastrointestinales.	Generalmente seguro, pero los efectos de grandes cantidades no son muy conocidos.
Ejemplos	Yogur, kefir, alimentos fermentados, ciertos suplementos.	Alimentos como ajo, cebolla, espárragos y cereales integrales.	Los SCFAs como el butirato, ciertos componentes celulares bacterianos o péptidos.

Abreviaturas: FOS, fructooligosacáridos; GOS, galactooligosacáridos; SCFAs, ácidos grasos de cadena corta.
Fuente: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10625129/>

Desarrollo y elaboración de alimentos probióticos, prebióticos y postbióticos



La inclusión de probióticos en una matriz alimentaria plantea varios desafíos tecnológicos ya que deben estar disponibles en cantidades adecuadas y aportar sus beneficios para la salud. A fin de asegurarlo se consensuó que los alimentos probióticos deben tener un mínimo de 1×10^6 UFC/g de células viables durante toda la vida útil del producto.

En dicho rubro, los cultivos probióticos se proporcionan principalmente en formas secas por pulverización o liofilizado. El hecho que el tracto gastrointestinal humano posea una gran variedad de condiciones ambientales diferentes dificulta diseñar un sistema de entrega probiótica que alcance con éxito el intestino grueso. Las células deben sobrevivir al procesamiento y almacenamiento de alimentos, como también soportar las condiciones de estrés del sistema digestivo.

Asimismo, la adición de probióticos puede alterar el sabor y el aroma del producto alimentario final debido a la producción de diferentes metabolitos como ácidos orgánicos durante la fermentación y el almacenamiento prolongado.

Entre las estrategias y métodos novedosos más adoptados para mejorar la viabilidad de los probióticos se pueden mencionar la microencapsulación y co-encapsulación.

La co-encapsulación se refiere a la encapsulación de dos o más componentes bioactivos que actúan en forma sinérgica en una sola matriz y es una técnica que favorece su protección durante las condiciones adversas en procesos productivos, almacenamiento como temperaturas elevadas, alta humedad, altos niveles de oxígeno, ciertos valores de pH y exposición a la luz.

Para las técnicas de obtención de microcápsulas se puede consultar la guía sobre microencapsulación.

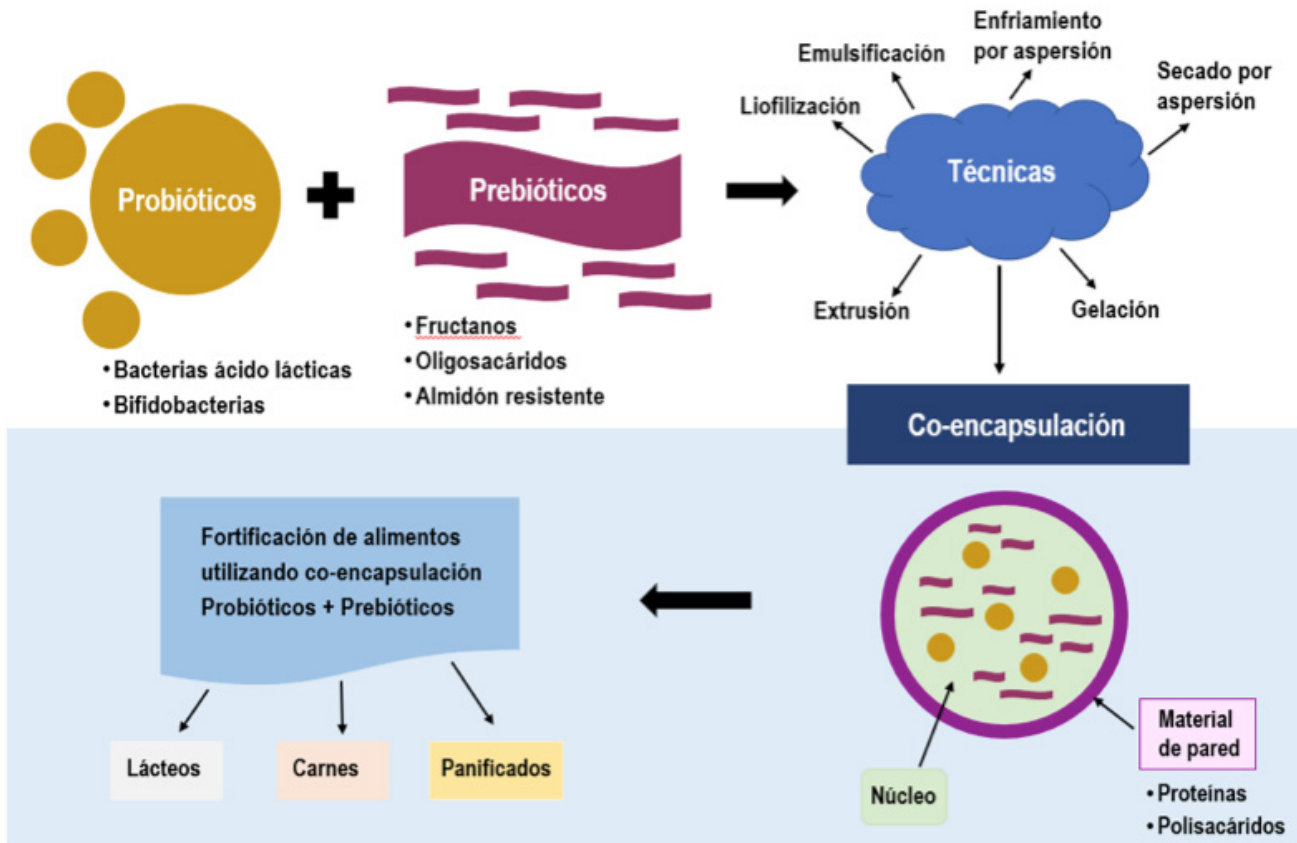
Las bacterias probióticas se pueden microencapsular mediante coacervación, seguida de secado por aspersión o secado de cama por chorro el cual, a diferencia del secado por aspersión, se vierte el fluido sobre un tambor de secado tipo lecho fluidizado que suspende y seca las partículas.

Las técnicas de liofilización (para mayor detalle consultar la guía específica) tienen el beneficio de la baja temperatura durante el proceso, pueden utilizarse crioprotectores

para evitar daños en las células por la formación de cristales. Como desventaja, es un método que lleva tiempo y no reduce el tamaño de partícula tan significativamente como los otros procesos de secado, debido a la retención de la estructura hidratada. En cambio, el lecho fluidizado logra el secado suspendiendo la carga en aire con calor extra para ayudar en la evaporación del disolvente. Este método es rápido y comúnmente utilizado en granulación, puede romper cualquier tamaño de grano.

En un estudio sobre el efecto del secado por lecho fluidizado en distintas microcápsulas, se observó que este método no afecta su capacidad para proteger bacterias. Sin embargo, uno de los principales inconvenientes es que el ambiente aeróbico requerido para el secado puede resultar perjudicial para microorganismos anaerobios estrictos. Este aspecto podría evitarse mediante el uso de dispositivos que permitan operar bajo una atmósfera libre de oxígeno. Asimismo, se señala que las altas temperaturas empleadas en el proceso (80 °C o superiores) podrían afectar la viabilidad de los microorganismos.

En diversas investigaciones sobre encapsulación aplicada a sustancias bioactivas se utilizaron distintos métodos y materiales de encapsulación, como nanoliposomas y nanopartículas poliméricas biocompatibles. Las sustancias cargadas en nanopartículas tuvieron excelentes resultados en términos de solubilidad, absorción y biodisponibilidad. La encapsulación de probióticos intenta aumentar su estabilidad y vitalidad, así como ofrecer una liberación regulada que les permite adherirse y colonizar el intestino de forma eficiente. Vale recordar que los polímeros utilizados para la microencapsulación deben tener la capacidad de proteger las células durante la acidez estomacal y liberarlas en condiciones neutras a alcalinas del intestino delgado. Por ello, es importante considerar características físicas y químicas específicas como la concentración del material de recubrimiento, el tipo de cultivo, el recuento celular inicial, el tamaño de las partículas y la solubilidad en agua a fin de garantizar la supervivencia de los probióticos en microcápsulas. Los polímeros más utilizados en la encapsulación probiótica son el alginato, almidón, quitosano, goma xantana, k-carragenina, acetato de celulosa ftalato, gelatina y proteínas de leche; mientras que las técnicas más empleadas son extrusión, emulsificación, enfriamiento por aspersión, secado por aspersión y gelación.



Fuente: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12177212/>

Algunas cepas probióticas para incluir encapsuladas en yogures son:

Cepa probiótica	Procedimiento/Material de encapsulación
<i>B. longum</i>	→ Secado por aspersión (maltodextrina / goma arábica)
<i>B. infantis</i>	→ Extrusión (goma gellan / xántica) → Emulsificación (alginato)
<i>L. acidophilus</i>	→ Emulsificación (alginato o alginato / almidón) → Extrusión (alginato / quitosano o Ca / alginato o Raftilosa (oligofruktosa), raftilina (inulina) y almidón) → Secado por aspersión (maltodextrina/goma arábica)
<i>B. breve</i>	→ Emulsificación (grasa de leche y proteína de suero)
<i>B. lactis</i>	→ Extrusión (alginato / quitosano)
<i>L. casei</i>	→ Emulsificación (alginato) → Extrusión (alginato / pectina o alginato / quitosano)
<i>L. rhamnosus</i>	→ Emulsificación (alginato)

Fuente: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10135203/>

Existen en el mercado gran variedad de productos, a continuación se presenta una tabla con ejemplos de marcas comerciales y fabricantes de probióticos.

Cepa	Nombre de marca comercial	Fabricante
<i>Bifidobacterium animalis</i> DN 173 010	Activia	Danone/Dannon
<i>Bifidobacterium animalis</i> spp. <i>lactis</i> Bb-12		Chr. Hansen
<i>Bifidobacterium breve</i> Yakult	Bifiene	Yakult
<i>Bifidobacterium infantis</i> 35624	Align	Procter y Gamble
<i>Bifidobacterium lactis</i> HN019 (DR10)	Howaru Bifido	Danisco
<i>Bifidobacterium longum</i> BB536		Morinaga Milk Industry
<i>Enterococcus</i> LAB SF 68	Bioflorin	Cerbios-Pharma
<i>Escherichia coli</i> Nissle 1917	Mutaflor	Ardeypharm
<i>Lactobacillus acidophilus</i> LA-5		Chr. Hansen
<i>Lactobacillus acidophilus</i> NCFM		Danisco
<i>Lactobacillus casei</i> DN-114 001	Actimel, Dan Active	Danone/Dannon
<i>Lactobacillus casei</i> CRL431		Chr. Hansen
<i>Lactobacillus casei</i> F19	Cultura	Arla Foods
<i>Lactobacillus casei</i> Shirota	Yakult	Yakult
<i>Lactobacillus johnsonii</i> La1 (Lj1)	LC1	Nestlé
<i>Lactococcus lactis</i> L1A		Norrmejerier
<i>Lactobacillus plantarum</i> 299V	Good Belly, ProViva	Next Foods Probi
<i>Lactobacillus reuteri</i> ATCC 55730 <i>Lactobacillus reuteri</i> DSM 17938 <i>Lactobacillus reuteri</i> ATCC PTA 6475	Retueri Protectis Lactobacillus reuteri Gastrus	Bio Gaia Biologics
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> ATCC 53013 (LGG)	Vifit y otros	Valio
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> LB21	Verum	Norrmejerier
<i>Lactobacillus salivarius</i> UCC118		
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (<i>boulardii</i>) lio	Diar Safe, Ultralevure y otros	WrenLaboratories, Biocodex y otros
Mezcla: <i>Lactobacillus acidophilus</i> CL1285 y <i>Lactobacillus casei</i> Lbc80r	Bio K+	Bio K+ International
Mezcla: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GR-1 y <i>Lactobacillus reuteri</i> RC-14	Fem Dophilus	Chr. Hansen
Mezcla: VSL#3 (combinación de una cepa de <i>Streptococcus thermophilus</i> , 4 <i>Lactobacillus</i> spp. y 3 cepas de <i>Bifidobacterium</i> spp)	VSL#3	Danisco
Mezcla: <i>Lactobacillus acidophilus</i> CUL60 y <i>Bifidobacterium bifidum</i> CUL 20		
Mezcla: <i>Lactobacillus helveticus</i> R0052 y <i>Lactobacillus rhamnosus</i> R0011	A'Biotica y otros	Institut Rosell
Mezcla: <i>Bacillus clausii</i> cepas O/C, NR, SIN y T	Enterogermina	Sanofi-Aventis
Mezcla: <i>Lactobacillus rhamnosus</i> + <i>Bifidobacterium longum</i> + <i>Pediococcus pentosaceus</i>	Sanogermina Flora Niños	Sanofi-Aventis AB-BIOTICS, SA

En relación con los postbióticos, existen diversas técnicas para su obtención, favorecidas por su heterogeneidad estructural. Entre ellas se incluyen la extracción enzimática y con solventes, así como tratamientos físicos como la sonicación y el calor. Asimismo, la lisis de células bacterianas puede lograrse mediante técnicas químicas o mecánicas.

Una forma es obtener el sobrenadante libre de células derivado de cultivos de bacterias y levaduras, el cual contiene metabolitos biológicamente activos. Este se centrifuga y luego se eliminan los microorganismos; por último, se filtra la mezcla resultante.

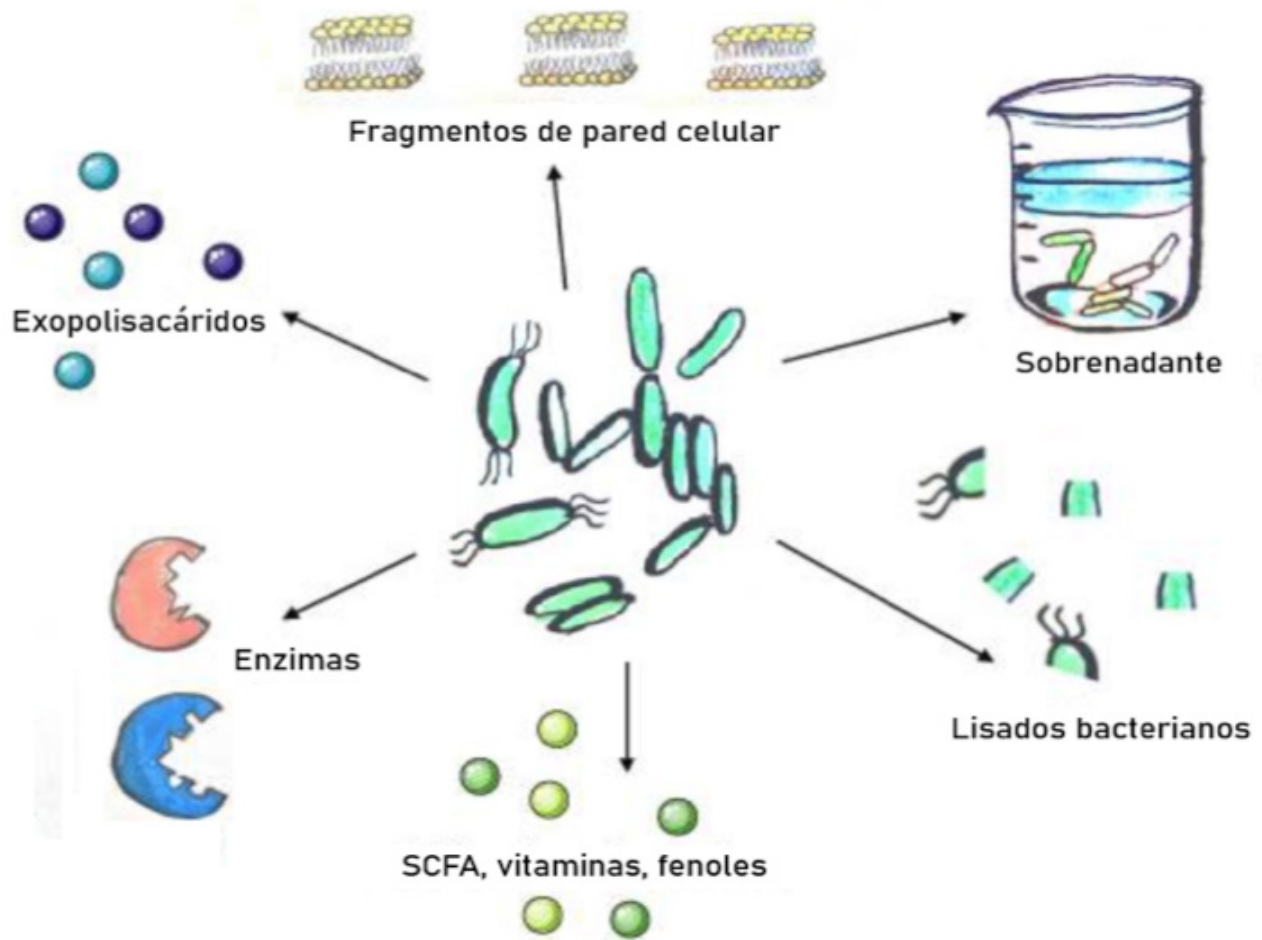
También se pueden obtener los biopolímeros con diferentes propiedades químicas producidos por los microorganismos durante su crecimiento. Esos biopolímeros pueden ser liberados fuera de la pared celular bacteriana, formando un grupo heterogéneo de sustancias llamadas exopolisacáridos (EPS).

Otro postbiótico, son las enzimas que producen los microorganismos durante su desarrollo como mecanismo de defensa ante los efectos nocivos de las especies reactivas al oxígeno - ROS; en particular, enzimas antioxidantes como glutatión peroxidasa - GPx, peróxido dismutasa, catalasa y NADH-oxidasa.

Los fragmentos de paredes celulares pueden contener muchos componentes inmunogénicos como el ácido lipoteicoico bacteriano.

Los ácidos grasos de cadena corta - SCFAs también son un producto del metabolismo de microorganismos, entre ellos se pueden mencionar los ácidos acético, propiónico y butírico; que pueden formar el ácido graso correspondiente.

Los lisados bacterianos constituyen una forma de postbióticos y se utilizan, por ejemplo, para mejorar la salud intestinal. Se obtienen mediante la degradación química o mecánica de microorganismos.



Fuente: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7468815/>

En síntesis, la industria de alimentos dispone de una amplia gama de productos con diversas características y funcionalidades por desarrollar, lo que implica la necesidad de continuar impulsando la investigación en los campos de la salud y la tecnología.

Fuentes consultadas



- › Technological challenges for future probiotic foods
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958694601000991>
- › Usos y Aplicaciones de Prebióticos en la Industria Alimentaria; Martínez Nimmerfall, I.P, García Rodríguez, S.R, Wong Paz, J.E, Reyes Munguía, A, Muñiz Márquez, D.B.
- › Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila – 2025 volumen 17, No. 34
- › Probiotics in Food Systems: Significance and Emerging Strategies Towards Improved Viability and Delivery of Enhanced Beneficial Value
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6683253/>
- › <https://www.farmaceuticonline.com/es/probioticos-prebioticos-postbioticos/>
- › Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica
<https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-actualizacion-probioticos-prebioticos-simbioticos-nutricion-S1575092216301139>
- › About Functional Foods: The Probiotics and Prebiotics State of Art
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10135203/>
- › Probiotics, prebiotics, and postbiotics in health and disease
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10625129/>
- › Co-Encapsulation of Probiotics and Prebiotics: Techniques and Applications in Food Fortification
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12177212/>
- › Microencapsulation: Probiotics, Prebiotics, and Nutraceuticals
<https://www.scientificarchives.com/article/microencapsulation%3A-probiotics-prebiotics-and-nutraceuticals>
- › Probiotic Encapsulation: Bead Design Improves Bacterial Performance during In Vitro Digestion
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10649307/>
- › Postbiotics—A Step Beyond Pre- and Probiotics
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7468815/>



**Ministerio
de Economía**
República Argentina

**Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca**