

Leches fermentadas como vehículos de probióticos

Prof. Mariano García-Garibay
Departamento de Biotecnología
Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa
Apartado Postal 55-535 México D.F., 09340 México.
Correo electrónico: jmgg@xanum.uam.mx

Introducción

Se entienden como probióticos a microorganismos vivos incorporados como suplementos a algunos alimentos para beneficiar la salud del huésped humano o animal a través de mejorar el balance de su flora intestinal. Los probióticos son cultivos simples o mezclados de estos microorganismos, los cuales al ser consumidos por humanos o animales, sobreviven al paso por el tracto gastrointestinal y se implantan en el colon o intestino delgado, y afectan favorablemente al huésped en términos de salud.

Aunque existen presentaciones farmacéuticas de probióticos (como tabletas, cápsulas o polvos), y en principio muchos alimentos podrían ser utilizados como vehículos de éstos, tradicionalmente las leches fermentadas han sido utilizadas como la principal vía de administración de probióticos, y las bacterias más usadas y estudiadas son bacterias lácticas, microorganismos estrechamente ligados a los productos lácteos.

En los últimos 10 ó 15 años se ha desarrollado un creciente interés por las bacterias con características probióticas en los humanos, tanto en el sector científico como en el industrial, particularmente en los países europeos y en Japón, y un poco menos en EUA y Canadá. En México está iniciándose un importante auge en el consumo de leches fermentadas con probióticos tipo Yakult, de las cuales existen al menos cinco marcas de productos comerciales. Adicionalmente, Nestlé ha lanzado este año una línea de fórmulas infantiles con probióticos, y existe también un incremento en la oferta de productos probióticos en presentaciones farmacéuticas en tiendas especializadas.

La fermentación de la leche

La leche es un producto natural cuya función es servir como alimento durante la primera etapa de la vida cuando se debe sostener un crecimiento acelerado. La leche es además un alimento muy versátil, ya que mediante diversas operaciones y procesos puede transformarse en un gran número de derivados, entre ellos los denominados genéricamente leches fermentadas. El consumo humano de leche y productos lácteos de otras especies es tan antiguo que es imposible establecer su inicio. La transformación de la leche en otros productos, como leches fermentadas, es también antiquísima y muy variada, a la vez que ampliamente distribuida en todo el mundo. La fermentación de la leche ocurre ya sea en su estado natural, o cuando ha sido modificada de alguna manera, por ejemplo descremada o concentrada, lo cual implica la interacción de algunos microorganismos con ésta, modificando su sabor, consistencia, y muchas veces mejorando algunas de sus características como su digestibilidad, valor nutritivo, etc. Esta fermentación puede llevarse a cabo por diversos microorganismos solos o sus combinaciones, lo cual da origen a la gran variedad de leches fermentada existentes.

El grupo de microorganismos más importante es el de las denominadas bacterias lácticas, las cuales intervienen en un gran número de fermentaciones de alimentos, como los quesos, aceitunas, salami, etc., pero en algunos casos también intervienen otros tipos de microorganismos como las levaduras.

Existen en todo el mundo más de 400 leches fermentadas

(Kurmann *et al.*, 1992); en este espacio se revisan unas cuantas: las que se producen y consumen en México. En nuestro país se fabrican industrialmente yogurt, Yakult y productos similares, jocoque (conocido en otros países como «butter-milk»), y jocoque árabe o labne, siendo el yogurt el más importante, ya que su consumo puede estimarse en de 160 mil toneladas por año. En forma casera hay también en México fabricación de leches fermentadas como los búlgaros (conocido en otras partes como kefir), además del yogurt, jocoque y labne.

En la Tabla 1 se describen las principales características de estos productos, incluyendo las especies de microorganismos que las fermentan; posteriormente se revisan con más detalle las características de estos productos y sus procesos de elaboración. Las leches fermentadas además de su amplia aceptación como alimentos nutritivos, sabrosos y convenientes, han sido utilizadas en forma creciente como el principal vehículo para las bacterias con características probióticas en los humanos en el transcurso de la última década, particularmente las bacterias que tienen la capacidad de implantarse en la flora intestinal como algunas especies de bifidobacterias, *Lactobacillus casei* o *Lactobacillus acidophilus*.

Primeras propuestas de leches fermentadas como probióticos

Las leches fermentadas han sido consideradas desde hace muchos años como alimentos benéficos para la salud. A finales del Siglo XIX, Elie I. Metchnikoff sugirió que el consumo de leches fermentadas como el yogurt, contribuía a incrementar la longevidad de pobladores de Europa Central, quienes consumían grandes cantidades de este producto y vivían muchos años. Pese a que Metchnikoff fue un científico notable, quien obtuvo el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1908 por sus investigaciones en inmunología, esta afirmación fue muy simplista y carente de fundamento científico, que no obstante contribuyó a construir una imagen del yogurt y otras leches fermentadas como alimentos «saludables» (García-Garibay, 1986); el mismo fue un gran consumidor de yogurt y vivió sólo hasta los 71 años.

En 1930, un científico japonés de la Universidad de Kioto, Minoru Shirota, aisló de heces humanas una cepa de *Lactobacillus casei*, que posteriormente cultivó en leche, originando una bebida con características probióticas. Shirota atribuyó a este lactobacilo la capacidad de promover la salud

Principales características de las leches fermentadas elaboradas en México

PRODUCTO	SINÓNIMO O PRODUCTO SIMILAR	MATERIA PRIMA O TRATAMIENTO ESPECIAL	MICROORGANISMOS	TEMPERATURA DE FERMENTACIÓN
Yogurt		Leche concentrada antes de fermentar	<i>Str. thermophilus</i> <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	40-45°C
Yakult		Leche descremada diluida	<i>Lb. casei</i> subsp. <i>casei</i>	37°C
Jocoque	«Buttermilk» leches escandinavas	Leche descremada o suero de mantequilla	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> y <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	22°C
Búlgaros	Kefir	Maduración después de fermentar	Simbiosis microbiana atrapada en matriz de polisacárido: <i>Lb. kefir</i> , <i>Candida kefir</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>K. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> <i>Lb. casei</i> subsp. <i>casei</i>	22-25°C
Labne	Jocoque árabe, labneh, lebneh	Concentración después de la fermentación	<i>Str. thermophilus</i> y <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	40-42°C

Tabla 1.

intestinal y prevenir enfermedades mediante su consumo oral, y en 1935 desarrolló el Yakult, siendo este producto la primera leche fermentada diseñada específicamente como probiótico. Junto con Metchnikoff, Shirota fue uno de los pioneros en el estudio de probióticos, aunque las bases científicas más sólidas de los verdaderos beneficios de estas bacterias lácticas en la salud se han empezado a estudiar con mayor rigor científico en los últimos años (desde mediados de la década de los 1980s), entre otros por el científico holandés Jos J. H. Huis in't Veld, quién por desgracia falleció en febrero del 2000.

En Rusia y la antigua URSS, se ha utilizado en algunos hospitales durante muchos años al koumiss, leche fermentada típica de esa región producida con leche de yegua, como terapia para enfermos de tuberculosis (Kosikowski, 1977; Koroleva, 1991). No existen reportes científicos confiables de que este producto pudiera de alguna forma mejorar a estos pacientes, pero esto es parte de los mitos folklóricos que rodean a las leches fermentadas como alimentos «saludables» o «terapéuticos», lo cual finalmente se relaciona con el concepto probiótico.

La aplicación terapéutica de los probióticos fuera del ámbito de las leches fermentadas fue instituida en 1906 por Tissier, quién utilizó cepas de *Bifidobacterium bifidum* aisladas tiempo atrás por el mismo (1899-1900) para aliviar a infantes de diarrea (Kurmman y Rasic, 1991).

Bacterias probióticas

Las bacterias que tienen la capacidad de implantarse en la flora intestinal como algunas especies de bifidobacterias, *Lactobacillus casei* o *Lactobacillus acidophilus*, son las que pueden considerarse como las bacterias probióticas típicas, y las que más interés han despertado. En la Tabla 2 se presenta una lista de las principales especies de bacterias lácticas utilizadas como probióticos. El común denominador de estas especies es que pertenecen al grupo denominado como bacterias lácticas, que si bien es una denominación que carece de validez taxonómica, describe a un grupo de bacterias gram positivas, no esporuladas, productoras de ácido láctico como metabolito principal de su fermentación. Este grupo de bacterias tienen gran importancia industrial y muchas de ellas están ligadas a la fermentación de la leche y sus derivados. Las cepas que particularmente se utilizan como probióticos, son cepas aisladas de heces humanas, lo cual garantiza que tienen la capacidad de colonizar el tracto intestinal del consumidor (Tannock, 1997).

Los criterios fundamentales aplicados a probióticos con aplicación en humanos son: Que sean bacterias de origen humano, estables a la bilis y ácidos estomacales (lo que impli-

ca que pasen por el tracto gastrointestinal manteniéndose viables), capaces de adherirse a la mucosa intestinal, colonizar temporalmente el tracto intestinal, producir sustancias antimicrobianas, y ser seguras para las personas (Salminen, 1999). En años recientes se ha hecho evidente que bacterias de los géneros *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* existen en grandes cantidades en el intestino, no sólo de infantes, sino también de humanos adultos sanos, contribuyendo al bienestar fisiológico del individuo (Salminen *et al.*, 1998a). Los beneficios específicos a la salud del huésped por estas bacterias son descritos más adelante.

Prebióticos y simbióticos

Una parte fundamental de la funcionalidad de las bacterias probióticas, es estimular su sobrevivencia y permanencia prolongada en el tracto gastrointestinal; por esa razón, conjuntamente con el interés existente por los probióticos, también se ha desarrollado un gran interés, acentuado sobre todo quizá en los últimos cinco años, por los prebióticos, y por el uso conjunto de ambos componentes en productos alimenticios, lo cual se ha definido como simbióticos.

Los prebióticos son ingredientes no digeribles de los alimentos que estimulan el desarrollo de bacterias como *Bifidobacterium*

Principales especies de bacterias lácticas de origen humano utilizadas como probióticos

ESPECIE	CEPAS COMERCIALMENTE IMPORTANTES
<i>Bifidobacterium adolescentis</i>	
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	
<i>Bifidobacterium breve</i>	
<i>Bifidobacterium infantis</i>	
<i>Bifidobacterium longum</i>	
<i>Enterococcus faecium</i>	
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	LA1 (<i>L. johnsonii</i>)
<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>casei</i> (<i>L. paracasei</i>)	Shirota
<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i>	GG
<i>Lactobacillus plantarum</i>	
<i>Lactobacillus reuteri</i>	

Tabla 2.

y *Lactobacillus* en la flora colónica; los únicos compuestos prebióticos conocidos que se encuentran en los alimentos son oligosacáridos como los fructooligosacáridos y los galactooligosacáridos. Se conoce como simbiótico a un producto alimenticio que contiene ingredientes prebióticos y probióticos (Crittenden y Playne, 1996; Salminen *et al.*, 1998b).

Existen leches fermentadas en diferentes países a las cuales, además de la adición o fermentación con las bacterias probióticas, también se les adicionan estos oligosacáridos con características prebióticas (Gibson y Roberfroid, 1995; Crittenden y Playne, 1996; Voragen, 1998).

En la literatura científica reciente se nota claramente un aumento en el interés por desarrollar procesos de síntesis y/o producción de oligosacáridos con características de prebióticos. Este interés tiene su contraparte industrial donde se observa, particularmente en empresas europeas y japonesas, una gran actividad en el desarrollo y mercadeo de alimentos, sobre todo bebidas, con simbióticos. Los tipos de alimentos más comúnmente elaborados con estas características son bebidas lácteas, ya que las bacterias lácticas utilizadas como probióticos crecen bien, y normalmente se relacionan con leche; un ejemplo de simbiótico es el Yakult 80Ace, producido por Yakult en Japón, pero existen muchos otros productos de este tipo en varios países. En el campo de las fórmulas infantiles existen también combinaciones de prebióticos como la lactulosa, con probióticos como *B. bifidum* (Kurmann y Rasic, 1991).

Beneficios de los probióticos

Entre los beneficios de los microorganismos probióticos sobre los cuales existen evidencias científicas más sólidas se encuentran: disminución de incidencias de infecciones gastrointestinales, y en ocasiones sistémicas, y disminución de la temporalidad de diarreas ocasionadas por rotavirus, por diversos mecanismos como competencia por los sitios de adhesión en el intestino, producción de sustancias antimicrobianas que inhiben a las bacterias que producen enfermedades, y por incremento de la respuesta inmune del consumidor; reducción de la incidencia de cáncer de colon, principalmente por la detoxificación de compuestos carcinogénicos presentes en la dieta; la síntesis de algunos nutrientes desde la flora colónica, como vitaminas y ácidos grasos de cadena corta.

Algunos otros beneficios para el huésped tienen evidencias menos sólidas, ya que sólo se han podido demostrar en estudios *in vitro*, o estudios poco contundentes en animales o en el ámbito epidemiológico, aunque existen grupos de científicos tratando activamente de comprobarlos; tales son los casos de la reducción de colesterol en sangre, la inhibición

de *Helicobacter pylori*, bacteria causante de la gastritis antral, la detoxificación de pacientes con encefalopatía hepática, y menor recurrencia de cáncer de vejiga, entre otros (de Roos y Katan, 2000; Gilliland, 1998; Salminen *et al.*, 1998a).

Leches fermentadas en México

Yogurt

El yogurt es la leche fermentada que resulta del desarrollo en la leche de dos especies de bacterias lácticas en forma simultánea. La fermentación se efectúa a una temperatura entre 40 y 45°C, y de ahí resultan el sabor ácido y el aroma característico del producto; el ácido producido por las bacterias lácticas provoca también que la leche se coagule y por lo tanto que el yogurt adquiera su firmeza típica. En México se elaboran tres tipos principales de yogurt: firme, batido y líquido, cada uno de ellos en forma natural o de sabores. Se elabora con leche más concentrada de lo normal para mejorar la firmeza del producto y evitar la sinéresis (separación de líquido). La concentración de la leche se hace por la adición de leche descremada en polvo u otros sólidos de leche como caseinatos, o bien por evaporación de agua. La leche se concentra normalmente desde 12.5%, hasta un contenido de sólidos totales de 15 a 18%.

Para enmascarar el alto nivel de acidez del yogurt frecuentemente se le añaden edulcorantes, principalmente azúcar, aunque también son utilizados otros como la miel, o para los yogures con bajo contenido energético, se utilizan edulcorantes no calóricos como la sacarina, el aspartamo, y otros.

Existe en el mercado del mundo occidental una muy marcada preferencia por el yogurt saborizado o con fruta sobre el natural. Los yogures de frutas se elaboran en México con mermeladas, la cual puede añadirse en el fondo del envase para la elaboración del yogurt tipo firme, o puede mezclarse con el producto para la elaboración del yogurt tipo batido o líquido.

La pasteurización de la leche tiene el propósito de eliminar microorganismos indeseables de la leche, tanto patógenos como de descomposición. Las condiciones de pasteurización son muy drásticas: se usan condiciones que varían entre temperaturas de 70 a 90°C, durante 5 a 45 min. Un calentamiento insuficiente puede resultar en un yogurt con cuerpo débil, mientras que un sobrecalentamiento ocasiona un producto con textura granular, fuerza de gel débil y tendencia a que se separe el suero.

Para la fermentación la leche se lleva a una temperatura de 40-45°C y se inocula con 2 a 5% de un cultivo compuesto de una mezcla con relación uno a uno de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.

La leche se incuba a esta temperatura de 3 a 6 horas, y el producto alcanza acidez de entre 0.8 y 1.4% de ácido láctico y un pH entre 3.7 y 4.6. La incubación se efectúa en el envase de distribución en el caso del yogurt firme o semisólido, y en tanques para el yogurt batido y líquido. En el primer caso la temperatura de los envases se controla mediante baños con agua o gabinetes con aire con temperatura controlada, por lotes o en túneles con bandas en procesos semicontinuos. En el segundo caso la fermentación se efectúa a granel en tanques provistos de paletas que deberán romper y agitar delicadamente el coágulo al final de la fermentación. Finalmente el producto se enfría a entre 5 y 7°C, temperatura a la cual la fermentación se detiene y el producto se acidifica ya muy poco.

Los productos resultantes son: en el caso de la fermentación en el envase, un yogurt de consistencia rígida, con la apariencia de un gel semisólido, que puede tener colorantes y saborizantes añadidos antes de la fermentación, e incluso fruta, la cual se adiciona en el fondo del envase también previo a la formación del coágulo. En el caso del yogurt batido, llamado también tipo suizo o continental, una vez roto y agitado el coágulo debe obtenerse un producto de consistencia cremosa y uniforme, al cual se puede añadir saborizantes, colorantes y/o frutas (García-Garibay *et al.*, 1993).

El yoghurt ha tenido desde hace muchos años una imagen de alimento «saludable», sin embargo, las especies bacterianas que tradicionalmente se utilizan en su elaboración, no toleran el paso por el tracto gastrointestinal y son incapaces de colonizar la mucosa intestinal, por lo cual en principio no aportan la mayoría de los beneficios de las bacterias probióticas. No obstante, se ha reportado que un consumo cotidiano de yogurt en cantidades abundantes, tiene un efecto terapéutico contra *Helicobacter pylori*. También se ha reportado una disminución en el contenido de colesterol en sangre en consumidores habituales de yogurt, aunque este sigue siendo un punto polémico ya que hay reportes contradictorios. Finalmente, también se ha reportado que los cultivos de yogurt tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de algunos tumores en ratas y ratones (Gilliland, 1991). Existen sugerencias de que éstos y otros efectos benéficos del yogurt pudieran estar relacionados con un incremento de la respuesta inmune de los consumidores (Meydani y Ha, 2000).

Por otra parte, el hecho de que las bacterias lácticas del yogurt sean lisadas por los jugos gástricos representa una ventaja interesante para este alimento. Por la lisis celular, las bacterias vierten sus enzimas intracelulares, entre las cuales se encuentra la β -galactosidasa o lactasa, la cual permite la hidrólisis de la lactosa *in vivo* y consecuente absorción dentro del intestino delgado del consumidor, evitando así el problema de intolerancia a la lactosa; por lo tanto, el yogurt, a pesar de contener cantidades de lactosa tan altas o más que la leche (ya que se elabora con leche concentrada), no pro-

duce problemas a las personas intolerantes a este azúcar (Rosado, 1996).

El yoghurt es, particularmente en los países donde hay una gran demanda por los probióticos, el principal vehículo para bacterias probióticas de las especies *Bifidobacterium* sp. y *Lactobacillus acidophilus*, que si tienen la capacidad de sobrevivir al paso por el aparato digestivo e implantarse en la mucosa intestinal (Tannock, 1997, 1999). Este tipo de yogures, los cuales se elaboran con combinaciones de las cuatro especies: *S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Bifidobacterium* sp. y *Lactobacillus acidophilus*, reciben en Europa el nombre de yogurt AB, y se han vuelto sumamente populares en los últimos 10 años, tanto en su presentación sólida, como de yogurt para beber.

Existen también yogures que contienen, además de las especies del yogurt, una sola de las bacterias probióticas; un ejemplo es el Bioghurt, producto de origen alemán, o el ACO-yoghurt de Suiza, que contienen *L. acidophilus*, y el Biogar de Alemania y el Bifighurt del Reino Unido que contienen *B. bifidum*. Un producto similar a estos últimos fue puesto en el mercado mexicano por Nestlé durante la década de los 1980s, con la marca Biovita.

Yakult y productos similares

La leche fermentada que por su consumo en México sigue en importancia es el Yakult, la cual tuvo su origen en Japón hace más de 60 años. Aunque el nombre Yakult es una marca registrada propiedad de la empresa Yakult Honsha de Japón, el nombre se utiliza en forma general en la literatura técnica y en libros de texto especializados en todo el mundo, ya que este producto no tiene un nombre genérico. Adicionalmente, y debido al gran éxito que ha tenido el producto en varios países, inclusive en México, existen varias marcas comerciales de productos similares o imitaciones del Yakult. En México, este tipo de productos ha encontrado gran demanda, lo cual ha permitido que de Yakult se consuman diariamente 1.5 millones de frascos (equivalentes a 120 mil litros).

Existen al menos otras cuatro marcas de leches fermentadas tipo Yakult; sus nombres comerciales son Chamyt de Nestlé, Yulin, Kultai y Bonacult. Estos productos tienen como objetivo fundamental servir como probióticos, ya que en todos los casos se elaboran con bacterias que sobreviven al paso por el tracto gastrointestinal y son capaces de implantarse en la mucosa intestinal. La Tabla 3 muestra las especies de bacterias utilizadas en estos productos. El caso de Kultai, es singular dentro de este grupo de alimentos, ya que se elabora con una mezcla de cultivos igual a la utilizada en los yogures AB, aunque en este caso la bebida no se considera como yogurt por su bajo contenido de sólidos de leche.

Yakult empezó a fabricarse en Japón en 1935, y en la actua-

Bacterias utilizadas en leches fermentadas tipo Yakult utilizadas como probióticos

PRODUCTO (Marca)	ESPECIE(S) ¹	CEPA ²
Yakult	<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>casei</i>	Shirota
Chamyto (Nestlé)	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	LA1 (<i>L. johnsonii</i>)
Kultai	<i>Streptococcus thermophilus</i> <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Bifidobacterium bifidum</i>	*
Bonacult (Prolesa)	<i>Lactobacillus casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i>	*
Yulin	<i>Lactobacillus plantarum</i>	*

¹ Las especies fueron aisladas y determinada su identidad en el laboratorio del autor con el sistema API 50 CHL.

² La información sobre las cepas está disponible por los fabricantes.

* No hay información disponible sobre la cepa utilizada.

Tabla 3.

lidad se fabrica en muchos otros países de Asia, Europa y América. Su consumo obedece fundamentalmente a que se le atribuyen propiedades benéficas para la salud, por sus características de probiótico, además de que tiene un sabor agradable, particularmente atractivo para los niños.

El Yakult, y en general los productos similares mencionados, se elabora a partir de leche descremada diluida, fermentada con *Lactobacillus casei* subsp. *casei* cepa Shirota, o en el caso de los otros productos con las cepas correspondientes mencionadas en la Tabla 3. Se elabora a partir de leche descremada, fermentada a 37°C durante 4 días y se obtiene una acidez de 2.7% de ácido láctico; después se le agrega azúcar y saborizantes, lo cual junto con los aromas de la fermentación le confieren un sabor muy agradable.

En Japón se elaboran productos con las mismas característi-

cas pero adicionados con sabores de frutas, y productos con un alto contenido de sólidos de leche, que una vez fermentados con la misma bacteria adquieren una consistencia similar a la del yogurt. Las marcas Yulin y Kultai elaboran en México productos con sabores (García-Garibay *et al.*, 1993).

En México, el Yakult y Chamyto y los productos semejantes son las únicas leches fermentadas que tienen bacterias probióticas. En otros países existen gran cantidad de marcas de yogurt, yogures líquidos y productos similares a los que se les adicionan bacterias probióticas, buscando así extender los beneficios de salud a estas leches fermentadas.

Jocoque

El jocoque o «buttermilk» es un producto de alto consumo en el sur de los EUA y algunos países europeos, y se produce industrialmente también en México, donde, de acuerdo a nuestra legislación recibe el nombre de jocoque, y bajo esta denominación se elabora comercialmente, aunque su consumo es reducido.

La forma tradicional para obtenerlo, es como subproducto de la elaboración de mantequilla a partir de crema fermentada; el suero de mantequilla que se separa durante el batido de la crema tiene un sabor y aroma característicos derivados de la acidez y otros compuestos producidos por las bacterias participantes en la fermentación de la crema. Debido a la demanda y la necesidad de obtener un producto de características uniformes, el jocoque se obtiene comercialmente en la actualidad a partir de leche pasteurizada, descremada o parcialmente descremada, y fermentada con las bacterias lácticas que le confieren el sabor tradicional del suero de mantequilla.

La leche que se utiliza tiene normalmente un contenido de sólidos no grasos de leche de 9 a 10% (mínimo 8.5%), y un máximo de grasa de 0.5%; se pasteuriza a 82-87°C durante 30-45 min, se enfría a 21-24°C, se inocula con un volumen de 0.5-1% de un cultivo de la especie *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* o *L. lactis* subsp. *cremoris*, y se fermenta a esa temperatura durante 14-16 h.

Al finalizar la fermentación se acostumbra romper mecánicamente el suave coágulo para obtener un producto viscoso pero fluido que pueda ser bebido. La acidez alcanzada por el producto debe ser de entre 0.7 y 0.9% de ácido láctico (pH alrededor de 4.5). Se acostumbra adicionar 0.1-0.2% de sal, normalmente después de la fermentación. Con objeto de simular el producto tradicional, en ocasiones se adicionan gránulos u hojuelas de grasa butírica. Existen productos basados en jocoque con sabores de frutas, sin embargo, éstos han tenido un mercado limitado en los Estados Unidos de América aunque han encontrado mayor aceptación en algunos países europeos; en México no existen jocoques con sabores (García-Garibay *et al.*, 1993).

Las bacterias utilizadas en la elaboración de jocoque prácticamente no han sido estudiadas en cuanto a su potencial como probióticos, y no hay evidencias de que puedan implementarse en la mucosa intestinal, y por lo tanto no hay mucha información al respecto, con excepción de algunos estudios que sugieren que cepas de estas especies productoras de polisacáridos extracelulares podrían tener efecto en la disminución de incidencia de cáncer colorectal. Los argumentos se basan fundamentalmente en estudios epidemiológicos en Finlandia y países escandinavos, donde se consume una gran cantidad de leches tipo jocoque llamadas «villi», «laangfil», etc. que se producen con cepas de *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* productoras de exopolisacáridos (Kitazawa *et al.*, 1998).

Como en el caso del yogurt, el jocoque se utiliza en ocasiones como vehículo de bacterias probióticas, como por ejemplo *Lactobacillus acidophilus*, la cual se adiciona además de la bacteria característica.

Labne

En varios países del Oriente y Medio Oriente son muy populares los productos concentrados elaborados a partir de leches fermentadas tipo yogurt, como son el labneh, labne o lebneh, muy popular en países árabes, y que en México suele conocerse como jocoque árabe. Tradicionalmente se elaboran a partir de leche de vaca, cabra o borrega, la cual se fermenta para obtener el yogurt, y finalmente se concentra eliminando una buena parte de líquido por filtración a través de una tela. En México se produce labne principalmente en el ámbito casero por la comunidad libanesa, y también existe producción industrial a pequeña escala. Su consumo es muy popular en Yucatán. En ocasiones se mezcla con aceite de oliva u otros ingredientes, y se consume untado en pan (García-Garibay *et al.*, 1993).

Dado que este producto se elabora con las mismas bacterias del yogurt, sus beneficios a la salud son los mismos descritos para ese producto.

Búlgaros o kefir

El nombre de búlgaros se da en nuestro país a una leche que se elabora en casa y con una arraigada tradición que data de por lo menos el siglo XIX. El origen de los búlgaros es muy probablemente una leche fermentada tradicional de países de Europa del Este llamada kefir. Este producto resulta de la fermentación de la leche con una mezcla muy singular de bacterias lácticas y levaduras de distintas especies; se trata de una mezcla en perfecta armonía biológica de microorganismos atrapados en una goma, lo cual forma masas del tamaño de granos de arroz o más grandes que reciben el nombre de granos de kefir o búlgaros.

La goma, llamada kefirano, es producida por algunas de las

bacterias lácticas, y va atrapando al total de la población microbiana que se multiplica en la fermentación. Debido a la presencia de bacterias lácticas y levaduras, en esta leche se produce tanto acidez como cantidades moderadas de alcohol y gas (bióxido de carbono), y aromas de mantequilla, yogurt y otros que le dan su sabor característico. El inóculo utilizado en la elaboración del kefir o búlgaros permite su reutilización retirándolo por filtración de la leche fermentada para volver a usarlo en el siguiente lote. El origen de estos granos se desconoce; intentos por producirlos a partir de los diferentes microorganismos aislados que los forman han sido infructuosos.

En algunos países la elaboración de kefir se hace industrialmente, e incluso existen algunos productos basados en kefir con sabores de frutas. Para la elaboración del kefir se parte de leche de vaca, entera o descremada, o de cabra o borrega, e incluso se puede elaborar con mezclas de leche y suero de leche. Se pasteuriza a entre 85 y 95°C durante 5 a 30 min; la incubación se hace con los granos de kefir a entre 22 y 25°C durante 12 a 16 h, después de las cuales los granos se separan y la leche se madura a 10°C durante 1 a 3 días. El producto tiene una acidez entre 0.7 y 1.0% de ácido láctico y un contenido de alcohol de 1%; contiene además diacetilo, acetaldehído y acetoina, los cuales son muy importantes para otorgar su sabor característico (García-Garibay *et al.*, 1993).

En algunas comunidades de Europa del Este se le atribuyen al kefir efectos benéficos para la salud, sin embargo, no se han realizado estudios científicos suficientemente sólidos al respecto, por lo cual estas creencias no tienen un adecuado sustento. Algunas investigaciones administrando el kefirano oralmente o en inyecciones intraperitoneales, han mostrado que este polisacárido inhibe el desarrollo de algunos tumores (Koroleva, 1991).

Conclusiones

A principios del Siglo XX surgió entre algunos científicos interés por la relación entre leches fermentadas y los beneficios a la salud, originando más hipótesis que un avance científico real en este tema. No obstante, hacia finales del siglo resurgió un gran interés sobre este tópico, sentándose bases científicas más sólidas sobre lo que se conoce actualmente como probióticos.

Estudios más cuidadosos y a la luz de los avances más modernos en microbiología, bioquímica, biología molecular, y múltiples ramas de la medicina y la fisiología, han permitido sustentar un entendimiento más claro sobre los beneficios de las bacterias lácticas capaces de colonizar la mucosa intestinal. Mientras que algunos beneficios están claramente

demostrados, existen todavía muchas dudas sobre algunos otros.

También existen interrogantes sobre posibles beneficios de bacterias lácticas utilizadas en la producción de leches fermentadas pero que no tienen la capacidad de implantarse en la flora colónica; estas bacterias, al igual que los probióticos, producen enzimas y sustancias antimicrobianas como el ácido láctico y las bacteriocinas, además de nutrimentos como algunas vitaminas, que muy probablemente puedan ejercer algunos efectos benéficos sobre los consumidores, pero no están del todo claro a la luz de los conocimientos actuales. Ciertamente, los próximos años serán tiempos de intenso estudio sobre los probióticos y las leches fermentadas por numerosos científicos en muchos países, catalizado por el gran interés de empresas y consumidores, lo cual permitirá aclarar muchas de las dudas actuales y tener una visión clara de los beneficios de estos productos.

Bibliografía

1. **Crittenden RG, Playne MJ.** Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides. *Trends in Food Science and Technology* 7, 353-361, 1996.
2. **de Roos NM, Katan MB.** Effects of probiotic bacteria on diarrhea, lipid metabolism, and carcinogenesis: a review of papers published between 1988 and 1998. *Am. J. Clin. Nutr.* 71, 405-411, 2000.
3. **García-Garibay M.** 1986. Yogurt. Aspectos microbiológicos y de elaboración. *Tecnol. Alim. (Mex.)* 21(6), 5-14.
4. **García-Garibay M, Revah S, Gómez-Ruiz L.** Productos lácteos. En: *Biotechnología Alimentaria* (García-Garibay M, Quintero R y López-Munguía Canales A, eds.) Editorial Limusa, S.A., México D.F., pp. 153-223, 1993.
5. **Gibson GR, Roberfroid MB.** Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* 125, 1401-1412, 1995.
6. **Gilliland SE.** Properties of yoghurt. En: *Therapeutic Properties of Fermented Milks* (Robinson RK, ed.) Elsevier Applied Sciences, London, pp. 65-80, 1991.
7. **Gilliland SE.** Fermented milks and probiotics. En: *Applied Dairy Microbiology* (Marth EH y Steele JL, eds.) Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 195-212, 1998.
8. **Kitazawa H, Toba T, Itoh T, Adachi S, Kumano N.** Effects of ropy sour milk on the metastasis of Lewis lung carcinoma in mice. *Agric. Biol. Chem.* 52, 2331-2332, 1998.
9. **Koroleva NS.** Products prepared with lactic acid bacteria and yeasts. En: *Therapeutic Properties of Fermented Milks* (Robinson RK, ed.) Elsevier Applied Sciences, London, pp. 159-179, 1991.
10. **Kosikowski FV.** Cheese and Fermented Milk Foods. F.V. Kosikowski Associates, Ann Harbour, EUA, 1977.
11. **Kurmann JA, Rasic JL.** Health potential of products containing bifidobacteria. En: *Therapeutic Properties of Fermented Milks* (Robinson RK, ed.) Elsevier Applied Sciences, London, pp. 117-157, 1991.
12. **Kurmann JA, Rasic JL, Kroger M.** Encyclopedia of Fermented Fresh Milk Products. AVI, New York, 1992.
13. **Meydani SN, Ha WK.** Immunologic effects of yogurt. *Am. J. Clin. Nutr.* 71, 861-872, 2000.
14. **Rosado JL.** El yogurt como fuente de autodigestión de lactosa. *Rev. Inv. Clínica (Mex)* 48, Supl. 63-66, 1996.
15. **Salminen S.** Probiotics: state of the art in efficacy, mechanisms and safety. Proceedings of the 25th International Dairy Congress. Milk and Health. International Dairy Federation, Aarhus, Dinamarca, pp. 147-153, 1999.
16. **Salminen S, Deighton MA, Benno Y, Gorbach SL.** Lactic acid bacteria in health and disease. En: *Lactic Acid Bacteria 2nd Edition* (Salminen S y Von Wright A, eds.) Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 211-253, 1998a.
17. **Salminen S, Roberfroid M, Ramos P, Fonden R.** Prebiotic substrates and lactic acid bacteria. En: *Lactic Acid Bacteria 2nd Edition* (Salminen S y Von Wright A, eds.) Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 343-358, 1998b.
18. **Tannock GW.** Probiotic properties of lactic-acid bacteria: plenty of scope for fundamental R & B. *Trends Biotechnol.* 15, 270-274, 1997.
19. **Tannock GW.** Microecology of lactobacilli and bifidobacteria inhabiting the digestive tract: essential knowledge for successful probiotic research. En: *Probiotics, other Nutritional Factors, and Intestinal Microflora* (Hanson LA y Yolken RH, eds.) Lippincott-Raven Pub., Philadelphia, pp. 17-31, 1999.
20. **Voragen AGJ.** Technological aspects of functional food-related carbohydrates. *Trends in Food Science and Technology* 9, 328-335, 1998.