Productos lácteos fermentados

R. Tojo Sierra[a], R. Leis Trabazo[a], J. Barros Velázquez[b] y M. Prado Rodríguez[b]

[a]Unidad de Investigación en Nutrición y Desarrollo Humano de Galicia. Cátedra de Nutrición Clínica Pediátrica Novartis Consumer Health-USC. Departamento de Pediatría. Hospital Clínico Universitario de Santiago. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela. A Coruña. España.
[b]Área de Tecnología de Alimentos. Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo. España.

Los productos lácteos fermentados forman parte de las recomendaciones y guías de una alimentación saludable. No solo aportan macro y micronutrientes y una mayor biodisponibilidad de éstos, sino que contienen bacterias que favorecen una microbiota adecuada para la salud. A las bacterias clásicas empleadas en la elaboración de productos lácteos fermentados se ha incorporado recientemente en muchos de ellos bacterias probióticas, que actúan en la flora intestinal, desplazando a los patógenos, produciendo sustancias e interviniendo posiblemente sobre los mecanismos de la inmunomodulación. En consecuencia, la incorporación de su consumo a la dieta de la familia y desde los primeros años de vida del niño es recomendable.

Palabras clave:

Lácteos fermentados. Bacterias ácido-lácticas. Bacterias probióticas. Microbiota colónica. Biodisponibilidad de nutrientes. Tolerancia a la lactosa. Inmunoprotección.

Bacterias amigas. Beneficios para la salud

Los probióticos son bacterias viables no patógenas que colonizan el intestino y modifican la microflora intestinal y sus actividades metabólicas, con efectos beneficiosos para la salud. Estos beneficios ya pueden expresarse desde el período neonatal y continuar durante los primeros años de vida, período crítico de maduración del sistema inmune, pero al mismo tiempo de exposición a agentes infecciosos, en especial si los niños asisten a guarderías. Así los probióticos disminuyen los episodios de infecciones tanto respiratorias como gastrointestinales o urinarias[1-4].

La evidencia científica sugiere que el efecto beneficioso asociado a los probióticos es específico de la cepa y de la especie. Al comparar cepas de lactobacilos con las de bifidobacterias en un estudio aleatorizado, doble ciego en lactantes de 4-10 meses de edad, que asisten a guardería, y en el que unos reciben una fórmula con *Lactobacillus reuteri* y otros una con *Bifidobacterium lactis*, se demuestra que los que reciben la fórmula con *L. reuteri* tienen significativamente menos días de fiebre, presentan un número menor de visitas al pediatra, menos días de ausencia a la guardería y de prescripción de antibióticos. Ambos grupos tienen significativamente menos episodios febriles y diarrea y menor tiempo de duración de éstos que el grupo

control[2]. También la resistencia al medio ácido es distinta según las especies de bacterias. Los estudios con la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) han permitido comprobar la recuperación en heces de hasta un pH de 2,0 de cepas de bifidobacterias en el primer año de vida, siendo esta máxima para *Bifidobacterium breve*, mientras que es intermedia para *Bifidobacterium longum-infantis* y mínima para *Bifidobacterium bifidum*. En adultos, la respuesta es distinta, ya que son *B. longum* y *Bifidobacterium catenulatum* los más recuperados, mientras que es mínima para *B. bifidum*[5].

En cualquiera de las circunstancias, una condición imprescindible para tipificar una bacteria como probiótica es que pueda resistir el efecto del ácido gástrico y las sales biliares y pueda sobrevivir alcanzando el colon para producir así sus efectos saludables en la microbiota colónica. *Lactobacillus rhamnosus* (ATCC 53103) o LGG es uno de los probióticos mejor estudiados y que ejerce más eficazmente los efectos beneficiosos en el huésped. Así, inoculado a una fórmula infantil, *in vitro* se demuestra su supervivencia a la acción del jugo gástrico y las sales biliares y su capacidad de adhesión a las células epiteliales de la mucosa intestinal. También, administrado en leches fermentadas, se demuestra un aumento significativo de lactobacilos en la microbiota intestinal y su persistencia en heces 1-2 semanas después de concluir su administración. La administración de leche fermentada que contiene LGG, *Bifidobacterium* sp. B420, *Lactobacillus acidophilus* 145 y *Streptococcus thermophilus*, reduce el reservorio nasal de bacterias potencialmente patógenas, como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* y *Haemophilus influenzae*, y demuestra una conexión del tejido linfoide entre el intestino y el tracto respiratorio superior[6].

Es importante destacar que esta capacidad probiótica se evidencia científicamente en pocas de las especies[1-4].

Utilización de las bacterias acidolácticas en la industria láctea

La utilización de las bacterias acidolácticas (BAL) en la industria láctea permite la obtención de un amplio número de productos lácteos fermentados de gran relevancia en la dieta diaria. Entre ellos se encuentran el yogur, las leches fermentadas, el queso fresco, el queso madurado y la mantequilla acidificada. El yogur es el producto de más aceptación y disponibilidad. Su proceso de elaboración permite que el producto final que llega al consumidor contenga BAL vivas, suspendidas en leche acidificada. Las BAL presentes en el yogur se caracterizan, además de por su inocuidad, por su tolerancia al medio ácido (resisten incluso valores de pH en torno a 3), su capacidad para fermentar la lactosa y otros carbohidratos (con la consiguiente producción de ácido láctico, que contribuye a la coagulación de la caseína láctea), su capacidad aromatizante y su efecto bioconservante. La predigestión que las BAL realizan de la lactosa, las proteínas y los lípidos de la leche facilita asimismo que el organismo absorba los nutrientes.

Actualmente, los avances en la tecnología de su producción han permitido ofrecer al consumidor una gran variedad de tipos de yogur y leches fermentadas, con una calidad controlada y reproducible. La tecnología de selección y mejora de cultivos iniciadores ha permitido asimismo optimizar las características metabólicas de las BAL utilizadas en la fermentación, lo que redunda en una mayor garantía de calidad y seguridad en el producto, e incluso en nuevos efectos beneficiosos para la salud[7,8].

Los productos lácteos fermentados

La inoculación de la leche con cultivos iniciadores de BAL seleccionadas permite la obtención de yogur y de otros productos lácteos fermentados con unas características organolépticas óptimas[9]. Asimismo, la inoculación de cepas seleccionadas de un modo controlado y dirigido permite la reproducibilidad del proceso de producción. De este modo, la selección de las distintas especies y cepas microbianas es decisiva a la hora de obtener productos con las mejores propiedades organolépticas y nutricionales[10].

La Federación Internacional de Lechería (FIL-IDF) clasifica los productos lácteos fermentados según el tipo de fermentación:

– Por microorganismos termófilos, mediante fermentación entre 30 y 45 ºC.

Con un fermento único, como la leche acidófila, obtenida con *L. acidophilus*, o con fermentos mixtos, como el yogur, obtenido por la acción de *Lactobacillus bulgaricus* (en la actualidad *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*) y *S. thermophilus*.

– Por microorganismos mesófilos, mediante fermentación por debajo de 30 ºC.

Con fermentación láctica como la leche acidificada por acción de *Lactococcus lactis* y sus spp., *Leuconostoe mesenterrides* y sus spp. o mediante fermentación láctica o alcohólica como el kéfir, mediante *Streptococcus casei, S. lactis, S. cremoris, S. diacetylactis, L. delbrueckii* spp. *Bulgaricus* y *Kluyveromyces marxianus*.

Las principales especies de BAL utilizadas en la producción de yogur y otros productos lácteos fermentados son:

– *L. delbrueckii* spp. *bulgaricus* y *S. thermophilus*, que son responsables de la producción del yogur. *L. delbrueckii* spp. *bulgaricus* es mesófila (requiere temperaturas en torno a 30 ºC para su crecimiento) y aromatizante, mientras que *S. thermophilus* es termofílica, y crecen bien a temperaturas de 45 ºC. Ambas especies son homofermentativas, y producen únicamente ácido láctico por fermentación de la glucosa.

– *Lactococcus lactis* spp. *lactis* y *L. lactis* spp. *cremoris,* que participan en la producción de quesos madurados.

– *L. lactis* spp. *cremoris* y *L. lactis* spp. *diacetylactis*, que participan en la producción de mantequilla acidificada.

Recientemente se han introducido en la industria alimentaria otras especies de BAL que ejercen un efecto beneficioso en la salud, razón por la que se han denominado *probióticos*[11]. Entre estas especies destacan *Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus rhamnosus* GG. Estos microorganismos son capaces de colonizar el intestino humano y desplazar a ciertos microorganismos patógenos, como *Clostridium difficile*. Asimismo parecen desempeñar un papel beneficioso en la modulación del sistema inmune.

Definición y clasificación de los tipos de yogur

El yogur es un tipo de leche fermentada, acidificada y coagulada por la acción de las bacterias lácticas termófilas. Al término de la fermentación, la leche se convierte en yogur con un contenido al menos de 10^7 bacterias por gramo o mililitro. Es el más consumido de todos los productos lácteos fermentados.

El Real Decreto 179/2003 aprueba la norma de calidad para el yogur y autoriza dos denominaciones.

Yogur con microorganismos viables

Es en el que los microorganismos presentes en la fermentación láctica (*L. delbrueckii* spp. *bulgaricus* y *S. thermophilus*) están presentes en el producto de venta al consumidor.

Debe tener una presencia de una cantidad mínima de 10^7 colonias/g o ml y un pH ≤ 4,6. Debe mantenerse a una temperatura entre 1 y 8 ºC y venderse al consumidor dentro de los 28 días siguientes, contados a partir de su fabricación.

Mediante la técnica de la PCR, en individuos sanos que consumieron durante 10 días leche fermentada con las bacterias del yogur, *S. thermophilus*, se ha demostrado la identificación en heces del microorganismo a una concentración de 5×10^5/ufc/g. Como las bacterias deben estar intactas para ser detectadas por la PCR, confirma la viabilidad de la bacteria a lo largo del tracto intestinal. Esta misma demostración se evidencia para *L. bulgaricus*. En ambos casos, a los 10 días de dejar de consumir el yogur, dejaron de identificarse los microorganismos en heces[12,13].

Yogur pasteurizado

Es pasteurizado después de la fermentación. El tratamiento térmico ocasiona la pérdida de la viabilidad de las bacterias lácticas específicas, pero a cambio alarga significativamente la vida comercial del producto, hasta 3 meses o más y no necesita la cadena de frío para su conservación.

La diferencia con el yogur sin pasteurizar radica no en el valor nutricional, sino en los beneficios para la salud que se puedan derivar de la existencia de bacterias lácticas vivas. Por este motivo, hay cierta controversia en denominar yogur a este producto.

Tipo de yogur, según contenido graso, aroma y textura

Existe una gran variedad de tipos de yogur, de entre los que destacan los siguientes[14]:

– *Desde el punto de vista de su contenido graso:* el yogur entero (con más de 2% de grasa), yogur semidesnatado (entre un 0,5% y un 2% de grasa) y yogur desnatado (menos de un 0,5% de grasa).

– *Desde el punto de vista de su aroma:* yogur natural (con un sabor neutro), yogur aromatizado (con aromas sintéticos y colorantes) y yogur de fruta (con fruta y edulcorantes).

– *Desde el punto de vista de su textura:* yogur estático o firme (de naturaleza semisólida, por fermentación *in situ* en el propio recipiente), yogur batido (de naturaleza más líquida, al romper el coágulo antes del envasado final) y yogur líquido (con muy baja viscosidad y menos de un 11% de extracto seco).

Microbiología del yogur

El yogur resulta de la inoculación de la leche con dos cultivos iniciadores, pertenecientes a las especies *L. delbrueckii* spp. *bulgaricus* y *S. termophilus*, que provocan la fermentación de la leche y originan un producto con unas características organolépticas notablemente diferentes a ella. Al comienzo de la fermentación, el pH próximo a la neutralidad de la leche favorece el crecimiento de *S. termophilus*, que predomina y comienza a desarrollar la fermentación láctica, originando ácido L(+) láctico a partir de la glucosa (procedente de la acción de la β-galactosidasa microbiana sobre la lactosa). A medida que la acidificación progresa, se producen condiciones disgenésicas para la actividad de *S. termophilus*, y esta especie progresivamente es desplazada por *L. delbrueckii* spp. *bulgaricus*, que puede crecer a un pH inferior a 5

y originar ácido D(–) láctico a partir de glucosa. El crecimiento del lactobacilo parece verse favorecido por la secreción de ciertos metabolitos por parte de *S. termophilus*[9].

La producción del yogur debe permitir un desarrollo adecuado de ambas especies de BAL, con el fin de que el producto final sea perfectamente equilibrado en cuanto a su acidez y aroma[14]. En el caso de que se desee obtener un producto ligeramente más acidificado, se puede optar por favorecer el crecimiento del lactobacilo respecto al del estreptococo. Por el contrario, si se desea obtener un producto ligeramente más aromático, se puede actuar favoreciendo el predominio del estreptococo respecto al del lactobacilo[9].

La textura semisólida del producto se debe a la acción microbiana, básicamente a la coagulación de las caseínas de la leche en el medio ácido generado por los microorganismos, debido a la producción de ácido láctico a partir de lactosa. Así, cuando el pH se acerca a 4,6, las micelas de caseína de la leche tienden a aglomerarse y originan una estructura o red tridimensional en la que el suero queda atrapado. Las propiedades del coágulo dependen de la proporción entre la fracción caseínica y la fracción proteica del lactosuero. Al aumentar esta proporción, por ejemplo mediante la fortificación inicial de la leche con caseinatos, se puede obtener coágulos con una textura más densa y firme. Por otra parte, ambos microorganismos contribuyen a la formación de compuestos volátiles del aroma, entre los que destaca el acetaldehído, la acetoína y el diacetilo[9,14].

Los cultivos iniciadores de BAL pueden asimismo exhibir otras propiedades de interés, como son los fenotipos proteolítico y lipolítico, que pueden provocar una predigestión de las proteínas y lípidos lácteos, respectivamente. Así, éstos se transforman en moléculas más simples y más fácilmente asimilables por el organismo humano, como aminoácidos y ácidos grasos libres, respectivamente[10,15]. De este modo, la actividad microbiana sobre la lactosa, las proteínas y los lípidos, permite no sólo la generación de un producto de mayor riqueza aromática, sino también la obtención de un producto final más fácilmente absorbible por el organismo humano, lo que redunda en notables beneficios de carácter nutricional.

Tecnología de la elaboración del yogur

La elaboración del yogur puede realizarse a partir de leche entera, leche semidesnatada o de leche desnatada. En todo caso, sea cual sea el contenido graso de la materia prima, ésta se habrá sometido a depuración física, normalización, pasteurización y homogeneización[9,14]. El tratamiento de pasteurización inicial de la leche se realiza a una temperatura moderada, en el rango de 80-95 ºC. Este tratamiento inicial, al destruir los microorganismos patógenos presentes, provoca, además de una higienización del producto, una desnaturalización parcial de una fracción de las proteínas solubles, lo que posteriormente será beneficioso para alcanzar la textura deseada en el producto final.

Posteriormente, la leche se atempera a 45 ºC y se procede a la inoculación del cultivo mixto de BAL en una proporción de un 2-3% del volumen de leche a fermentar. Es importante resaltar lo conveniente de que la relación entre ambas especies microbianas, el estreptococo y el lactobacilo, sea aproximadamente 1:1, para conseguir una adecuada sucesión microbiana y un producto final equilibrado. Una vez distribuido el cultivo mixto en la leche mediante agitación, se puede acometer dos estrategias técnicas diferentes en función del tipo de yogur que se desee:

– Para el yogur estático o firme, la leche inoculada se reparte en los envases finales, que será donde tenga lugar el proceso de fermentación. Los envases se cierran y se incuban a unos 40-45 ºC durante unas 3-6 h, hasta que el producto alcance una acidez del 0,7-1,5% de ácido láctico[16]. Una vez que el producto ha alcanzado el grado de acidez y el aroma óptimos, la fermentación se detiene mediante enfriamiento rápido a una temperatura inferior a los 8 ºC. Si el yogur es aromático, la adición de aromas y edulcorantes se realiza en la cuba antes del llenado de los envases.

– Para el yogur batido, la leche inoculada se fermenta en una cuba. Una vez completada la acidificación y aromatización, el producto se bate, y posteriormente se efectúa el envasado.

– Para el yogur de frutas, éstas han de ser previamente pasteurizadas para evitar riesgos microbiológicos. La coagulación tiene lugar asimismo en cuba, donde se añade la fruta (máximo un 15%), y posteriormente se efectúa el envasado.

Biotecnología de las leches fermentadas

En los últimos años algunas de las propiedades tecnológicas de las BAL han sido objeto de estudio, con el fin de obtener cultivos iniciadores bioingenierizados que le confieran un valor añadido a las leches fermentadas[17-19]. En este sentido, hemos de destacar los avances en los campos siguientes:

– *Biopreservación*. El efecto bioconservador que las BAL ejercen en el yogur no sólo se debe al bajo pH provocado por la formación de ácido láctico. En ocasiones, ciertas BAL pueden producir peróxido de hidrógeno, que puede ejercer un efecto antagonista en otra microbiota alteradora o patógena. Asimismo, algunas BAL producen bacteriocinas, moléculas de naturaleza proteica inocuas para el organismo humano, que inhiben el desarrollo de ciertos microorganismos[20,21]. De entre ellas, la nisina es la más conocida y es la única autorizada actualmente para la bioconservación de alimentos. Hoy día se ha descrito un amplio número de bacteriocinas, algunas de las cuales resultan prometedoras como biopreservadores. En este sentido, la construcción de cepas de BAL multibacteriocinogénicas de grado alimentario mediante biotecnología representa una de las líneas de desarrollo de mayor interés tecnológico en la actualidad.

– *Proteólisis*. La degradación de las caseínas contribuye decisivamente a la textura y aroma de las leches fermentadas. La utilización de herramientas biotecnológicas ha permitido la caracterización del sistema proteolítico de diversas BAL[22], lo que abre el camino hacia el desarrollo biotecnológico de nuevos cultivos iniciadores que puedan permitir la generación de compuestos bioactivos (como los péptidos inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina I) a partir de proteínas[23].

Se debe tener presente que algunos microorganismos adicionados a la leche para la obtención de leches fermentadas conducen a la formación, además de ácido láctico, de alcohol etanólico y de dióxido de carbono, ya que producen dos fermentaciones, una de tipo láctica y otra de tipo etanólica. Un ejemplo es el kéfir, en el que *Lactobacillus kefir* y especies diversas del género *Leuconostoc, Lactococcus* y *Acetobacter* producen la fermentación láctica y la etílica, derivada de la acción de levaduras que fermentan la lactosa, como *Kluyveromyces marxiamus y Candida kefir*, y otras que no la utilizan, como *Saccharomyces unisporus, S. cerevisae y S. exiguus*.

Valor nutricional de las leches fermentadas y el yogur

El contenido de energía y macronutrientes es similar al de las leches de partida, si bien se debe tener presente las diferentes raciones de consumo habitual para el cálculo de la aportación. En el caso del yogur, la ración de consumo habitual es de 125 ml, que es la cantidad neta normalmente comercializada en España, por lo que en términos de ración la aportación calórica es significativamente inferior (tablas 1-5)[24-26].

Con respecto a los macronutrientes:

Proteínas. El yogur representa una importante aportación proteica, aproximadamente el 17% de las ingestas recomendadas. Cabe destacar que, dado el efecto proteolítico de algunas bacterias lácticas, se produce una predigestión proteica que puede aumentar la digestibilidad y el valor biológico de la proteína, y que da lugar a péptidos y aminoácidos que actúan como precursores del sabor.

Grasa. El contenido graso porcentual del yogur es ligeramente inferior al de la leche, debido a los ingredientes lácteos utilizados en su elaboración. Se encuentran también derivados grasos por acción de las bacterias, que contribuyen al aroma.

Hidratos de carbono. El principal azúcar de los lácteos, la lactosa, después de la fermentación da lugar a ácido láctico, pero en los yogures que se encuentran en el mercado la cantidad de lactosa es similar a la de la leche de origen, ya que se adiciona posteriormente.

Con respecto a las vitaminas y los minerales, el yogur supone una importante aportación de vitaminas A, B_1, B_2, B_6, B_{12}, niacina, ácido pantoténico y ácido fólico, así como de calcio, fósforo, potasio, magnesio, cinc y yoduro.

Además, cabe destacar que la aportación de ácido láctico parece desempeñar un papel importante en la absorción del calcio, la inhibición de la microbiota patógena y en la estimulación de la secreción intestinal.

Agentes preventivos o curativos

Hay claras evidencias de los efectos nutricionales, preventivos y terapéuticos de los probióticos (*L. casei rhamnosus* LGG, *L. casei, L. reuteri, L. plantarum, L. salivaris, L. johnsonii, B. bifidum, S. thermophilus* y *Saccharomyces boulardii*) en las enfermedades del tracto gastrointestinal, en

TABLA 1. **Valor nutricional de la leche de vaca y del yogur**

Nutrientes	Leche entera 220 g	Yogur entero 125 g
Energía (kcal/ración)	134	76
Proteínas (g/ración)	6,8	5,3
Hidratos de carbono (g/ración)	10,0	7,0
Grasa (g/ración)	8,0	3,0
Colesterol (mg/ración)	32	13
B_2 (mg/ración)	0,4	0,2
B_{12} (µg/ración)	1,0	Tr
A (µgEq retinol/ración)	67	12
Calcio (mg/ración)	264	178
Cinc (mg/ración)	0,9	0,7

TABLA 2. **Tabla comparativa**

	Kaiku	Danone	Yoplait	Nestlé	Clesa
Denominación	Bio natural	Bio natural	Biofilus natural	Bio Calcio natural	Bio natural
Bifidobacterias (UFC/g)[a]	7,0 $10+^{6}$	9,0 $10+^{7}$	3,4 $10+^{6}$	2,1 $10+^{6}$	4,2 $10+^{6}$
Proteínas (%)	4,1	3,6	3,4	4,1	4,0
Grasa (%)[b]	3,3	4,0	3,7	1,4	3,2
Azúcares (%)	5,6	4,7	5,1	6,2	5,3
Calcio (mg/100 g)	145	127	127	168	146
Calorías (kcal/100 g)	69	70	67	54	66
pH[c]	4,4	4,4	4,7	4,4	4,2

[a]Es el número de unidades formadoras de colonias por gramo de producto.
[b]La grasa de los yogures enteros o no desnatados debe ser superior a un 2%, y los desnatados deben tener como máximo un 0,5% de grasa.
[c]El pH debe ser inferior a 4,6 en todos los yogures.

TABLA 3. **Tabla comparativa**

	Asturiana	Kaiku	Danone	Nestlé	Yoplait
Denominación	Bio natural	Bio Desnatado natural	Bio Desnatado natural	Bio Desnatado natural	Biofilus desnatado natural
Bifidobacterias (UFC/g)[a]	1,9 $10+^{6}$	2,7 $10+^{7}$	1,1 $10+^{8}$	1,5 $10+^{6}$	1,1 $10+^{7}$
Proteínas (%)	4,4	4,7	4,8	4,3	4,1
Grasa (%)[b]	1,9	0,05	0,2	0,05	0,05
Azúcares (%)	6,3	7,9	6,0	5,4	6,4
Calcio (mg/100 g)	153	151	162	174	147
Calorías (kcal/100 g)	60	51	45	39	43
pH[c]	4,4	4,4	4,3	4,4	4,7

[a]Es el número de unidades formadoras de colonias por gramo de producto.
[b]La grasa de los yogures enteros o no desnatados debe ser superior a un 2%, y los desnatados deben tener como máximo un 0,5% de grasa.
[c]El pH debe ser inferior a 4,6 en todos los yogures.

la diarrea aguda viral o bacteriana, postantibióticos y quimioterápicos, del viajero, en la intolerancia a la lactosa, en la alergia a los alimentos, en la colitis, en el síndrome del colon irritable, en la enfermedad inflamatoria intestinal, en la inhibición de la colonización gástrica y actividad de *Helicobacter pylori*, en el estreñimiento y en el cáncer[27]. Pero para que estos efectos beneficiosos se produzcan es necesario que las bacterias que se encuentran vivas y viables en el yogur y los derivados lácteos fermentados sean capaces de superar las barreras fisiológicas del estómago (acidez gástrica) e intestino delgado (acción bactericida de sales biliares), que alcancen el colon y lo colonicen, dando lugar a una microbiota bacteriana adecuada para la salud.

En este sentido, en el mercado se comercializan algunas leches fermentadas en las que, además de las bacterias tradi-

TABLA 4. **Tabla comparativa**

	Petit Suisse®			**Petit Chocolate**	
	Yoco® Petit Suisse Fresa®	**Danonino® Petit Suisse Fresa®**	**Mi primer Danone®**	**Nesquik® Petit Suisse Chocolate®**	**Danonino® Petit Suisse Chocolate®**
Denominación	Queso fresco semidesnatado azucarado con fresa	Queso fresco semidesnatado con fresa	Alimento infantil a base de queso fresco con pulpa de frutas	Postre lácteo con queso y chocolate	Postre lácteo refrigerado con queso fresco y cacao
Valor energético	120 kcal (508 kJ)	124 kcal (522 kJ)	131 kcal (550 kJ)	218 kcal (922 kJ)	174 kcal (42 kJ)
Proteínas	6,5 g	6,7 g	4,3 g	4,4 g	4,3 g
Hidratos de carbono **-de los cuales azúcares**	15,8 g 15,8 g	16,7 g No disponible	17,8 g No disponible	25,9 g 20,6 g	24,7 g No disponible
Grasas **-de las cuales saturadas**	3,4 g 2,0 g	3,4 g No disponible	4,7 g No disponible	10,7 g 7,2 g	6,4 g No disponible
Sodio	0,03 g	No disponible	No disponible	0,12 g	No disponible
Calcio	120 mg (15% CDR)	120 mg (15% CDR)	170 mg (43% CDR)	120 mg (15% CDR)	96 mg (6% CDR)
Fermentos lácticos	*Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus termophilus*	*Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus termophilus*	*Lactobacillus casei, Streptococcus termophilus*	–	–
Vitamina	D = 0,75 µg (15% CDR)	B_2 = 0,24 µg (15% CDR), B_{12} = 0,2 µg (20% CDR)	B_2 = 0,12 µg (35% CDR), B_{12} = 0,12 µg (17% CDR) C = 8,0 mg (32% CDR) E =1,0 mg	–	-
Variedades	Fresa, Panaché, Corazón frutas rojas, Fresa/plátano	Fresa, Maxi Fresa, Natural, Nutridesayuno, Panaché	Panaché	Chocolate	Chocolate

TABLA 5. **Tabla comparativa**

	Petit para beber				Yogur con pulpa	
	Yoco Petit para beber Fresa®	**Nesquik Petit para beber Chocolate®**	**Danonino Petit para beber®**	**Mi primer Danone para beber 5 cereales®**	**Yoco yogur de pulpa de fresa®**	**Mi Primer Danone 3 Frutas®**
Denominación	Leche fermentada con fresa	Bebida láctea refrigerada, azucarada, con cacao	Bebida láctea con fresas	Papilla de cereales con leche fermentada con *L. casei*	Yogur batido, azucarado, con puré de fruta	Alimento lácteo fermentado infantil con pulpa de manzana, pera y plátano
Valor energético	73 kcal (311 kJ)	99 kcal (421 kJ)	92 kcal (384,56 kJ)	99 kcal (417 kJ)	406 kcal (96 kJ)	102 kcal (428 kJ)
Proteínas	2,6 g	4,3 g	2,8 g	3,3 g	4,1 g	3,0 g
Hidratos de carbono	13,3 g	16,1 g	16,3 g	15,6 g	15,3 g	14,5 g
-de los cuales azúcares	13,1g	13,6 g	No disponible	No disponible	15,0 g	7,0 g
Grasas	1,1 g	2,0 g	1,7 g	2,6 g	1,8 g	3,5 g
-de las cuales saturadas	0,6 g	1,3 g	No disponible	No disponible	1,1g	No disponible
Sodio	0,06 g	0,075 g	No disponible	No disponible	0,07 g	No disponible
Calcio	120 mg (15% CDR)	147 mg (18% CDR)	120 mg (15% C.D.R)	77 mg (19% CDR)	132 mg (16,5% CDR)	110 mg (28% CDR)
Fermentos lácticos*	*Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus termophilus, Lactobacillus paracasei*	-	*Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus termophilus*	*Streptococcus termophilus, Lactobacillus casei*	*Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus termophilus*	*Streptococcus termophilus, Lactobacillus casei*
Vitamina	D = 0,75 µg (15% CDR)	-	B2 = 0,2 µg (20% CDR)	A (59 µg, 15%), C (1,5 µg, 15%), D (7 mg, 27%), E (0,7 mg), Tiamina (0,2 mg, 40%), Riboflavina (0,07 mg), Niacina (1,1 mg), Ac. pantoténico (0,4 mg), B6 (0,1 µg, 14%), B12 (0,2 µg, 29%)	D = 0,07 µg (15% CDR)	A = 60 µg (15% CDR), D = 1,5 µg (15% CDR), C = 8 mg (32% CDR), E = 0,7 mg
Variedades	Fresa, Fresa/plátano	Chocolate	Fresa, Felices sueños, Fresa/plátano	Pera/plátano/galleta	Fresa/plátano, Multipack 6 frutas	Natural azucarado, manzana y galletas, 3 frutas

*A pesar de que los probióticos pertenezcan a la misma familia, cada marca de producto tiene su propia cepa confiriendo en ocasiones propiedades diferentes.

TABLA 6. **Adherencia de probióticos (cepas comercializadas) a la mucosa intestinal**

	Porcentaje de adherencia	
Probiótico	**Células Caco-2**	**Mucosa intestinal**
LGG *(Rhamnosus)*	10	28
LC1 *(Johnsonii)*	12	15
Fyos *(Casei)*	14	2
Bio *(Casei)*	5	1

TABLA 7. **Principales características de las leches fermentadas**

Producto	**Sinónimo o producto similar**	**Materia prima o tratamiento especial**	**Microorganismos**	**Temperatura de fermentación**
Yogur		Leche concentrada antes de fermentar	*Streptococcus thermophulus y Lactobacillus delbruekii* spp. *bulgaricus*	40-45 ºC
Actimel/Danone Principia/Parmalat Kaiku/Kaiku Sancor bio		Leche descremada diluida	*Lactobacillus* casei spp. *casei*	37 ºC
Cuajada	Buttermilk Leches escandinavas	Maduración después de fermentar	*Lactococcus lactis* spp. *Lactis* y *Leuconostoc mesenteroides* spp. *cremoris*	22 ºC
Lc1/ Nestlé			*Lactobacilos johnsonii*	
Búlgaros	Kéfir	Maduración después de fermentar	Simbiosis microbiana atrapada en la matriz de polisacárido: *L. kefir, Candida kefir, L. mesenteroides* spp. *Lactis, L. Casei* spp. *casei*	22-25 ºC

cionales utilizadas para la elaboración del yogur, contienen otras cepas que parecen tener una mayor resistencia al tránsito a través del estómago y del intestino delgado. Sin embargo, en la actualidad la controversia radica en la diferente capacidad de estas bacterias, que es específica de la cepa y la especie, para colonizar el colon e instaurarse en la microbiota colónica, así como en los cambios que produce en ella, la duración de éstos y los efectos en la salud. Se ha demostrado una adherencia distinta a la mucosa intestinal de las diferentes cepas comercializadas de probióticos (tablas 6 y 7)[28,29].

En el caso de la malabsorción de la lactosa se debe tener presente que es bien conocido que los productos lácteos fer-

mentados mejoran la digestión de la lactosa y los síntomas de la intolerancia en los individuos con malabsorción. Así, en nuestro estudio en niños diagnosticados mediante test de hidrógeno aspirado (BHT) con 2 g lactosa/kg de peso al 20% en agua, (< 50 g) de malabsorción a la lactosa, después de realizar el BHT con yogur disminuyó el área bajo la curva de H_2 espirado y ninguno presentó síntomas durante la prueba[27]. Esto puede explicarse por el hecho de que los microorganismos utilizados en la elaboración del yogur hidrolizan la lactosa, tanto durante el proceso de fermentación como después de la ingestión de ésta, de tal modo que se calcula que la fermentación disminuye el contenido de lactosa en un 25-50%, si bien se debe tener presente que en la mayoría de los yogures que se comercializan posteriormente se adiciona más lactosa. Por tanto, probablemente el principal efecto se deba a la acción de los microorganismos en el intestino delgado. Sin embargo, la propuesta de añadir altas concentraciones de *L. acidophilus* a la leche fría como alternativa al yogur, para obtener una leche no fermentada, no consiguió reducir el H_2 espirado ni los síntomas. Esto se explica por las diferencias en la membrana celular de los distintos microorganismos, que harían que *L. acidophilus* no llegara intacto al intestino delgado. Además, un estudio reciente en el que se administraba un multiprobiótico, el VSL3, no demostró una reducción de la producción de H_2 espirado ni de la sintomatología[30], por lo que son necesarios más estudios para clarificar el papel de los probióticos en el tratamiento de la intolerancia a la lactosa, a pesar de sus efectos bien conocidos en la función intestinal, la producción de gas y la motilidad, lo que probablemente dé lugar a una mejor adaptación colónica en los malabsorbedores[31].

Bibliografía

1. Rinne M, Kalliomaki M, Arvilommi H, Salminen S, Isolauri E. Effect of probiotics and breastfeeding on the bifidobacterium and lactobacillus/enterococcus microbiota and humoral immune responses. J Pediatr. 2005;147:186-91.
2. Weizman Z, Asli G, Alsheikh A. Effect of a probiotic infant formula on infections in child care centers: comparison of two probiotic agents. Pediatrics. 2005;115:5-9.
3. Tojo Sierra R, Leis Trabazo R, Tojo Gonzalez R. Probióticos y prebióticos en la salud y enfermedad del niño. Gastroenterol Hepatol. 2003; 26 Supl 1:37-49.
4. Sanz Y, Collado MC, Dalmau J. Contribución de la microbiota intestinal y del genero *Bifidobacterium* a los mecanismos de defensa del huésped a patógenos gastrointestinales. Acta Pediatr Esp. 2006;64:74-8.
5. Collado MC, Sanz Y. Method for direct selection of potentially probiotic *Bifidobacterium* strains from human feces based on their acid-adaptation ability. Journal of Microbiological Methods. 2006. En prensa.
6. Gluck U, Gebbers JO. Ingested probiotics reduce nasal colonization with pathogenic bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, and beta-hemolytic streptococci). Am J Clin Nutr. 2003;77:517-20.
7. Kroger M, Kurmann JA, Basic JL. Fermented milks – past, present and future. Food Technol. 1989;43:92-9.
8. Kosikowski FV. Cheese and fermented milk products. Ann Harbour: Kosikowski Associates; 1977.
9. Robinson RK. Microbiología lactológica. Vol. 2. Zaragoza: Acribia; 1987.
10. Johnson-Grenn P. Introduction to food biotechnology. Boca Raton: CRC Press; 2002.
11. Tojo Sierra R, Leis Trabazo R, Tojo González R. Componentes bioactivos de los alimentos en la prevención y tratamiento de las enfermedades en el siglo xxi. En: Retos de la investigación alimentaria en el nuevo siglo. La Coruña: Real Academia de Medicina y Cirugía de Galicia; 2003. p. 1-43.
12. Brigidi P, Swennen E, Vitali B, Rossi M, Matteuzzi D. PCR detection of *Bifidobacterium* strains and *Streptococcus thermophilus* in feces of human subjects after oral bacteriotherapy and yogurt consumption. Int J Food Microbiol. 2003;81:203-9.
13. Marcos Sánchez A, González Gross M, Gómez Martínez S, Nova Rebato E, Ramos Mosquera E.

Alimentos funcionales. En: Gil Hernández A, editor. Tratado de Nutrición. Tomo II. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos. Madrid: Acción Medica; 2005. p. 543-70.

14. Veisseyre R. Lactología técnica: composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. Zaragoza: Acribia; 1988.

15. García Garibay M, Quintero Ramírez R, López-Munguía Canales A. Biotecnología alimentaria. México D.F.: Limusa; 2002.

16. Sinha RP, Modler HW, Emmons DB. Changes in acidity and starter bacteria in commercial yogurts during storage. Cultured Dairy Prod J. 1989;24: 12-14,16.

17. Geis A. Perspectives of genetic engineering of bacteria used in food fermentations. En: Heller KJ editor. Genetically engineered food. Darmstadt: Wiley-VCH; 2003. p. 100-18.

18. Salminen S, Wright AV. Lactic acid bacteria: microbiology and functional aspects. Madrid: Díaz de Santos; 1998.

19. De Vos WM, Simons GFM. Genetics and biotechnology of lactic acid bacteria. London: Blackie Academic and Professionals; 1994.

20. Klaenhammer TR. Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. FEMS Microbiol Rev. 1993;45:205-11.

21. Ross RP, Galvin M, McAuliffe O, Morgan SM, Ryan MP, Twomey DP, et al. Developing applications for lactococcal bacteriocins. Ant van Leeuwen. 1999;76:337-46.

22. Kunji ERS, Mierau J, Hagting A, Poolman B, Konings WN. The proteolytic system of lactic acid bacteria. Ant van Leeuwen. 1996;70:87-221.

23. Gobbetti M, Ferranti P, Smacchi E, Goffredi F, Addeo F. Production of angiotensin-I-converting-enzyme-inhibitory peptides in fermented milks started by *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* FT4. Appl Environ Microbiol. 2000;66:3898-904.

24. Mataix Verdú J, Rivas Gonzalo J. Lacteos y derivados. En: Mataix Verdú J, editor. Nutrición y Alimentación Humana. Tomo I. Madrid: Ergon ed; 2002. p. 311-26.

25. Baro L, López-Huertas E, Boza JJ. Leche y derivados lácteos. En: Gil Hernández A, editor. Tratado de nutrición. Tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Madrid: Acción Medica; 2005. p. 75-105.

26. Fundación Eroski. Yogures con bífidus activo, enteros y desnatados. Son lo que dicen ser. Revista Consumer. 2000 enero [acceso 22/3/2006]. Disponible en: http://revista.consumer.es/web/es/20000101/actualidad/análissi3/30675.php

27. Leis R, Tojo R. Prevalence of lactose malabsorption in Galicia. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 1997;25:296-300.

28. Tuomola E, Crittenden R, Playne M, Isolauri E, Salminen S. Quality assurance criteria for probiotic bacteria. Am J Clin Nutr. 2001;73(Suppl):S393-8.

29. García-Garibay M. Leches fermentadas como vehículos de prebióticos. Archivos de Investigación Pediátrica de México. 2000 octubre-diciembre [acceso 23/3/2006]; 3(11). Disponible en: http://medinet.net.mx/conapeme/revistas/Suplemento%20Nutricion/ind.htm

30. Yesovitch R, Cohen A, Szilagyi A. Failure to improve parameters of lactose maldigestion using the multiprobiotic product VSL3 in lactose maldigesters: a pilot study. Can J Gastroenterol. 2004;18:83-6.

31. Montalvo M, Curigliano V, Santero L, Vastola M, Cammarota G, Manna R, et al. Management and treatment of lactose malabsorption. World J Gastroenterol. 2006;12:187-91.