

REVALORACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD FISIOLÓGICA DE LA LECHE Y LOS LÁCTEOS. ESTUDIOS DE OPTIMIZACIÓN

REASSESSMENT OF MILK AND DAIRY PRODUCTS. OPTIMIZATION OF THEIR FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

Carmen Brito C.

Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. cbrito@uach.cl

INTRODUCCIÓN

Las propiedades nutritivas de la leche han sido apreciadas desde el comienzo de la humanidad. Con el desarrollo de la ciencia y su aplicación, se ha ido cimentando cada vez más su valor y en los últimos dos siglos con el advenimiento de la bioquímica, microbiología, biotecnología, entre otros, se ha podido ir precisando, reconociendo y descubriendo cada vez mayores beneficios de este valioso alimento.

En el último período con el auge de la tecnología, usada como una aplicación de los conocimientos científicos, se ha visualizado un gran potencial de optimización de la funcionalidad fisiológica de la leche en el ser humano, esto es promover, a través de los procesos tecnológicos, cambios estructurales de algunos componentes del producto natural, que la pueden transformar en un producto alimenticio aún más saludable, un producto que promueva salud más allá de la alimentación y nutrición de quien la consume.

Por otra parte, el dinamismo empresarial actual, particularmente en relación a optimización de mercados, amerita revisar el potencial desarrollo de productos diferentes de los "commodities", que son apreciados por un consumidor exigente e informado en materia de nutrición y dietética, lo que a su vez coincide normalmente, con un mayor poder adquisitivo de éste, dispuesto a pagar un sobreprecio por

productos de alto valor agregado.

En materia de exportación, este proceder asegura un *plus* a la industria, que en el caso de Chile y de los productos lácteos, constituye un paso adelante en la apertura y consolidación de nuevos mercados externos abastecidos hasta ahora, principalmente con productos poco competitivos (commodities), (Chile, 2009).

Adicionalmente, la sociedad occidental sufre hoy de sobrepeso y obesidad, lo que la OMS (2004) ha llegado a denominar de "epidemia mundial" por su tremendo alcance.

Chile se encuentra entre los países más afectados por esta epidemia, gran cantidad de información científica y técnica pone en evidencia el sobrepeso y obesidad de gran parte de la población chilena, focalizada además, en importantes estratos etéreos como son los niños y los adolescentes (1,5% de incremento anual), probablemente debido a un mayor consumo de alimentos altamente calóricos y al incremento sostenido de inactividad física.

En síntesis el 61,3% de la población chilena se encuentra sobre el peso normal (38% con sobrepeso, 22% es obesa, 1.3% obesa mórbida), lo que ocasiona enfermedades graves con alto riesgo de morbilidad y mortalidad (Pierat y Rosowski, 2006 y Mendoza *et al.*, 2007).

La OMS señala que la erradicación de la obesidad reduciría en casi un 60% la prevalencia de diabetes tipo II, en un 20% la prevalencia de enfermedades coronarias y de accidente vascular

encefálico y en casi un 30% la prevalencia de hipertensión arterial (Vio y Salinas, 2006).

Por otra parte, el envejecimiento de la población nacional, amerita también una atención especial, cuya alimentación debe centrarse en enfrentar problemas crónicos de salud asociados al propio envejecimiento, contando con productos saludables que representen una alternativa viable frente a los medicamentos o a otras terapias convencionales.

ALIMENTOS FUNCIONALES

Se entiende por alimentos funcionales aquellos que además de entregar los elementos nutritivos regulares, aportan componentes adicionales que promueven la salud y el bienestar del ser humano o bien reducen los riesgos de contraer enfermedades (Mattila-Saldholm y Saarela, 2003)

En el año 1984 Kellogg's fue pionera al usar en su marca de cereales ALL BRAND®, una declaración no autorizada de los beneficios de éstos sobre la salud, con el fin de concientizar a los consumidores sobre la importancia de la fibra alimentaria para la prevención del cáncer de colon. En 1997, la Food & Drug Administration (FDA), autorizó el uso de la "declaración de efectos sobre la salud que indica el rol de la fibra alimentaria de salvado de trigo en la reducción del riesgo de cáncer de colon" según lo dispuesto en la ley sobre etiquetado y educación nutricional de 1990.

Japón, a inicios de los 90, fue el primer país en establecer procedimientos específicos para la certificación de alimentos para usos particulares relacionados con la salud humana, (Foods for specific health use, FOSHU) y ya en sus primeros 5 años, lograron la certificación FOSHU 80 productos alimenticios (Mazza, 2000).

Hay bastante coincidencia entre los expertos que la tendencia de los consumidores a preferir productos funcionales/nutracéuticos es el principal factor que impulsa el desarrollo industrial de nuevos productos alimenticios y que la tendencia a la demanda de alimentos funcionales seguirá incrementándose en el tiempo (Mazza, 2000; Mattila-Saldholm y Saarela, 2003)

No obstante, hay aspectos críticos que las normativas deben resguardar, como es la declaración de la identificación del componente activo responsable de los presuntos efectos beneficiosos para la salud, cantidades mínimos de consumo, etc. Adicionalmente, el procesamiento de los productos, debe resguardar que el componente permanezca en condiciones fisiológicamente adecuadas, dado que algunas operaciones de proceso como los tratamientos térmicos, u otros, pueden deteriorar la capacidad de la funcionalidad fisiológicas del componente activo (Mattila-Saldholm y Saarela, 2003).

LA LECHE Y LOS LÁCTEOS: PRODUCTOS NATURALMENTE FUNCIONALES.

Ampliamente reconocida es la importancia de la leche en la nutrición del ser humano, en particular por sus contenidos de proteína y de calcio. Más aún muchos productos lácteos, debido al propio procesamiento, son naturalmente alimentos con funcionalidad fisiológica, en estos destacan las ventajas de la fermentación de la leche en la preparación de algunos lácteos frente a la absorción de lactosa y de otros nutrientes, mejorando la inmunidad y disminuyendo ciertas enfermedades infecciosas. Además, en la actualidad comienza a emerger con fuerza el papel del calcio en el control del peso corporal, la prevención de la resistencia periférica a la insulina, la hipertensión arterial y de la toxemia gravídica (Mattila-Saldholm y Saarela, 2003).

Dos vasos de leche permiten satisfacer una proporción significativa de las necesidades de calcio, magnesio, fósforo, vitaminas A, B2, B12 y D y los productos lácteos constituyen la principal fuente de calcio, aportando entre el 60 y el 75% de total requerido. En la leche, la caseína, su principal proteína, contiene el calcio fijado al fósforo, por tanto en buen estado de accesibilidad, lo que pone de manifiesto la alta funcionalidad del producto natural (Tremblay y Joannise, 2005).

Los productos como las leches fermentadas, son tradicionalmente considerados valiosos más allá de su calidad nutritiva, derivado del crecimiento y desarrollo de las bacterias

láticas y la acción metabólica resultante de su interacción con el medio lácteo, por ello el consumo de yogurt, desde antiguo, se encuentra asociado a la imagen que los consumidores tienen de éste como producto saludable y asociado a longevidad. La Federación Internacional de Lechería (IDF/FIL), destaca diversos estudios que han demostrado el beneficio del consumo de productos fermentados en la salud humana, como la acción hipocolesterolemica en la sangre, presencia de péptidos bioactivos que promueven diferentes beneficios a la salud, entre otros (IDF/FIL, 2002; Rowan *et al.*, 2005; Fitzgerald y Murria, 2006;).

Calcio y obesidad

El calcio aportado por la leche duplica en valor biológico al farmacológico, más allá de su mejor biodisponibilidad, por la presencia de otros compuestos biológicamente activos que promueven esta mayor eficacia.

Desde hace algunos años, existe creciente evidencia que apoya la relación entre el incremento de la ingesta de calcio y la reducción en el peso corporal, específicamente del tejido graso y del impactante papel que éste puede jugar en la regulación del metabolismo energético, modulando el riesgo de sobrepeso y obesidad. Lo anterior se ha demostrado en personas Caucásicas y Africano–Americanas de ambos géneros, en un amplio rango de edades. Algunos autores indican que el incremento en el consumo de productos lácteos de bajo tenor graso y alto nivel de calcio podría contribuir enormemente a reducir la epidemia cada vez mayor de la obesidad (Teegarden 2003; Zemel 2003).

Estudios que buscaban explicaciones epidemiológicas para el fenómeno del aumento de la adiposidad han identificado la ingesta dietaria del calcio como un factor que se correlaciona negativamente con el índice de masa corporal (BMI Body Mass Index: Kg/m²), con evidencias del rol intracelular del calcio en la regulación de la lipogénesis y la lipólisis. El riesgo relativo de la alta adiposidad corporal es mayor en aquellos individuos con una baja ingesta de calcio, la cual disminuye progresivamente al aumentar ésta (Parikh y Yanowski, 2003).

Se ha demostrado recientemente, que la oxidación diaria de grasa en humanos se correlaciona positivamente con la ingesta de calcio y que una dieta alta en éste, reduce el nivel de la energía metabolizable de la ingesta que al parecer se explica por mayores pérdidas de grasa en las fecas. El calcio aparece como un factor que potencia la influencia de tres componentes del balance de grasa: oxidación, ingesta y almacenamiento corporal de la grasa. Adicionalmente, habría otros mecanismos en los lácteos con efecto antiobesidad lo que no está todavía claro y que podría tener relación con ciertos péptidos del suero como el glicomacropéptido (Tremblay y Joanisse, 2005).

Se ha indicado que dietas bajas en calcio conducen a un aumento en las concentraciones intracelulares de éste, el cual actúa promoviendo el depósito de grasa corporal, reducción de la lipólisis y de la termogénesis, las dietas altas en Ca invierten esta tendencia (Zemel, 2003).

Calcio y osteoporosis

La osteoporosis, compleja enfermedad metabólica de los huesos, actualmente afecta a más de 200 millones de personas en el mundo y aumentará más en la medida que se incrementan las expectativas de vida porque no hay cura para esta enfermedad, consecuentemente, la prevención se basa en el cambio de dieta. El calcio, magnesio y fósforo de los lácteos son importantes para la formación, crecimiento y mantenimiento adecuado de los huesos, por ello estos se consideran beneficioso para la salud, aún con el contenido de proteína animal de la leche que ha sido controversial en el beneficio en la osteoporosis, ya que algunos autores han concluido que una ingesta moderada de proteína animal no afecta adversamente la homeostasis del calcio ni se ve mejorada por reemplazo con proteína vegetal como soya (Roughead *et al.*, 2005)

Se ha determinado que la deficiente ingesta de Ca y vitamina D, especialmente en los momentos de mayor crecimiento óseo y de problemas en relación a factores hormonales, como la deficiencia de estrógenos y el aumento de la actividad de la parato-hormona, así como los derivados de la vida sedentaria, condicionan

la pérdida de la resistencia estructural del esqueleto y el mayor riesgo de fracturas (Slomilowitz *et al.*, 2005).

La ingesta de Ca en los primeros años de vida es una de las estrategias más eficaces para prevenir la osteoporosis ya que durante la adolescencia se incorpora el 45% del Ca óseo y esto junto a la actividad física contribuyen a la formación de una masa ósea más densa. La leche además de calcio aporta fósforo y vitaminas D y K, importantes también en el proceso de osificación. Se ha indicado que la osteoporosis es una enfermedad de origen pediátrico con manifestación geriátrica, dado que durante la vida va disminuyendo la masa ósea (Chijani *et al.*, 2005).

El colesterol y los productos lácteos.

El nivel de colesterol de quienes toman cantidades de leche, es más alto en promedio, que aquellos que toman poco o nada de leche, a su vez hay estudios que demuestran que quienes toman más leche reducen su presión arterial en 2 mmHg sistólica. Sin embargo, el colesterol y la presión arterial son relevantes en los riesgos de enfermedades cardiovasculares, afectando uno positiva y el otro negativamente. Al respecto, se ha encontrado correlación significativa y negativa entre la ingesta diaria de calcio y la concentración de colesterol y con la relación de colesterol LDL/HDL, independiente de la variación en masa grasa del cuerpo (Liong y Shah, 2005; Tremblay y Joannis 2005).

Lácteos e hipertensión arterial.

El Ca y en especial el aportado por la leche, ejerce un efecto beneficioso sobre la presión arterial. Un estudio realizado por DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension), que evaluó el efecto de una dieta basada en frutas y lácteos sobre la hipertensión arterial, encontró, en los individuos con dieta rica en leche además de frutas y vegetales, una significativa disminución tanto en los valores de tensión arterial sistólica (TAS de 5.5 mm Hg menos) como diastólica (TAD 3.0 mm Hg menos), por sobre las personas que recibieron una dieta rica en frutas y vegetales solamente.

Se ha estimado que la aplicación poblacional de la dieta DASH podría reducir la mortalidad

cardiovascular en 15% y los accidentes cerebrovasculares en 27% (Roughead *et al.*, 2005).

Leche y cáncer

Los lácteos contienen numerosos componentes que al parecer juegan un papel importante en la prevención del cáncer. Uno de ellos es el ácido cis linoleico (CLA) y sus isómeros, todos presentes en forma regular en los lácteos, los que probablemente ejercen efectos anticarcinogénicos frente al cáncer de colon y de mamas. En la misma línea, los esfingolípidos serían eficaces frente al cáncer de colon en una dosis muy cercana a la de la leche requerida para satisfacer las necesidades de calcio del organismo.

Un estudio realizado por el Instituto Nacional del Cáncer en USA demostró que mujeres que toman al menos 3 raciones diarias de leche disminuyen hasta en un 50% el riesgo de cáncer mamario (McIntoch 2003; Pierart y Rosowski, 2006)

OPTIMIZACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD FISIOLÓGICA DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS

Con el objeto de optimizar la funcionalidad fisiológica y potencial de la leche y los lácteos, es indispensable revisar técnicamente aspectos que puedan disminuir condiciones naturalmente presentes en ellos, como así mismo, buscar alternativas que permitan desatar potencialidades no disponibles en condiciones normales de proceso. En tal sentido se debe cuestionar líneas y operaciones de proceso, agregado de aditivos (tipo, dosis, forma de agregado, etc), que puedan disminuir beneficios naturales ó, por el contrario potenciar aquellos no disponibles en forma natural en los productos.

Aspectos relativos a procesamiento que potencien la funcionalidad fisiológica.

Siendo reconocidos los beneficios del consumo de lácteos fermentados, existen, sin embargo algunos aspectos tecnológicos que los afectan disminuyendo su funcionalidad natural. Productos fermentados que presentan alta acidificación y posterior separación de suero (cottage, quak, etc), pierden cierto nivel de calcio

que se remueve junto con el suero en el proceso tradicional de concentración de los sólidos durante la elaboración de quesos. Actualmente es posible superar esta deficiencia, utilizando procesos alternativos, como por ejemplo realizando concentración por ultrafiltración (UF), mediante el cual se logra retener mayor nivel de calcio en la cuajada (Mattila-Saldholm y Saarela, 2003).

Así mismo, se debe tener presente que algunos componentes importantes de la leche podrían sufrir daños en su funcionalidad durante el procesamiento, consecuentemente se deben buscar alternativas que permitan mantener los componentes en su condición lo más original posible, para lo cual se puede optar por la aplicación de operaciones o tecnologías alternativas a los tratamientos drásticos tales como los tratamientos térmicos, aplicando operaciones combinadas de osmosis inversa, nanofiltración, crioconcentración, liofilización, etc., adicional a las fermentaciones u otros (Smilowitz *et al.*, 2005).

Aditivos lácteos.

El agregado de suero lácteo no sólo aumenta rendimientos en los productos, sino que además se obtienen beneficios en la promoción de salud al enriquecer los productos con una gamma de componentes con alta funcionalidad fisiológica como son las proteínas del suero, algunos péptidos (glicomacropéptido), calcio, etc., dando además, un alto valor agregado a un producto de bajo costo derivado del propio procesamiento de quesos (Brito *et al.*, 2002b; Playne *et al.*, 2003; Arteaga, *et al.*, 2009;)

Los concentrados proteicos de leche, también permiten potenciar los productos lácteos, tanto aquellos en base a caseína como los de proteínas del suero, debido al contenido (ó potencial desarrollo) de varios componentes con actividad biológica, particularmente de los llamados péptidos bioactivos, que por lo general rebasan los índices de funcionalidad regular de los componentes lácteos naturales con variados efectos beneficiosos a la salud del consumidor (Rowan *et al.*, 2005; Fitzgerald y Murria, 2006).

Agregado de probióticos

Los efectos beneficiosos de los productos lácteos fermentados, derivados de la actividad biológica de las bacterias que intervienen en su elaboración (metabolitos generados durante la fermentación), se pueden todavía superar mediante el uso de organismos conocidos como “probióticos”, que son agregados específicamente para mejorar el equilibrio microbiano en el intestino de los seres humanos y de los animales (De Roos y Katan, 2000; Liong y Shah 2005).

Actualmente existen los “yogures probióticos”, que anexan al cultivo tradicional responsable de la fermentación, organismos que se implantan en el tracto digestivo, con funcionalidad adicional. También se agregan éstos a las llamadas “leches cultivadas”, las cuales basan su publicidad precisamente en la condición de ser productos que “promueven salud” (Gibson y Robertfroid, 1995).

Con el fin de que los beneficios en funcionalidad fisiológica se puedan obtener por el consumo de estos productos, se han establecido algunas limitaciones o requisitos. En primer lugar los productos deben contener una concentración mínima de organismos viables al momento de consumo (10^6 ufc/mL), además se debe consumir una cantidad mayor que 100mL al menos 2 veces por semana (Champagne y Gaer, 2005).

Importante también considerar que, la viabilidad de los organismos depende de las condiciones del medio: nivel de acidez, concentración de CO_2 , etc., por lo tanto, los cultivos terapéuticos deben ser muy tolerantes a la acidez y a la bilis, y deben producir en el tracto instestinal (instestino delgado y grueso) ácidos orgánicos, bacteriocinas u otros compuestos con actividad biológica (Schrezenmeir y De Vrese, 2001).

Los principales probióticos utilizados actualmente corresponden a los *Lactobacillus acidophilus*, *L. paracaei*, y varias especies de *Bifidobacterium* (Salminen y Ouwehand, 2003).

Las bifidobacterias constituyen el mayor grupo de bacterias sacarolíticas del colon y representan sobre el 25% de la población total en intestino de un adulto y de cerca del 95% en

los recién nacidos (Gibson y Robertfroid, 1995; Diagle *et al.*, 1999).

Consecuentemente, el consumo de estos probióticos permite recuperar la adecuada concentración de la flora intestinal viable luego de estados de tratamientos con antibióticos, cambios estrictos en la dieta, estrés u otros, aunque también se sabe que la flora disminuye con la edad, lo que constituye probablemente, una de las principales causas de problemas digestivos de mayor o menor gravedad, particularmente en los individuos adultos (Gibson y Robertfroid, 1995; Songisipp *et al.*, 2004).

Agregado de prebióticos

Otros aditivos que se están usando actualmente en los alimentos para promover salud son los “prebióticos”, que se definen como ingredientes alimenticios no digeribles que estimulan selectivamente el desarrollo y actividad de ciertas especies de bacterias en el intestino. Los prebióticos más comunes incluyen oligosacáridos no digeribles como inulina y su fructooligosacárido hidrolizado parcialmente como polímeros de carbohidratos de cadena corta encontrados naturalmente en más de 36.000 plantas, así como los galactooligosacáridos y lactulosa de origen lácteo (Tungland y Meyer 2002; Tanaka y Sako, 2003; Van Loo 2004).

Se sabe que los prebióticos resisten la digestión por los ácidos gástricos y las enzimas pancreáticas, y son preferentemente fermentados por las bacterias benéficas del intestino. Dietas con suplemento de inulina aumentan el contenido superficial de *Bifidobacteria* y *Lactobacillus* (Langlands *et al.*, 2004; Buriti *et al.*, 2007).

La combinación de pre y probióticos pueden presentar efectos sinérgicos porque los primeros no sólo promueven el desarrollo de las bacterias benéficas en el colon sino también la implantación de las cepas, por ello el concepto de simbiosis es popular en Europa en la elaboración de productos lácteos (Niness, 1999; Schrezenmeier y De Vrese, 2001).

Los oligosacáridos son prebióticos que apoyan en gran medida el desarrollo de las bifidobacterias, además contribuyen en la palatabilidad de los alimentos y la inulina en

particular funciona bien como reemplazante de grasa (Gibson y Roberfroid, 1995).

Ácido Linoleico Conjugado (CLA)

En la búsqueda de optimizar la funcionalidad fisiológica de los lácteos se están desarrollando productos con mayor nivel de ácido linoleico conjugado, reconociendo que los alimentos que contienen la mayor cantidad de CLA son los que poseen grasa de rumiantes, como la leche y los productos lácteos (Fritsche y Steinhart, 1998a).

Los ácidos linoleicos conjugados describen una mezcla de posición e isómeros geométricos conteniendo una cadena doble conjugada y son de interés porque tienen un potencial anticancerígeno de las mamas, piel, colon y estómago de los consumidores, además, influyen positivamente en la prevención de arteriosclerosis, modula la inmunorespuesta y muestra la capacidad de cambiar la composición del cuerpo reduciendo la grasa (Nicolosi *et al.*, 1997).

El uso de diferentes cultivos fermentativos o períodos de maduración de quesos puede modular el nivel de CLA en los comestibles (Fritsche y Steinhart, 1998b).

Se ha reportado la habilidad de convertir ácido linoleico en CLA por 6 cepas de *Lactobacillus* spp, indicando que los efectos se producen durante la fermentación de productos lácteos por parte de tales cultivos iniciadores agregados específicamente para este propósito (Liong y Shah, 2005).

Adicional a la funcionalidad natural de los lácteos fermentados, actualmente las leches fermentadas, yogurt y otros fluidos fermentados, en diferentes formas: batidos, aflanados, etc., son los productos lácteos industriales mayormente optimizados en su calidad funcional, existiendo diversos productos comerciales con diferentes probióticos, prebióticos, sin lactosa, etc.

El queso, dentro de los lácteos, es uno de los productos normalmente considerados “de alto nivel calórico” principalmente por su contenido de grasa, que además, en su mayoría corresponde a grasa saturada (2/3), sin embargo, es el producto lácteo de mayor relevancia como fuente de calcio. Por lo tanto, al disponer de un producto reducido o bajo en grasa se obtiene un excelente

alimento que podría usarse en dietas de mantención y reducción de peso, aspecto muy novedoso, puesto que los quesos normalmente están contraindicados en tales dietas (Drake y Swanson, 1995; Banks, 2004).

Según estudios los quesos presentan buenas condiciones tecnológicas para albergar, reproducir y mantener viables a los organismos probióticos durante el paso por el tracto digestivo, dada la estructura de la red caseínica formada en la coagulación de la leche durante el procesamiento (Banks, 2004).

Lo anteriormente señalado permite visualizar un amplio potencial de transformación de los quesos tradicionales en productos con funcionalidad fisiológica optimizada.

AVANCES EN ESTUDIOS SOBRE DESARROLLO DE QUESOS FUNCIONALES REALIZADOS EN LA UACH.

Los quesos chilenos, son un sustrato interesante frente a una diversificación de avanzada en aspectos nutritivo – dietético, con miras a conseguir un producto “funcional”. En general los productos tradicionales pueden reconvertirse en productos funcionales incorporando tecnología adecuada (Kasimoglu *et al.*, 2004; Kalavrouzioti *et al.*, 2005; Kücüköner y Haque, 2006)

La Universidad Austral de Chile, particularmente el Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, en la última década ha estado investigando la reconversión de los quesos nacionales Chanco y el Gauda (Chile, 1999a y 1999b) en “quesos funcionales”, a fin de disponer de productos alternativos, que presenten un mejoramiento en la funcionalidad fisiológica de los productos tradicionales. El Chanco y el Gauda son importantes porque corresponden a variedades chilenas preferidos en el mercado nacional, como también los de mayor producción alcanzando entre ambos cerca del 80% de la producción nacional, además el Gauda corresponde a la variedad más importante en el volumen de exportación de quesos (Oliveira y Brito, 2006; Chile, 2009)

Los estudios han incluido aspectos relativos a calidad de leche: composición y calidad higiénica, análisis y descripción de los sistemas

productivos, caracterización del rebaño lechero; trazabilidad de la materia prima, etc. (Molina *et al.*, 2001; Pinto, *et al.*, 2001; Pinto, *et al.*, 2002a; Pinto, *et al.*, 2002b; Carrillo *et al.*, 2004; Molina *et al.*, 2006a; Molina *et al.*, 2006b).

En procesamiento se ha estudiado la correlación del nivel de caseínas frente a fenotipos y de éstas con el comportamiento en los procesos productivos, aspectos técnicos de la elaboración de quesos con reducida grasa, diversas modificaciones de proceso, aplicación de sustitutos de grasa (suero, concentrados proteico, etc), agregado de cultivos adjuntos, agregado de microorganismos probióticos y adición de prebióticos, sobre los cuales se ha determinado: rendimiento, comportamiento de las producciones, calidad sensorial, composicional, microbiológica y estructural: perfil de textura (Brito *et al.*, 2000; Brito *et al.*, 2002a; Brito *et al.*, 2002b; Brito *et al.*, 2003; Brito *et al.*, 2006; Arteaga *et al.*, 2009).

En relación a Control microbiológico de las producciones se han realizado diversas investigaciones en seguridad alimentaria: presencia de patógenos, organismos deteriorativos, atenuación de cultivos adjuntos, comportamiento de diversos probióticos, etc. (Carrillo *et al.*, 2004; Schobitz *et al.*, 2005 ; Brito *et al.*, 2008).

Lo anterior se ha realizado bajo el patrocinio del Ministerio de Agricultura, Dirección de Investigación de la UACH, FONDECYT, etc. considerando el desarrollo de una cantidad importante de tesis de pregrado: Ingeniería en Alimentos y Agronomía, y del Postgrado: Magíster en Ciencia y Tecnología de la Leche y del Magíster en Medicina Veterinaria

Los avances técnicos hasta el momento, están entregando resultados promisorios y en la actualidad se dispone de tecnología para elaborar Chanco y Gauda de “reducida grasa” (30% menos), con adición de organismos probióticos viables en nivel adecuado para ser denominado técnicamente “queso probiótico” (sobre un 10^7 ufc/g).

CONCLUSIONES

La leche y los productos lácteos son naturalmente alimentos de una gran

funcionalidad fisiológica, no obstante ésta puede ser optimizada mediante avances tecnológicos que permitan desarrollar aún más sus potencialidades.

Entre los productos lácteos, los quesos presentan especial potencial de optimización de la funcionalidad de los componentes de la leche. En la actualidad se ha estudiado dicha optimización en diversas variedades incluyendo los quesos chilenos Chanco y Gauda.

BIBLIOGRAFÍA

- ARTEAGA, M.; BRITO, C.; MOLINA, L.H.; PINTO, M. 2009. Caracterización de queso Chanco enriquecido con suero lácteo. *Rev. Chil. Nutr.* 36 : 53–62.
- BANKS, J. 2004. The technology of low-fat cheese manufacture. *Int. J. Dairy Technol.* 57 : 199-207.
- BRITO, C.; ASTETE, M.A.; PINTO, M.; MOLINA, L.H. 2000. Maribo cheese manufactured with concentrated milk: characteristics, maturation and yield. *Int. J. Dairy Technol.* 53: 6-12.
- BRITO, C.; MENDEZ, P.; MOLINA, L.H.; PINTO, M. 2002. a. Desarrollo de Queso Chanco de reducido tenor graso utilizando proceso de homogeneización en la leche. *Agro Sur* 30: 68-79.
- BRITO, C.; NIKLITSCHKE, L.; MOLINA, L.H.; MOLINA, I. 2002 b. Evaluation of mathematical equations to predict the theoretical yield of Chilean gouda cheese. *Int. J. Dairy Technol.* 55: 1-18
- BRITO, C.; MANRIQUEZ, X.; MOLINA, L.H.; PINTO, M. 2003. Estudio de maduración de Quesos Chanco de reducido tenor graso, elaborado con leche homogeneizada. *Arch. Latin Americanos Nutr.* 53: 299-305.
- BRITO, C.; URIBE, P.; MOLINA, L.H.; MOLINA, I.; PINTO, M. 2006. Production of low-fat Chanco cheese using homogenized milk and adjunct lactic culture. *Int. J. Dairy Technol.* 59: 242-249.
- BRITO, C.; BOCK, S.; SCHÖBITZ, R.; HORZELLA, M.; MOLINA, L.H. 2008. *Lactobacillus helveticus* CNRZ 32: Atenuación y propiedades enzimáticas para usar en quesos como cultivo adjunto. *Agro Sur* 36: 137-146.
- BURITI, F.; CARDARELLI, M.; SAAD, S. 2007. Biopreservation by *Lactobacillus paracasei* in co-culture with *Streptococcus thermophilus* in potentially probiotic and symbiotic fresh cream cheeses. *J. Food Prot.* 70: 228-235.
- CARRILLO, B.; GONZALEZ, M.; SCHÖBITZ, R.; MOLINA, L.H.; BRITO, C. 2004. Niveles de contaminación microbiológica en equipos de recepción y almacenamiento de leche en Centros de Acopio Lechero en la provincia de Valdivia. *Agro Sur* 32: 45-53.
- CHAMPAGNE, C.; GARDNER, N. 2005. Challenges in the addition of probiotic cultures to foods. *Critical Reviews Food Sc. and Nutr.* 45: 61-84.
- CHIJANI, V.; RAMAGLI, A.; ALBANESE, M. 2005. Cómo y por qué invertir en la salud ósea. Osteoporosis. Tomo 2. Geosur. Cap 25: 213-219.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Norma Chilena Queso Chanco. Nch 2090. 1999a.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. Queso Gauda. Nch 2478. 1999b.
- CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2009. Boletín de Comercio Exterior Silvoagropecuario. N° 52 En-Dic. 2008. 25 p.
- DAIGLE, A.; ROY, D.; BÉLANGER, G.; VUILLEMARD, C. 1999. Production of probiotic cheese (Cheddar-like cheese) using enriched cream ferments by *Bifidobacterium infantis*. *J. Dairy Sci.* 82: 1081-1091.
- DE ROOS, N.; KATAN, M. 2000. Effects of probiotic bacteria on diarrhoea, lipid metabolism, and carcinogenesis: a review of papers published between 1988 and 1998. *American J. Clin. Nutr.* 71: 405-411.
- DRAKE, M.A.; SWANSON, B.G. 1995. Reduced and low-fat cheese technology: A review. *Trends Food Sc and Technol.* 6: 366-369.
- FITZGERALD, R. J.; MURRIA, B. A. 2006. Bioactive peptides and lactic fermentation. *Int. J. Dairy Technol.* 59: 118–125.
- FRITSCHKE, J.; STEINHART, H. 1998 a. Analysis, occurrence, and physiological properties of trans fatty acids (TFA) with particular emphasis on conjugated linoleic acid isomers (CLA) - a review. *Fett* 100: 190-210.
- FRITSCHKE, J.; STEINHART, H. 1998 b. Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. *J. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A.* 206: 1431-4630.
- GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. 1995. Dietary modulation of the human colonic microflora: introducing the concept of prebiotics. *J. of Nutr.* 125: 1401–1412.
- GUVEN, M.; YASAR, K.; KARACA, O.; HAYALOGLU, A. 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *Int. J. Dairy Technol.* 58 : 180-184.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF/ FIL). 2002. Health benefits and safety evaluation

- of certain food components. *Bulletin* 377: 42 p.
- KALAVROUZIOI, I.; HATZIKAMARI, M.; LITOPOULOU – TZANETAKI, E.; TZANETAKIS, N. 2005. Production of hard cheese from caprine milk by the use of two types of probiotic cultures as adjuncts. *Int. J. Dairy Technol.* 58: 30-38.
- KASIMOGLU, A.; GÖNCÜOĞLU, M.; AKGUN, S. 2004. Probiotic white cheese with *Lactobacillus acidophilus*. *Int. Dairy J.* 14: 1067-1073.
- KÜCÜKÖNER, E.; HAQUE, Z. 2006. Physicochemical properties of low-fat and full-fat cheddar cheeses. *Int. J. Dairy Technol.* 59: 166-170.
- LANGLANDS, S.; HOPKINS, M.; COLEMAN, N.; CUMMINGS, J. 2004. Prebiotic carbohydrates modify the mucosa associated microflora of the human large bowel. *Gut* 53: 1610-1616.
- LIONG, M.T.; SHAH, N.P. 2005. Acid and bile tolerance and cholesterol removal ability of lactobacilli strains. *J. Dairy Sci.* 88: 55-66.
- MATTILA-SANDHOLM, T.; SAARELA, M. 2003. *Functional Dairy Products*. Cambridge, Woodhead Publishing Ltd. 392 p.
- MAZZA, G. 2000. *Alimentos funcionales. Aspectos bioquímicos y de procesado*. Zaragoza, Acribia. 457 p.
- McINTOSH, G.H. 2003. Health aspects of dairy products. Colon cancer prevention. In: Roginsky, H.; Fuquay, J y Fox, P. (edits). *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Academic Press, Elsevier Science London. U.K. Vol. III. pp. 1301- 1306.
- MENDOZA, C.; PINHEIRO, A.C.; AMIGO, H. 2007. Evolución de la situación Alimentaria en Chile. *Rev Chil Nutr.* 34: 62- 70.
- MOLINA, L.H.; GONZALEZ, R.; BRITO, C.; CARRILLO, B.; PINTO, M. 2001. Correlación entre la termoestabilidad y prueba de alcohol de la leche a nivel de un centro de acopio Lechero. *Arch. Med. Vet.* 33: 233-240. MOLINA, L.H.;
- KRAMM, J.; BRITO, C.; CARRILLO B.; PINTO, M.; FERRANDO, A. 2006 a. Protein composition of milk from Holstein – Friesian dairy cows and its relationship with the genetic variants A and B of K – casein and B – lactoglobulin (Part I). *Int. J. Dairy Technol.* 59: 183–187.
- MOLINA, L.H.; BENAVIDES, T.; BRITO, C.; CARRILLO, B.; MOLINA, I. 2006 b. Relationship between A and B variants of α -casein and β -lactoglobulin and coagulation properties of milk. *Int. J. Dairy Technol.* (Part II) 59: 188-191.
- NICOLOSI, R.; ROGERS, E.; KRITCHEVSKY, D.; SCIMECA, J.; HUTH, P. 1997. Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *Artery* 22: 266-77.
- NINESS, K. 1999. Inulin and oligofructose: what are they? *J. of Nutr.* 129: S1402-S1406.
- OLIVEIRA, M.N.; BRITO, C. 2006. Brined Cheeses and Analogues of Latin American Origin. In: Tamime, A.Y. (Ed.) *Brined cheeses*. Society of Dairy Tecnology Series. London, Blackwell Publishing. pp. 211–248.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. OMS. 2004. *Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud*. 57ª Asamblea Mundial de Salud. Ginebra. 48 p.
- PARIKH, S. J.; YANOVSKI, J.A. 2003. Calcium intake and adiposity. *American J. Clin. Nutr.* 77: 281-287.
- PIERART, C.; ROZOWSKY, J. 2006. Papel de la Nutrición en la Prevención del Cáncer Gastrointestinal. *Rev. Chil. Nutr.* 33: 8-13. 30
- PINTO, M.; SHAMSSHIRI-AMIRKOLAI, S.H.; CARRASCO, E.; BRITO, C.; MOLINA, L.H. 2001. Variaciones estacionales de los triacilglicéridos en la grasa de leche de bovinos. *Agro Sur* 29: 119-125.
- PINTO, M.; CONTRERAS, M.; CARRASCO, E.; BRITO, C.; MOLINA, L.H.; SHUN, K.; VEGA Y.; LEON, S. 2002 a. Determinación de la autenticidad de grasas lácteas. Análisis discriminante lineal de triglicéridos. *Agro Sur* 30: 59–67.
- PINTO, M.; RUBILAR, A.; CARRASCO, E.; SHUN, K.; BRITO, C.; MOLINA, L.H. 2002 b. Efecto estacional y área geográfica en la composición de ácidos grasos en la leche de bovinos. *Agro Sur* 30 : 75–90.
- PLAYNE, M.; BENNET, L.; SMITHERS, G. 2003. Functional dairy foods and ingredients. *Australian J Dairy Technol.* 58: 242-264.
- ROUGHEAD, Z.; HUNT, J.; JOHNSON, L.; BADGER, T.; LYKKEN, G. 2005. Controlled Substitution of Soy Protein for Meat Protein: Effects on Calcium Retention, Bone, and Cardiovascular Health Indices in Postmenopausal Women. *Of. Clinical Endocrinology & Metabolism* 90: 181–189.
- ROWAN, A.; HAGGARTY, N.; RAM, S. 2005. Milk bioactives: discovery and proof of concept. *Australian J Dairy Technol.* 60: 114–118. 14
- SALMINEN, S.; OUWEHAND, A.C. 2003. Probiotics, Applications in Dairy Products. In: Roginsky, H.; Fuquay, J y Fox, P. (edits). *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Academic Press, Elsevier Science London. U.K. Vol. IV. pp. 2315-2322.
- SCHREZENMEIR, J.; DE VRESE, M. 2001. Probiotics, prebiotics, and synbiotics - approaching

- a definition. *American J. Clin. Nutr.* 73: 361S-364S.
- SCHÖBITZ, R.; URIBE, C.; MOLINA, LH; ESPIONA, F. 2005. Control del desarrollo de bacterias ácido butíricas en queso tipo Gouda empleando diferentes concentraciones de nitratos y temperaturas de maduración. *Agro Sur* 33: 2-10.
- SMILOWITZ, J.; DILLARD, C.; GERMAN, J.B. 2005. Milk beyond essential nutrients: metabolic food. *Australian J. Dairy Technol.* 60: 77-83.
- SONGISIPP, E.; KULLISAAR, T.; HÜTT, P.; ELIAS, P.; BRILENE, T.; ZILMER, M.; MIKEISAAR, M. 2004. A new probiotic cheese with antioxidative and antimicrobial activity. *American Dairy Sc. Association* 87: 2017-2023.
- TANAKA, R.; SAKO, T. 2003. Prebiotics Types. In: Roginsky, H.; Fuquay, J y Fox, P. (eds.). *Encyclopedia of Dairy Sciences*. London, Academic Press. Vol. IV. pp. 2256-2276.
- TEEGARDEN, D. 2003. Calcium Intake and Reduction in Weight or Fat Mass. *J. of Nutr.* 249S-251S.
- TREMBLAY, A.; JOANISSE, D.R. 2005. Calcium intake, body composition and plasma lipid-lipoprotein concentrations in adults. *Australian J. of Dairy Technol.* 60: 66-69.
- TUNGLAND, B.; MEYER, D. 2002. Nondigestible oligo-and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. *Comp Rev Food Sci. Food Saf.* 3: 73-92.
- VAN LOO, J. 2004. The specificity of the interaction with intestinal bacterial fermentation by prebiotics determines their physiological efficacy. *Nutr. Research Reviews* 17: 89-98.
- VIO, F.; SALINAS, J. 2006. Promoción de salud y calidad de vida en Chile: una política con nuevos desafíos. *Rev. Chil. Nutr.* 33 supl. 1: 252-259.
- ZEMEL, M. 2003. Role of dietary calcium and dairy products in modulating adiposity. *Lipids* 38 : 139-