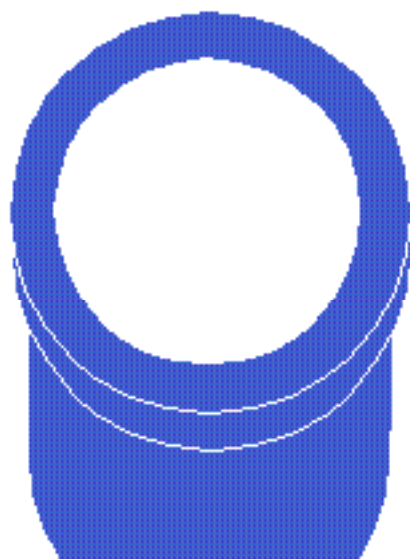
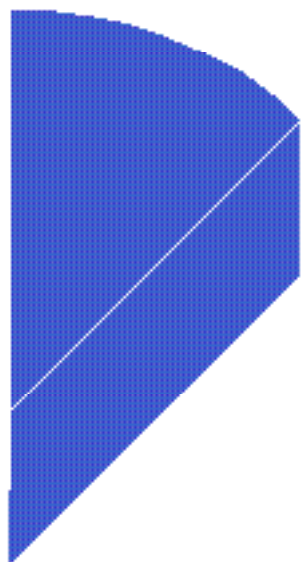


14

PRODUCTOS  
LACTEOS



**14**

**PRODUCTOS  
LÁCTEOS**

**DOCUMENTOS  
COTEC SOBRE  
NECESIDADES  
TECNOLÓGICAS**

Primera edición:  
Diciembre 2002

Depósito legal: M. 51.893--2002

Imprime:  
Gráficas Arias Montano, S.A.

# ÍNDICE

<b>Presentación</b> .....	5
<b>1. El sector lácteo español</b> .....	9
1.1. Introducción .....	9
1.2. Análisis de la situación actual del sector lácteo .....	10
1.2.1. Situación tecnológica .....	11
1.2.2. Producción de leche .....	11
1.2.3. Industrialización .....	13
1.2.4. Balance comercial de leche y productos lácteos .....	16
1.3. Las claves del futuro de la industria láctea española .....	19
<b>2. Innovación tecnológica del sector lácteo</b> .....	21
2.1. Nuevos procesos .....	21
2.1.1. Procesos de membrana .....	21
2.1.2. Altas presiones .....	25
2.1.3. Campos eléctricos pulsantes .....	26
2.1.4. Ultrasonidos .....	27
2.1.5. Microondas .....	28
2.1.6. Bactofugación .....	29
2.1.7. Calentamiento óhmico .....	29
2.1.8. Procedimientos biológicos .....	30
2.1.9. Tratamientos combinados .....	32
2.2. Nuevos productos .....	34
2.2.1. Leches líquidas .....	35
- Leches enriquecidas .....	35
- Leches especiales .....	38
2.2.2. Leches fermentadas con propiedades probióticas .....	38
2.2.3. Quesos .....	40

- Quesos bajos en grasa .....	41
- Quesos probióticos .....	42
- Quesos con propiedades bioactivas .....	43
2.2.4. Nata y mantequilla .....	44
2.2.5. Preparados lácteos .....	44
2.2.6. Postres .....	45
2.2.7. Ingredientes funcionales de origen lácteo .....	45
- Leche en polvo .....	46
- Grasa .....	46
- Mazada o suero de mantequilla .....	47
- Proteínas .....	47
- Caseínas y caseinatos .....	48
- Proteínas de suero .....	49
- Proteínas biológicamente activas .....	50
- Inmunoglobulinas .....	51
- Hidrolizados de proteínas .....	52
- Péptidos bioactivos en hidrolizados de proteínas .....	53
- Utilizaciones de la lactosa en alimentos .....	53
2.3. Nuevos métodos de control .....	55
<b>3. Situación actual de la I+D en España .....</b>	<b>57</b>
3.1. Objetivos científico-técnicos priorizados ...	57
3.2. Ayudas para proyectos de I+D .....	59
3.3. Temas de trabajo desarrollados por grupos españoles .....	59
3.3.1. Mejora de la producción láctea ....	60
3.3.2. Procesos de transformación .....	61
3.3.3. Tratamiento térmico .....	61
3.3.4. Calidad .....	61
3.3.5. Seguridad .....	62
3.3.6. Nutrición .....	62
3.3.7. Quesos .....	63
<b>4. Oferta tecnológica en España .....</b>	<b>65</b>

## **PRESENTACIÓN**

Desde hace diez años la Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica viene organizando sesiones de debate para la identificación de necesidades tecnológica en todos los sectores industriales. Con estas sesiones se trata de conocer las carencias y las oportunidades de carácter tecnológico con que se enfrenta un sector industrial determinado, así como las principales líneas tecnológicas que permitan mejorar la competitividad de ese sector.

En ellas, la Fundación Cotec reúne a grupos restringidos de expertos de la industria y a investigadores especialmente cualificados dentro del sector, para el análisis de la situación tecnológica del mismo y la identificación de sus necesidades más prioritarias con el objetivo de hacer frente a las exigencias del mercado. Asimismo, se recaba la información existente acerca de la oferta tecnológica dentro y fuera de España. Con ello se pretende facilitar e incentivar a la pequeña y mediana empresa para que se adapte a las nuevas exigencias de la situación actual.

En 1992 Cotec editó el primer documento de necesidades tecnológicas dedicado al sector lácteo, que supuso un éxito de edición y de difusión, marcando el camino de esta colección de Cotec y definiendo el estilo de los futuros documentos. Diez años más tarde Cotec decide poner al día y actua-

lizar aquel documento dando lugar al debate sobre **Productos Lácteos**, cuya sesión tuvo lugar el día 3 de octubre de 2002 en la sede de la Fundación.

La preparación y coordinación del documento ha corrido a cargo de los investigadores Manuela Juárez, Manuel Núñez, Agustín Olano y Mercedes Ramos, que actuaron como expertos para Cotec, ayudados por Miguel Ángel Vázquez de Prada, que preparó los aspectos económicos y sectoriales.

La Fundación Cotec quiere dejar constancia de su agradecimiento a los coordinadores y a los demás participantes en la sesión, sin cuyas numerosas aportaciones este Documento no hubiera sido posible.

## **Participantes en la Sesión Cotec sobre Productos Lácteos**

- José Vicente Altamirano  
Tetra Pack
- Marco Antonio Delgado  
Grupo Pascual
- Javier Echevarría  
Capsa
- Mercedes Escribano  
Fundación Cotec
- Pedro Valentín Gamazo  
Comité Nacional Lechero
- José Gómez Sempere  
Clesa
- Nabil Khayyat  
CDTI
- Ricardo Manso  
Enresa
- Federico Morais  
OTRI-FIAB
- Miguel Ángel Reguillo  
García Baquero, S.A.
- Manuel Zahera  
Fundación Cotec



## **Coordinadores:**

- Manuela Juárez  
Instituto del Frío
- Manuel Núñez  
INIA
- Agustín Olano  
Instituto de Fermentaciones Industriales
- Mercedes Ramos  
Instituto de Fermentaciones Industriales
- Miguel Ángel Vázquez de Prada  
Federación Nacional de Industrias Lácteas



## **EL SECTOR LÁCTEO ESPAÑOL**

### **1.1. INTRODUCCIÓN**

Desde la gran explosión de la economía española en la década de los años sesenta, se fue conformando un sector lácteo que se caracterizó por un gran incremento del consumo interior, en un mercado cerrado al exterior y fuertemente intervenido por el Estado. Ello provocó un fuerte incremento de la producción lechera, al tiempo que se producía una gran implantación de industrias lácteas a partir de un primer núcleo constituido por las Centrales Lecheras que se ubicaban en las grandes poblaciones españolas, cerca de la creciente masa de consumidores, que se centraban en éstas y en sus alrededores. En los años setenta siguieron las implantaciones de industrias a lo ancho y largo del territorio español; asimismo, crecía el número de explotaciones y el censo de ganado bovino de aptitud lechera. Según los datos disponibles, se alcanza el cénit de crecimiento en torno al comienzo de la década de los años ochenta, con un sector productor configurado por más de 300.000 explotaciones con más de 1.900.000 cabezas, con un rendimiento medio teórico de 3.200 kg/vaca/año y de 6,2 vacas/explotación. La década de los ochenta se caracteriza por la primera reestructuración del sector productor y fuertes inversiones del sector industrial, que incorpora nuevas tecnologías y se diversifica en aras de atender a una demanda

creciente y cada vez más exigente en calidad y variedad de productos lácteos.

Nuestro ingreso en la entonces desconocida Comunidad Económica Europea (1986) tuvo una gran influencia en la liberalización del mercado interior hasta ese momento fuertemente intervenido y cerrado, pero no influyó sobre el proceso de reestructuración y crecimiento de la producción, a pesar de la imposición a España del régimen de cuotas de producción láctea, ya que el Gobierno de entonces decidió no aplicarla, al resultar que la cuota negociada era muy inferior a las necesidades y realidades del sector.

En 1990, la producción e industrialización de leche en España alcanza su máxima expresión en relación con el nivel de autoabastecimiento, pues podríamos decir que se atendía con producción propia el 95% del consumo interior.

## **1. 2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR LÁCTEO**

### **Las grandes cifras de la industria láctea española**

	<b>1999</b>	<b>2000</b>
Ventas (millones de euros)	6.119	6.107
N.º de empresas censadas	480	460
N.º de personas ocupadas	27.745	27.128
Inversiones en activos materiales (millones de euros)	271,7	223,1
Gasto en leche y productos lácteos sobre gasto total en alimentación de los hogares (%)	11,0	11,0

Fuente: INE.

En la base de cualquier análisis que se realice sobre el sector lácteo español está la asignación oficial de una cuota de

producción deficitaria lo que conlleva una gran inestabilidad del aprovisionamiento de la materia prima. Estamos ante una cuestión que repercute cíclicamente sobre las condiciones en que se desarrolla la competitividad del sector en todos los eslabones de la cadena de valor de la leche, es decir, en la producción, en la industrialización y en la comercialización.

### **1.2.1. Situación tecnológica**

El gran esfuerzo inversor realizado por la industria y las explotaciones lecheras españolas en los últimos quince años ha dado lugar a un gran salto cualitativo en materia de renovación e innovación tecnológica de las distintas líneas productivas de las industrias lácteas y en los sistemas de producción, ordeño y conservación de la leche en las explotaciones de producción. Asimismo, se han alcanzado índices muy altos en materia de homologación de industrias y explotaciones de producción respecto a la normativa comunitaria de condiciones higiénico-sanitarias de equipos, instalaciones y ganadería de aptitud lechera.

Lamentablemente no podemos dar una visión tan optimista en las inversiones en Investigación y Desarrollo e Innovación (I+D+I), que en nuestro sector aún tienen unas cotas bajas y francamente mejorables en el futuro. Sólo los subsectores de postres lácteos frescos y de productos lácteos funcionales están realizando un esfuerzo inversor considerable en I+D+I.

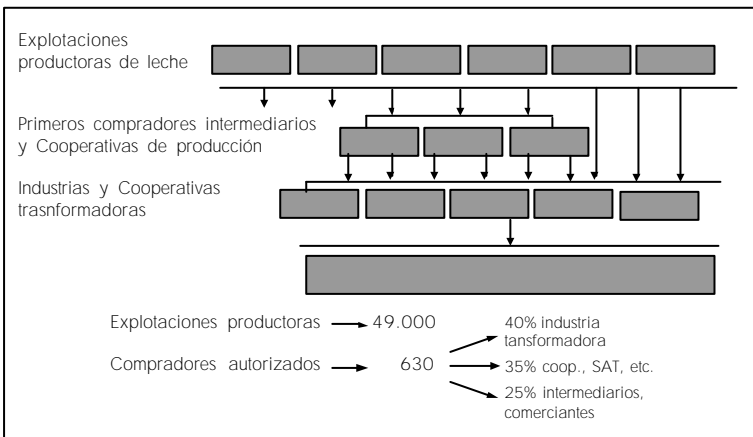
### **1.2.2. Producción de leche**

La evolución del sector productivo, en el marco de la Unión Europea (UE) y en un régimen de contingentación de la producción (cuota láctea), que por su insuficiencia ha cons-

tituido siempre un *handicap* para la evolución estructural de las explotaciones lecheras, presenta en la actualidad las siguientes características:

- La mejora de las estructuras productivas se ha producido de manera muy drástica mediante la rápida desaparición de explotaciones. En 1986 se podían contar más de 250.000 explotaciones de producción lechera, mientras que en la actualidad (campaña 2001-2002) este número no supera las 50.000.
- Los productores de leche españoles sólo pueden producir sin penalización el volumen de leche que en su conjunto alcance la cuota láctea nacional, cuota que al ser deficitaria (inferior en un 20% al consumo nacional) frena a nuestros productores de leche en desventaja competitiva con los de otros Estados Miembros de la UE excedentarios (cuota superior al consumo interior), como es el caso de Francia, Alemania, Irlanda, Dinamarca, Holanda, etc. Por ello no se pueden aprovechar las ventas marginales que los productores de esos países obtienen para ser exportadas a otros Estados Miembros de la UE o a países terceros.

**ESTRUCTURA DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO**



- La presión de la demanda de leche por parte de la industria láctea española ha generado un mercado de “cuotas lácteas” fuertemente especulativo y la creación de figuras comerciales intermedias entre el productor de leche y la industria transformadora que perjudica la gestión de la calidad y la transparencia del sector.
- El propio régimen de cuotas lácteas de la UE penaliza mucho más a los productores de leche de países deficitarios, como es el caso español, que a los productores de países excedentarios.
- Actualmente el tamaño medio de las explotaciones españolas está cercano a alcanzar la media de las explotaciones de la UE. Este esfuerzo lo ha realizado casi enteramente a su cargo el sector productor de leche español, a diferencia de los productores de muchos países de la UE que recibieron de la Política Agraria Común (PAC) cuantiosas ayudas antes del ingreso de España en la UE.

### **1.2.3. Industrialización**

Por su parte, la industria láctea española, en las circunstancias anteriormente descritas, ha evolucionado del modo siguiente:

- Ha tenido que reestructurar sus rutas de abastecimiento de materia prima ante la gran desaparición y la nueva dimensión de las explotaciones de producción.
- Se ha visto prácticamente obligada a ceder gran parte de su relación directa con los ganaderos, sustituyéndola por la relación con intermediarios para asegurar mayores volúmenes de leche para su aprovisionamiento.
- La presión de la demanda creciente contra una oferta de leche (producción) contingenciada (por las cuotas) y

deficitaria va creando fuertes tensiones en los precios de la leche en origen, interponiéndose a otros en los que la leche era muy cara (muy escasa) o fuertemente desincentivadora de la producción (excedentes coyunturales), lo que ha restado eficacia y estabilidad a la cadena de valor de la leche y, por tanto, una razonable remuneración de los distintos eslabones de esa cadena (producción, industria, comercio).

- Según los principios de la economía, la escasez de leche debería tener como consecuencia un mercado de leche y productos lácteos de más valor añadido. Por el contrario, contra una fuerte tensión en la remuneración de la

**Consumo per cápita de leche y productos lácteos  
Año 2000**

	<b>España Kg/hab/año</b>	<b>UE-15 Kg/hab/año</b>
<b>Leche líquida</b>	<b>116,3</b>	<b>86,9</b>
Leche envasada	112,2	
Leche entera	64,4	
Leche semidesnatada	27,1	
Leche desnatada	20,7	
<b>Otras leches</b>	<b>2,2</b>	<b>6,8</b>
Leche condensada y concentrada	2,0	
Leche en polvo	0,2	
<b>Derivados lácteos frescos</b>	<b>24,8</b>	<b>20,7</b>
Yogur, batidos de yogur, leches fermentadas	21,2	
Batidos de leche	3,6	
<b>Mantequilla</b>	<b>0,4</b>	<b>4,7</b>
<b>Quesos</b>	<b>9,1</b>	<b>16,0</b>

materia prima (escasez de oferta ante una demanda muy superior) que provoca con frecuencia precios altos, las grandes superficies comerciales han utilizado la leche líquida (de fuerte incidencia en el mercado por su elevado consumo nacional de más de 100 litros/habitante/año) como producto reclamo a precios de oferta, lo que ha provocado un fuerte estancamiento de los márgenes industriales, que a su vez se ha pretendido traspasar el productor de leche.

### Nivel de transformación en España y en otros países de la UE

<b>País</b>	<b>Leche líquida y productos frescos</b>	<b>Leche para transformar</b>	<b>Total leche</b>	<b>% leche transformada</b>
Austria	127	2.473	2.600	95,1
Holanda	1.100	9.800	10.900	89,9
Irlanda	570	4.730	5.300	89,2
Dinamarca	635	3.865	4.520	85,5
Alemania	5.500	21.700	27.200	79,8
Francia	4.900	18.900	23.800	79,4
Finlandia	540	1.860	2.400	77,5
Reino Unido	3.400	10.100	13.500	74,8
Italia	3.600	6.800	10.400	65,4
Suecia	1.280	2.020	3.300	61,2
Bélgica-Lux.	1.430	2.100	3.440	58,4
Portugal	884	1.006	1.890	53,3
España	3.600	2.430	6.030	40,3
Grecia	560	140	700	20,0
<b>Total UE</b>	<b>28.126</b>	<b>87.834</b>	<b>115.930</b>	<b>75,7</b>

Fuente: IDEA, S.L. s/datos FENIL 1999.



- Como consecuencia de lo anterior, entre 1993 y el año 2000, el Índice de Precios al Consumo (IPC) de la leche líquida de consumo sólo ha crecido un 10%, mientras que el IPC de la alimentación se ha incrementado en un 25% y el IPC general en un 34%.
- El sector industrial ha tenido que abordar una fuerte reestructuración, produciéndose en los últimos años grandes concentraciones de empresas lácteas, tanto de capital nacional como extranjero.
- El sector industrial ha apostado por la aplicación de políticas de aseguramiento de la calidad de sus productos desde el origen hasta el consumidor.
- La fuerte concentración de las empresas de distribución comercial ha sido otra de las grandes dificultades con las que se ha encontrado la industria, que ha perdido mucho margen de negociación para la venta de sus productos al consumidor.

#### **1.2.4. Balance comercial de leche y productos lácteos**

Desde nuestra entrada en la UE (entonces CEE) en el año 1986 nuestra balanza comercial que ya entonces registraba un saldo negativo, se ha venido deteriorando continuamente aunque en dos etapas claramente diferenciadas: lentamente en los cinco primeros años, es decir, mientras duraron las medidas proteccionistas suscritas en el Tratado de Adhesión y de fuerte influencia negativa a partir de la desaparición de esas medidas que vinieron prácticamente a coincidir con la entrada en vigor del Mercado Único y la aplicación efectiva del régimen de cuotas lácteas en nuestro país. El déficit de nuestra balanza comercial ha pasado de 177 millones de euros en el año 1986 a 475 millones

de euros en 1998, es decir, se ha incrementado en un 168%.

Aun cuando la industria española es plenamente competitiva en términos de costos de transformación industrial, no tiene tradición exportadora debido fundamentalmente a la existencia de un límite de producción de materia prima que se destina al autoconsumo, hecho al que se une una "colonización" comercial histórica de los mercados exteriores por parte de aquellos Estados Miembros excedentarios.

Siendo, pues, el español un mercado deficitario y de autoconsumo para la producción nacional, la parte del mismo que es abastecida desde el exterior (aproximadamente el 20%) constituye una variable exógena, ya que influye muy notoriamente en la política de precios nacional y es a su vez muy sensible a las variaciones de cotización internacional de los productos lácteos, convirtiéndonos en un mercado de transmisión de las coyunturas internacionales. La doble rigidez de la demanda (exterior) y de la oferta (interior) impide que disminuya la presión sobre el mercado interior, con la consiguiente dificultad de mantenimiento del equilibrio de precios. Así, mientras se proponen mecanismos para sacar producción fuera de la UE que apenas inciden directamente en nuestro país, no se proponen medidas equivalentes que permitan reconducir situaciones como la nuestra. A tal efecto sería conveniente contemplar una flexibilización del régimen de cuotas (sistema de doble precio...), principalmente en países deficitarios de la UE, que permitiera amortiguar estas distorsiones antes de asumir cualquier compromiso de apertura de mercados. Por último, y como elemento que demuestra el déficit estructural del sector lácteo español, se exponen a continuación las cifras más significativas de nuestro comercio exterior de leche y productos lácteos.

### Comercio exterior del sector lácteo español en el año 2000 (Tm)

Productos	Importaciones	Exportaciones	Saldo (E - I)
Leche y nata envasada	313.698	90.889	-222.809
Leche y nata a granel	122.846	109.423	-13.423
Leche en polvo	51.176	34.725	-16.451
Leches concentradas	19.993	27.387	+7.394
Yogures y leches fermentadas	170.908	45.452	-125.456
Mantequilla	9.710	19.054	+9.344
Quesos y quesos fundidos	111.368	29.991	- 81.377

### Evolución del comercio exterior (millones de euros)

	1998	1999	2000	Variación
Exportaciones	365,4	361,8	441,2	+ 20,72 %
Importaciones	840,2	787,9	911,7	+ 8,51 %

### Balance de aprovisionamiento en leche y productos lácteos (1000 Tm) año 1999

Producto	Producción nacional	Importación	Exportación	Déficit	Consumo aparente	Kg/hab/año
Leches líquidas, natas y otros produc. lácteos frescos	4.100	349,2	168,3	180,9	4.280,9	109
Leche en polvo	15,4	44,6	32,2	12,4	27,8	0,70
Leche concentrada	52	17,7	18,3	- 0,6	51,4	1,3
Mantequilla	36,7	9,2	8,5	0,7	34,7	0,88
Yogures y leches fermentadas	552	119,9	33,4	86,2	638,5	16,2
Quesos	290,8	110,9	36,1	74,8	365,6	9,3

### **1. 3. LAS CLAVES DEL FUTURO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA ESPAÑOLA**

La industria láctea nacional tiene muy claro que las claves del futuro pasan necesariamente por tres cuestiones fundamentales:

- Reordenación general del sector.
- Reequilibrio de la cadena de valor de la leche.
- Aprovechamiento de materia prima estable y suficiente como elemento fundamental para conseguir los anteriores objetivos y aprovecharse en igualdad de condiciones que el resto de la industria láctea europea de las oportunidades que ofrezca la globalización de los mercados internacionales.

Partiendo de la base de que sin un abastecimiento de materia prima suficiente y estable todo se complica, entendemos que nuestro país no debe dejar de reivindicar el derecho a producir lo que necesite, sin perjuicio de que se tomen las medidas pertinentes para mejorar y reordenar los distintos eslabones de la producción, industrialización y comercialización de leche y productos lácteos.

La reordenación del sector es necesaria para dotarlo de mayor transparencia en un marco de competencia leal entre todos los operadores que intervienen en el sector, muy especialmente de los primeros compradores no transformadores que actúan de intermediarios entre los productores de leche y la industria transformadora.

Otra cuestión fundamental dentro de los objetivos para asegurar un futuro esperanzador es el fortalecimiento de la imagen de calidad de la leche y los productos lácteos, destacando ante los consumidores la trazabilidad y seguridad de nuestros productos.

La competitividad del sector y el reequilibrio de la cadena de valor de la leche entre los productores, industria y comercio son los dos aspectos claves del futuro, para lo cual será necesario:

- Contar con el abastecimiento regular y suficiente de leche.
- Potenciar la Organización Interprofesional Láctea Española (INLAC) como instrumento clave de la reordenación.
- Seguir muy de cerca la evolución de los mercados, el desarrollo de la reforma de la Organización Común de Mercados de la leche, la ampliación de la UE hacia el centro y este de Europa y los resultados de las negociaciones de la Ronda del Milenio.
- El ordenamiento del comercio interior a través de la aplicación de los mecanismos introducidos en la Ley que regula el comercio minorista de cara a clarificar y racionalizar las relaciones comerciales entre proveedores y empresas de la distribución, así como evitar el uso que se está dando a algunos productos lácteos como generadores de tráfico y como reclamo de otros consumos.

En el ámbito de la comercialización de la leche y los productos lácteos la industria tendrá que desplegar toda su imaginación en el desarrollo de nuevos productos y estar al día en las tecnologías de nuevas fórmulas de comercialización, especialmente en aquellos segmentos en los que se muestra mayor madurez del mercado.

Uno de los retos de la industria láctea española está en conseguir cambiar la tendencia negativa de la balanza comercial, aprovechando las oportunidades de la globalización del mercado y abordando proyectos de internacionalización de los que ya existen ejemplos por iniciativa de algunas empresas lácteas nacionales.

La atención a los consumidores ha de ser una constante, especialmente si queremos conseguir que estos prefieran nuestros productos a los de otros países, sobre todo en el sector de los quesos.

# 2

## INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DEL SECTOR LÁCTEO

### 2.1. NUEVOS PROCESOS

#### 2.1.1. Procesos de membrana

La tecnología de membranas comprende un conjunto de procesos de separación molecular que permiten el fraccionamiento de los componentes de un líquido al hacerlo pasar a través de una membrana. La fuerza impulsora puede ser una diferencia de presión o una diferencia de potencial eléctrico, en cuyo caso la técnica se denomina electrodiálisis. En la diálisis, la fuerza es una diferencia de concentración o actividad. Cuando la fuerza es una diferencia de presión, dependiendo del tipo de membrana o, más concretamente, del tamaño del poro de la misma, así como de las condiciones empleadas en el proceso, se distinguen cuatro tipos: ósmosis inversa (OI), nanofiltración (NF), ultrafiltración (UF) y microfiltración (MF). En la MF y UF, la diferencia de presión es relativamente pequeña (del orden de 1 bar); en la OI se aplica una diferencia de presión mucho mayor. Como resultado del proceso se obtienen dos fracciones: el permeado, formado por el conjunto de componentes del líquido inicial que por su tamaño atraviesan la membrana, y el retentado o concentrado, formado por los componentes que no la atraviesan.

La *ósmosis inversa* es básicamente un proceso para eliminar

el agua, alternativo a la evaporación, pero con un consumo energético menor, en el que se emplean presiones de 5 a 10 veces superiores que las que se emplean en la ultrafiltración. En la industria láctea la ósmosis inversa se emplea para la concentración de permeado y obtención de un retentado rico en lactosa que tiene diversos usos; de suero de quesería para disminuir el volumen que hay que manipular antes de su traslado a la planta de evaporación u otros usos; e incluso para preconcentrar leche con objeto de disminuir el volumen de la leche que se ha de procesar.

La **nanofiltración** es un proceso intermedio entre la ósmosis inversa y la ultrafiltración, cuya aplicación mayor en la industria láctea es la desalinización del suero de quesería. También puede utilizarse para separación de proteínas y péptidos en función de su tamaño molecular.

La **microfiltración** utiliza membranas de tamaño de poro de 0,01-10  $\mu\text{m}$ , capaz de separar moléculas de peso molecular superior a 200.000 Da y se utiliza fundamentalmente para la depuración bacteriana de la leche, así como para regular la relación caseínas/proteína total, de interés en la elaboración de quesos. En el primero de los fines se utilizan membranas con un tamaño de poro de 1,4  $\mu\text{m}$ , con lo que se consigue la separación de la grasa y las bacterias de la leche, con una mínima retención de proteínas. Es una de las principales aplicaciones y, aunque no puede sustituir al tratamiento térmico de pasterización, ya que no garantiza la eliminación del 100% de la flora patógena, el proceso que combina la MF y el tratamiento térmico permite la obtención de una leche pasterizada de larga vida. Ese proceso se desarrolló para eliminación de esporas en leches destinadas a la elaboración de quesos de pasta lavada como el Gouda, Emmental o Edam y es más eficaz que la bacto-fugación.<sup>1</sup> En leche MF, además de la reducción en el contenido

---

<sup>1</sup> Se trata en el apartado 2.1.6.

de bacterias que llega a niveles del 99,85%, se obtiene una reducción del 100% de células somáticas. Su empleo combinado con elevados tratamientos térmicos del retentado junto con la nata permite alargar la vida útil de la leche al disminuir los efectos negativos ocasionados por el desarrollo de microorganismos psicotrofos. Actualmente la leche MF se utiliza para la elaboración de algunos tipos de queso, si bien al eliminar la flora nativa pueden aparecer problemas en el desarrollo de las características tanto organolépticas como físicas.

La aplicación más reciente de la microfiltración es el enriquecimiento en caseínas de la leche concentrada por ultrafiltración. La MF de la leche desnatada mediante empleo de membranas de 0,2  $\mu\text{m}$  produce una separación selectiva de las caseínas en el retentado respecto del resto de los componentes de la leche. La relación  $\alpha\text{s}$ -caseína/ $\beta$ -caseína también se puede modificar mediante el empleo de la MF, lo que puede ser interesante para la elaboración de quesos, ya que la producción de péptidos amargos formados por degradación de las  $\beta$ -caseínas puede ser regulada mediante esta técnica. Otra de las recientes aplicaciones de la microfiltración es el tratamiento de la salmuera para evitar la contaminación bacteriana de los quesos.

Sin duda el sistema más empleado en la industria láctea es la **ultrafiltración**, principalmente desde que a finales de los años sesenta se desarrolló el sistema MMV para la elaboración de quesos de pasta blanda a partir de leche concentrada por UF.

La ultrafiltración separa eficazmente macromoléculas, como las proteínas, y partículas, como micelas de caseínas, glóbulos de grasa, células, bacterias, etc. Su aplicación más frecuente es la obtención de un concentrado proteico a partir de lactosuero o leche desnatada, de interés para la elaboración de nuevos productos lácteos. Su empleo en la elaboración de quesos ha sido la aplicación más universal de los procesos de membrana en la industria láctea. Tiene la ventaja de incorporar las proteínas del suero a la cuajada



y, por tanto, aumento del rendimiento. Además del incremento en el rendimiento, el empleo de la UF para la elaboración de quesos supone otras ventajas:

- Reducción del volumen de leche que se ha de procesar y, por tanto, disminución de las necesidades de superficie industrial o incremento de la capacidad productiva.
- Simplificación en el proceso de elaboración y una más fácil automatización del proceso.
- Estandarización del contenido en grasa y proteínas de la leche para elaboración de queso.
- Disminución en la cantidad de cuajo y fermento que se ha de utilizar.
- Ahorro de energía y reducción del tiempo de proceso, al no existir prácticamente desuerado en los quesos.
- Incremento en el valor nutritivo del queso al incorporar a la cuajada las proteínas de suero.
- pH neutro del permeado.

La aplicación de la ultrafiltración en la elaboración de quesos incluye tres niveles: la sola utilización para estandarizar el contenido en proteínas de la leche, el empleo de retentados con factores de concentración medios/altos y, finalmente, la obtención de prequesos líquidos. La elaboración de todo tipo de quesos frescos, semiduros, duros y azules, se ha realizado mediante esta técnica, si bien los resultados obtenidos no siempre son satisfactorios, sobre todo en el caso de quesos semiduros y duros, por la aparición de alteraciones en la consistencia y en las características sensoriales, consecuencia de la maduración más lenta que presentan los quesos UF. Las proteínas de suero presentes en el queso en estado nativo (sin desnaturalizar) son resistentes a la hidrólisis por parte del cuajo, de la plasmina y de las enzimas microbianas. El incremento en el contenido en proteínas en los quesos UF da lugar a una menor hidrólisis de las caseínas ( $\alpha$ s y  $\beta$ -caseínas), incluso cuando la relación cuajo residual/

caseína es similar a la de quesos elaborados por procedimientos convencionales, que es menor cuanto mayor es el factor de concentración en el proceso. La lenta degradación de las caseínas se ha relacionado con la presencia en la fracción de seroproteínas de inhibidores del cuajo y la plasmina, con el efecto de dilución que sobre las caseínas ejerce la presencia de proteínas de suero o por la limitación de accesibilidad física del cuajo a las caseínas por la presencia de dichas proteínas. La producción de nitrógeno no proteico y nitrógeno amínico es también menor. Se han utilizado métodos para acelerar la maduración de quesos UF, entre los que cabe citar el empleo de cultivos iniciadores seleccionados y la adición de enzimas. La utilización de la microfiltración para retener en la cuajada un contenido menor de proteínas de suero es una alternativa que ha dado lugar a productos de características más aceptables.

### **2.1.2. Altas presiones**

La exposición de los microorganismos a altas presiones puede ocasionar la inactivación de los mismos. Dicha inactivación puede deberse a diferentes causas tales como daños en la membrana celular, inactivación de enzimas intracelulares, etc. Aunque este hecho es conocido desde hace más de cien años, solamente en la última década y gracias al desarrollo de nuevos equipos ha sido posible la aplicación de las altas presiones en la industria alimentaria.

Los estudios sobre inactivación microbiana en leche han puesto de manifiesto que incluso a presiones en torno a los 1000 MPa no es posible obtener una leche estéril. Sin embargo, es posible reducir significativamente la presencia de bacterias psicrotrofas en leche cruda mediante tratamientos a 400 MPa durante 30 minutos, lo que permite aumentar considerablemente el periodo de conservación en refrigeración.

El tratamiento de la leche con altas presiones origina cambios en la fracción proteica que ofrecen nuevas oportunidades para el desarrollo de productos y procesos. La desnaturalización de las seroproteínas y la fragmentación de las micelas de caseína mejora la aptitud de la leche para su utilización en quesería y en la elaboración de yogur. El tratamiento a 200 MPa de leche destinada a la elaboración de queso da lugar a una disminución en el tiempo de coagulación. Por otra parte, la desnaturalización de la  $\beta$ -lactoglobulina causada por el tratamiento de la leche con altas presiones origina una mayor retención de seroproteínas en la cuajada con el consiguiente aumento del rendimiento quesero. Las cuajadas obtenidas a partir de leche presurizada muestran mayor resistencia a la sinéresis<sup>2</sup> y mejores propiedades de retención de agua.

La alta presión mejora la rigidez de los yogures y evita el desuerado. Cuando se somete el yogur a presiones de 200 a 300 MPa se evita la acidificación adicional que tiene lugar durante el periodo de comercialización, sin reducir el número de microorganismos presentes ni modificar la textura.

Aunque el coste de la utilización de las altas presiones es relativamente bajo, se requiere una alta inversión en la adquisición de equipos. Es de esperar que los precios disminuyan en un futuro próximo lo que facilitaría su introducción en la industria láctea.

### **2.1.3. Campos eléctricos pulsantes**

Los campos eléctricos pulsantes de alta intensidad son capaces de inactivar microorganismos, fundamentalmente como consecuencia de la ruptura de la membrana celular. La

---

<sup>2</sup> Separación del suero y el sólido del producto. Cuando se abre un envase nuevo de crema o yogurt con frecuencia observa en la superficie una capa líquida resultado de este fenómeno.

inactivación microbiana mediante la aplicación de campos eléctricos pulsantes de alta intensidad ha sido objeto de estudio en distintos tipos de alimentos, incluidos los productos lácteos. La naturaleza del microorganismo, su estado fisiológico y la carga microbiana inicial influyen de modo decisivo en la eficacia de la inactivación. Influyen también la intensidad de campo aplicada, el número de impulsos y su duración. En el caso de la leche, la presencia de proteínas y grasa pueden proteger parcialmente a los microorganismos durante el tratamiento. La aplicación de campos eléctricos pulsantes a la leche desnatada permite también la inactivación de enzimas de origen lácteo como plasmina y fosfatasa alcalina y de proteasas procedentes de *Pseudomonas*. En los últimos años se han comercializado equipos para el tratamiento en flujo continuo a 35-45kV/cm capaces de procesar 3.000-8.000 litros/hora. El procedimiento permite prolongar el periodo de conservación de la leche pasteurizada y también se ha propuesto su utilización para el tratamiento de leche destinada a la elaboración de queso. Los ensayos realizados en la elaboración de queso Cheddar han demostrado que la textura y las características sensoriales de los quesos elaborados con leche sometida a tratamiento con pulsos eléctricos son mejores que las observadas en quesos elaborados con leche pasteurizada.

#### **2.1.4. Ultrasonidos**

Los estudios realizados sobre la aplicación de los ultrasonidos en la industria láctea han mostrado la posibilidad de ser utilizados con fines muy diversos. Existen equipos de ultrasonidos que ya son utilizados en diferentes industrias lácteas para la limpieza de botellas, moldes y equipos. También se han desarrollado homogeneizadores por ultrasonidos para su utilización en quesería. Este tratamiento puede mejorar la distribución de la grasa en la leche homogeneizada y así mejorar la calidad del queso. Los glóbulos de grasa resultan-

tes de la homogeneización por ultrasonidos tienen más puntos en su membrana a los que pueden unirse las seroproteínas y la caseína que cuando se aplica una homogeneización convencional. El tratamiento de la leche con esta técnica puede aumentar el rendimiento quesero al menos en un 5%. Por lo que respecta a la inactivación de bacterias, se ha comprobado que los ultrasonidos por sí solos no son suficientes y es necesaria su combinación con otros procesos en el caso de ser aplicados como técnica de conservación.

Por otra parte, estudios recientes han mostrado la utilidad de los ultrasonidos para la detección de alteraciones producidas por microorganismos tanto en envases cerrados de productos líquidos como en quesos.

### **2.1.5. Microondas**

Aunque el tratamiento térmico de alimentos mediante microondas es un proceso habitual en el ámbito doméstico, y es sabido que no causa alteraciones en los constituyentes diferentes a las ocasionadas durante los procesos térmicos convencionales, las aplicaciones industriales son escasas. Respecto a la leche, los estudios realizados hasta la fecha se han llevado a cabo en ensayos de laboratorio y en plantas piloto. Uno de los mayores inconvenientes para la utilización de microondas en la industria es la falta de uniformidad del calentamiento, sobre todo en alimentos envasados. En el caso de tratamientos en flujo continuo, la turbulencia originada durante el proceso facilita la uniformidad del calentamiento. La pasteurización mediante microondas de la leche en flujo continuo da lugar a productos que no se diferencian de la leche pasteurizada tradicional desde el punto de vista nutricional y organoléptico. Además disminuye considerablemente la formación de depósitos ya que la leche se calienta directamente al penetrar en ella la radiación de microondas, sin que sea necesario el contacto de la leche con la superficie caliente de un intercambiador de calor.

### **2.1.6. Bactofugación**

La separación de bacterias y esporas mediante la centrifugación a alta temperatura utilizando un bactofugador permite reducir considerablemente la carga microbiana de la leche. La bactofugación se utiliza ampliamente en queso para la eliminación de esporas presentes en la leche. En los últimos años se ha introducido el sistema de bactofugación hermético, que permite aumentar la vida útil de la leche pasteurizada de tres a cinco días sin modificar sus características organolépticas, ya que no hay necesidad de aplicar un tratamiento térmico adicional. Este proceso elimina el 98% de esporas anaerobias, el 95% de esporas aerobias y reduce la carga microbiana total en aproximadamente un 86%. También se han propuesto otras aplicaciones en la industria láctea, como el tratamiento de suero para la posterior obtención de suero en polvo.

### **2.1.7. Calentamiento óhmico**

El calentamiento óhmico consiste en obtener un aumento de la temperatura de un alimento haciendo pasar una corriente eléctrica mediante la aplicación de electrodos. Dicho aumento de la temperatura depende entre otros factores de la conductividad eléctrica, de la conductividad térmica y de sus propiedades dieléctricas. Una de las ventajas de este procedimiento es que se consigue un calentamiento muy rápido y uniforme incluso en alimentos viscosos y particulados, pudiendo ser aplicado en tratamientos en flujo continuo. Aunque en los últimos años se han realizado diversos estudios sobre este tipo de calentamiento y se dispone de la tecnología necesaria, se requiere un mayor conocimiento de los mecanismos de destrucción microbiana durante el proceso así como de las variaciones de temperatura en el interior del alimento debidas a las diferentes conductividades de los constituyentes del mismo. Diversos estudios han

demostrado la posibilidad de su aplicación en el tratamiento térmico de leche líquida y postres lácteos.

### **2.1.8. Procedimientos biológicos**

En determinados casos puede resultar interesante el aplicar procedimientos biológicos en la higienización y conservación de la leche y los productos lácteos, complementando o incluso sustituyendo a los procesos físicos. Los procedimientos biológicos más idóneos son los basados en componentes naturales de la leche o en compuestos producidos *in situ* por microorganismos beneficiosos. Dentro del primer grupo destacan por sus posibilidades de aplicación industrial la lactoferrina y el sistema lactoperoxidasa. El segundo grupo está integrado fundamentalmente por las bacteriocinas producidas por las bacterias lácticas.

La lactoferrina bovina es una glicoproteína de peso molecular 77 kDa, con capacidad para fijar el ion férrico y otros cationes tri- y divalentes. Gracias a esta propiedad presenta actividad antimicrobiana (al secuestrar el hierro impide el crecimiento de numerosos microorganismos) y antiviral (impide la fijación de los virus a las células). Tiene además una actividad bactericida independiente del hierro, debida a su unión a la membrana microbiana seguida de la alteración de su permeabilidad por dispersión de los liposacáridos integrantes de la misma. En calostro <sup>3</sup> aparece a niveles superiores a 1,5 mg/ml y, en leche, a concentraciones de 0.02-0.20 mg/ml. La lactoferrina se obtiene por lo general a partir de suero de quesería. Su grado de utilización en la industria alimentaria europea es relativamente bajo comparado con el de otros países. La reciente obtención del status GRAS en Estados Unidos ha abierto el espectro de aplicación a su empleo como bactericida biológico no solamente en pro-

---

<sup>3</sup> Primera leche que da la hembra después de parir.

ductos lácteos sino en todo tipo de alimentos. La lactoferricina, un péptido de 25 aminoácidos del extremo N-terminal obtenido por hidrólisis de la lactoferrina mediante pepsina gástrica, tiene un potente efecto bactericida frente a patógenos como *Listeria monocytogenes*.

El sistema lactoperoxidasa está compuesto por la enzima lactoperoxidasa y dos sustratos, el anión tiocianato y el peróxido de hidrógeno. La lactoperoxidasa es una glicoproteína, de peso molecular 78 kDa, presente de forma natural en la leche en concentraciones no limitantes de la actividad del sistema. El tiocianato aparece en la leche a concentraciones variables procedente de la hidrólisis de glucosinolatos y de la detoxificación de glucósidos cianogénicos presentes en la alimentación del ganado. El peróxido de hidrógeno puede ser producido en leche por leucocitos polimorfonucleares o por algunas bacterias lácticas en condiciones de aerobiosis y también puede ser añadido directamente o generado mediante el uso de enzimas tales como xantina oxidasa o glucosa oxidasa. El producto de la reacción, el anión hipotiocianito, es bactericida, en especial frente a bacterias gram negativas debido a los daños que ocasiona en la membrana citoplasmática. Las concentraciones a las que tiocianato y peróxido de hidrógeno aparecen en leche pueden resultar limitantes de la actividad del sistema. La activación del sistema lactoperoxidasa por adición de tiocianato y/o peróxido de hidrógeno permite prolongar la vida útil tanto de la leche cruda como de la leche pasteurizada, y se ha aplicado también a la mejora de la calidad microbiológica del queso.

Las bacteriocinas producidas por bacterias lácticas son un grupo heterogéneo de péptidos, generalmente catiónicos o anfipáticos y de pequeño tamaño, con actividad antimicrobiana. Por su potencialidad para inhibir a microorganismos patógenos y alterantes, en especial bacterias gram positivas, presentan un gran interés para la industria láctea y para la industria alimentaria en general. Genéticamente pueden estar codificadas en el cromosoma o en plásmidos. Se sinte-



tizan en los ribosomas bacterianos y posteriormente algunas de ellas sufren una modificación antes de ser liberadas al medio.

La bacteriocina más conocida es la nisina, un péptido modificado de peso molecular 3,35 kDa producido por algunas cepas de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, cuyo empleo está autorizado en numerosos países. La nisina forma poros en la membrana bacteriana, lo que ocasiona una pérdida de material intracelular de bajo peso molecular hacia el exterior, la despolarización de la membrana y la interrupción de funciones celulares vitales. La industria láctea viene empleando nisina con éxito desde hace varias décadas para prevenir el desarrollo de *Clostridium tyrobutyricum* en el queso y la subsiguiente hinchazón butírica mediante la adición de preparados comerciales de nisina y, en algunos casos, mediante el empleo de cultivos de lactococos productores de esta bacteriocina. La nisina se ha utilizado también con éxito para inhibir el desarrollo de patógenos como *Listeria monocytogenes* en leche y productos lácteos. La sensibilidad de las bacterias patógenas y alterantes a la nisina es muy variable, dependiendo de la especie e incluso de la cepa, por lo que la actividad de la nisina por sí sola puede no ser suficiente para proteger al alimento. Por ello se plantea como posible solución la adición de más de una bacteriocina o el empleo de cepas de bacterias lácticas productoras de diferentes bacteriocinas.

### **2.1.9. Tratamientos combinados**

En la búsqueda de procedimientos para la elaboración de alimentos mínimamente procesados, la utilización de tratamientos combinados ofrece múltiples posibilidades. Como se ha comentado anteriormente, alguno de los nuevos procesos desarrollados son incapaces por sí solos de proporcionar alimentos mínimamente procesados seguros desde un punto de vista microbiológico. Sin embargo, la combina-

ción de tratamientos puede proporcionar alimentos seguros y con un mínimo deterioro de los constituyentes. Uno de los ejemplos más ilustrativos es el caso de la acción combinada de presiones moderadas, temperatura y ultrasonidos. En estudios llevados a cabo sobre la aplicación de ultrasonidos a la leche en flujo continuo se ha puesto de manifiesto la eficacia en la inactivación de microorganismos psicrotrofos y enzimas mediante la acción combinada de los ultrasonidos y el calor generado durante su aplicación. Este tipo de proceso es eficaz especialmente en tratamientos suaves como la termización. En España se han llevado a cabo estudios sobre tratamientos de conservación de la leche mediante la acción combinada de ultrasonidos, temperatura y presión (manotermosonicación), demostrándose la posibilidad de obtener leche estéril aplicando temperaturas notablemente inferiores a las de los procesos tradicionales y sin causar pérdidas significativas en la fracción vitamínica.

La acción combinada de altas presiones y temperatura ejerce un efecto letal sobre los microorganismos mucho mayor que el de cada uno de los tratamientos por separado. Así, un tratamiento durante 15 min a 400 MPa a 50°C consigue una reducción de 5 unidades logarítmicas de *E. coli* O157:H7 en leche, mientras que cualquiera de los tratamientos por separado sólo reduce en una unidad logarítmica la carga microbiana inicial. Las formas esporuladas de los microorganismos son capaces de resistir altas presiones. Sin embargo, tratamientos a 300-400 MPa combinados con temperaturas de 40-60°C son capaces de lograr una completa inactivación.

Del mismo modo, los campos eléctricos pulsantes de alta intensidad son incapaces por sí solos de inactivar formas esporuladas pero, si se logra iniciar la germinación, la inactivación de los microorganismos es posible. En sistemas modelo que simulan ultrafiltrados de leche inoculados con esporas de *Bacillus subtilis*, se ha observado que la aplicación de altas presiones del orden de 150 MPa a 40° durante 30 minutos puede inducir a la germinación de las espo-

ras. Un tratamiento posterior con campos eléctricos pulsantes inactiva totalmente los microorganismos presentes. La acción combinada de tratamiento térmico moderado (80°C durante 10 minutos), tratamiento con lisozima (capaz de destruir la pared celular de las bacterias gram positivas) y aplicación de campos eléctricos permite una reducción en 2-4 unidades logarítmicas del número de esporas.

## **2.2. NUEVOS PRODUCTOS**

Los cambios en el estilo de vida debidos a factores sociales y culturales, unidos a los avances en investigación a nivel nutricional así como de los procesos tecnológicos, ha llevado a desarrollos de nuevos productos con valor añadido, que son cada vez más demandados por el consumidor. Esta tendencia es una realidad en la industria alimentaria en general, con particular énfasis en el sector lácteo.

### **Productos lácteos prebióticos**

Dentro de los nuevos productos, y a fin de aumentar la presencia en el intestino de bifidobacterias, consideradas como microorganismos beneficiosos para la salud, se han comercializado también leches y otros productos lácteos a los que se les incorporan determinados carbohidratos denominados prebióticos, capaces de llegar intactos al colon y de estimular el crecimiento de dicha microbiota. Los primeros productos comercializados en Japón utilizaban lactulosa como carbohidrato con propiedades prebióticas y posteriormente se autorizó el uso en alimentos de fructooligosacáridos. Actualmente se dispone de una amplia gama de oligosacáridos con propiedades prebióticas que potencialmente podrían ser utilizados en la elaboración de leche y productos lácteos con ventajas para la salud.

## **2.2.1. Leches líquidas**

### ***Leches enriquecidas***

El enriquecimiento de los alimentos y bebidas con minerales y/o vitaminas es una tendencia creciente en todo el amplio espectro de la industria alimentaria, pero que ha sido particularmente evidente en los últimos años en el sector lácteo. A esta tendencia tan marcada ha contribuido el descenso en el consumo de leche en algunos países, el encontrar una respuesta por parte de la industria a las exigencias cada vez más patentes del consumidor de demanda de productos con especial interés para la salud y, finalmente, el intentar suministrar productos con actividades específicas en base a necesidades de sectores de la población.

De forma paralela al incremento en el consumo de leche desnatada y semidesnatada en nuestro país —en las que parte o la totalidad de las vitaminas liposolubles, de las que la leche es una fuente importante, se han eliminado— está creciendo el de productos lácteos funcionales, como el de las leches enriquecidas, que ocupan ya una cuota importante de nuestro mercado. Se consideran alimentos funcionales los que se ha demostrado que tienen efectos beneficiosos para la salud, más allá de proporcionar una nutrición adecuada desde el punto de vista tradicional. Estos productos surgen no sólo con el objetivo de aportar propiedades nutricionales específicas, sino también con el fin de mejorar el estado de salud y bienestar y/o reducir riesgos para la primera, sin perder las cualidades organolépticas. Se trata de productos que están bien posicionados sobre todo para grupos específicos de población, como niños, mujeres embarazadas y personas particularmente activas.

Los alimentos funcionales pueden ser de varios tipos:

- Sin adición de componentes, ni proceso distinto del convencional.
- Con incorporación de componentes agregados.

- Con separación de algún componente específico.
- Con modificación de uno o de varios componentes.
- Alimentos producidos mediante la combinación de alguna de las alternativas citadas.

Entre los productos lácteos funcionales destacan por la excelente aceptación del consumidor las leches enriquecidas, que incorporan minerales (calcio y fósforo) y vitaminas liposolubles (A, D, E), lo que no implica aparte de la adición de los nutrientes específicos grandes modificaciones en el proceso tecnológico.

La importancia del calcio en la dieta se conoce desde hace años, pero más recientemente se ha demostrado su utilidad no sólo durante las fases de crecimiento del niño y adolescente y para prevenir el riesgo de osteoporosis, sino también de otras enfermedades que afectan especialmente a personas de edad avanzada, tal como hipertensión.

La leche y los productos lácteos constituyen un importante aporte de calcio a nuestra dieta, además con alta biodisponibilidad, por lo que se pueden considerar como el vehículo ideal para la incorporación extra de minerales, sobre todo de calcio. Según la Normativa Comunitaria la leche comercializada como "enriquecida" en un componente particular debe contener en 100 ml al menos el 15% de la cantidad diaria recomendada. Aunque las cantidades diarias recomendadas de calcio varían con la edad, peso, tipo de actividad, etc., la mayor parte de los estudios concluyen que la cifra está en torno a los 800-1.000 mg/día. Consecuentemente, tomando la cifra más alta el contenido en calcio de una leche enriquecida debe ser superior a 1.500 mg/l, cifra que supera el contenido normal del calcio de la leche (1.200 mg/l). En general, en el etiquetado de la mayor parte de las leches enriquecidas en calcio del mercado nacional figura un contenido en ese elemento de 1.600-1.700 mg/l. El contenido en fósforo de las leches enriquecidas también supera los niveles presentes en la leche, inferiores a los 1.000 mg/l. El contenido en proteínas de las le-

ches enriquecidas suele ser superior al de la leche: se recogen en el etiquetado cifras que oscilan entre 3,6 y 3,9 %.

Cuando se elige una fuente de calcio, el primer criterio es siempre la viabilidad técnica seguida de la incidencia en el aroma y sabor. Todos los cationes divalentes interaccionan con las proteínas de la leche y, dependiendo de la temperatura y del pH, puede alterarse el equilibrio salino y causar modificaciones en la estabilidad de la suspensión coloidal al tratamiento térmico. En la preparación de leches enriquecidas se pueden emplear diversas fracciones lácteas, leche concentrada y leche en polvo como fuente de calcio y fósforo. El calcio puede ser añadido también en forma de sales, fosfatos en diferentes formas o lactato cálcico, que pueden causar el desplazamiento de calcio a la fase micelar. No obstante, mediante la adición de polifosfatos, fosfato disódico o citrato sódico que actúan como secuestrantes del calcio, se puede estabilizar la dispersión coloidal durante el tratamiento térmico. El citrato sódico, componente natural de la leche, es uno de los estabilizantes más efectivos y además permite que la relación Ca/P se mantenga más próxima a la relación inicial (1:1,2) que si se incorporan fosfatos. Aunque menos conocido, algunos autores han sugerido que el magnesio tiene un papel importante para reducir el riesgo de osteoporosis. A pesar de su importancia no son muchas las leches enriquecidas que incorporan este elemento. En general la incorporación de Mg se lleva a cabo mediante la adición de sales y también en este caso la adición de citrato puede mejorar su solubilidad. En algunos países se comercializan leches enriquecidas en zinc.

Sin duda se trata en conjunto de productos de calidad con un valor añadido a tener en cuenta desde el punto de vista nutricional. No obstante, sería necesaria una legislación más precisa en cuanto a composición y contenido mineral de estos productos enriquecidos para reforzar la confianza del consumidor, ya que la adición de vitaminas es a través de preparados comerciales y el único requisito es que cumplan el porcentaje establecido de las necesidades diarias.

## **Leches especiales**

Aparte de los productos antes citados, hay en el mercado un conjunto de leches que se podrían denominar "leches especiales", como "la leche baja en lactosa", "la leche con jalea real" o "la leche con fibra", conteniendo fructooligosacáridos, de interés para individuos intolerantes a la lactosa o con algunas cualidades nutritivas, respectivamente. Se trata de productos de consumo más minoritario que los anteriormente citados, pero que están gradualmente encontrando una posición en el mercado al aportar características funcionales.

### **2.2.2. Leches fermentadas con propiedades probióticas**

Algunos de los efectos beneficiosos del consumo de leches fermentadas sobre la salud son bien conocidos y están contrastados científicamente. Es el caso de la mejor asimilación de la lactosa, particularmente interesante en el caso de los individuos con deficiencia en la enzima  $\beta$ -galactosidasa. Otros efectos beneficiosos que se atribuían al consumo de determinadas leches fermentadas estaban insuficientemente avalados con datos científicos. Sin embargo, en los últimos años se han producido considerables avances en este campo gracias a estudios bien diseñados, que han mostrado los beneficios nutricionales y clínicos del consumo regular de determinados microorganismos probióticos seleccionados. En estos ensayos cada cepa debe ser evaluada independientemente, los productos y las poblaciones que se han de estudiar deben estar perfectamente definidos, el diseño debe ser de tipo doble ciego, con placebo y aleatorizado, y los resultados deben ser confirmados por grupos de investigación independientes y publicados en revistas científicas con evaluación rigurosa.

Las cepas bacterianas con propiedades probióticas de inte-

rés para su empleo en leches fermentadas pertenecen a los géneros *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* y *Enterococcus*, aunque este último presenta problemas legales en la mayoría de los países. Los efectos de los microorganismos probióticos contrastados científicamente son muy diversos. Así, las bacterias lácticas responsables de la fermentación del yogurt, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus (delbrueckii subsp.) bulgaricus*, tienen como efecto reconocido en su calidad de cepa la mejoría de los síntomas de la intolerancia a lactosa. Dentro de los lactobacilos, la cepa *L. johnsonii* LA1 contribuye al equilibrio de la microbiota intestinal, estimula el sistema inmune y se emplea como adyuvante en el tratamiento de infecciones por *Helicobacter pylori*. Otra cepa, *L. rhamnosus* GG, previene la diarrea asociada al tratamiento con antibióticos y se emplea en el tratamiento y prevención de la diarrea por rotavirus y por *Clostridium difficile*. La cepa *L. casei* Shirota previene trastornos intestinales, equilibra la microbiota intestinal, disminuye la actividad enzimática fecal y tiene efectos positivos sobre el cáncer de vejiga superficial. *L. acidophilus* NCFB1748 reduce la actividad enzimática fecal, disminuye la mutagenicidad fecal, previene la diarrea asociada a radioterapia y alivia el estreñimiento, *L. acidophilus* NFCM reduce la actividad enzimática fecal y tiene una elevada actividad lactásica por lo que se emplea en el tratamiento de la intolerancia a lactosa, y *L. acidophilus* La-5 contribuye al equilibrio de la microbiota intestinal, protege frente a la diarrea del viajero y estimula el sistema inmune. *L. gasseri* ADH reduce la actividad enzimática fecal y algunas cepas de *L. reuteri* colonizan el tracto intestinal y acortan la diarrea por rotavirus. Finalmente, merece la pena comentar la existencia de levaduras con propiedades probióticas, como alguna cepa de *Saccharomyces boulardii*, que previene la diarrea asociada a antibióticos y se emplea en el tratamiento de la colitis por *C. difficile*.

Para seleccionar microorganismos probióticos con vistas a



su empleo en leches fermentadas se deben tener en cuenta propiedades tecnológicas, propiedades funcionales y características de seguridad. Dentro de las propiedades tecnológicas están la capacidad de los microorganismos para desarrollarse en leche (no siempre es necesaria, al actuar la leche a veces simplemente como vehículo), sus efectos sobre el aroma, el sabor, la textura y el aspecto del producto elaborado, y su viabilidad durante el almacenamiento en diversos tipos de productos. Entre las propiedades funcionales se encuentran su efecto sobre la digestibilidad de lactosa y proteínas, la producción de vitaminas, su adecuación a ensayos clínicos y las propiedades beneficiosas para la salud por sus efectos sobre la microbiota intestinal, el sistema inmune, la actividad enzimática fecal, etc. Por lo que respecta a la seguridad, dentro de los factores a considerar están el origen humano de las cepas, la ausencia de caracteres de patogenicidad, el no empleo de microorganismos modificados genéticamente que puedan implicar riesgos, etc. Sobre el total de productos lácteos, los productos probióticos (la mayor parte de los cuales eran leches fermentadas) representaban en 1997 el 27% en Francia, el 21% en Alemania, el 17% en España, el 13% en el Reino Unido y en Holanda, etc. Durante la pasada década el consumo de productos lácteos probióticos aumentó fuertemente en la mayoría de los países europeos y esta tendencia continúa, diversificándose el consumo a otros productos lácteos como quesos. La demanda creciente requiere la disponibilidad de nuevas cepas de microorganismos con características probióticas científicamente comprobadas.

### **2.2.3. Quesos**

El queso en síntesis es una forma de conservación de los componentes de la leche: grasa, proteínas y sales minerales. Tradicionalmente, los quesos se consumían por su valor nutritivo y características organolépticas. Las innovaciones

tecnológicas en cuanto a procesos estaban encaminadas a conseguir productos con las mínimas variaciones en el gusto y aroma y a la vez con un alto poder nutritivo. La tendencia actual es, por una parte, el mantenimiento de quesos artesanales con características peculiares, protegiéndolos con denominaciones de origen o genéricas y, por otra, el desarrollo de nuevos quesos con propiedades beneficiosas para la salud. En este último grupo tenemos los quesos con bajo contenido en grasa y los quesos con microorganismos probióticos.

### **Quesos bajos en grasa**

El conocimiento general del riesgo para la salud relacionado con la ingesta de alimentos ricos en grasa está dirigiendo en todo el mundo los hábitos de consumo hacia alimentos bajos en grasa. Sin embargo, los quesos bajos en grasa elaborados en condiciones convencionales presentan defectos en las características organolépticas, como un bajo nivel de aroma y sabor y textura demasiado firme o gomosa, así como desventajas económicas, como bajos rendimientos y maduración lenta. El origen de estos defectos puede radicar en los índices reducidos de grasa, en un menor grado de lipólisis y en modificaciones en la densidad de la matriz proteica. La grasa tiene un papel importante en el sabor y aroma del queso, ya que contribuye a disolver compuestos del aroma y enmascarar sabores, tales como el sabor amargo.

Se han propuesto diferentes alternativas para mejorar la calidad de los quesos con bajo contenido en grasa. Una de ellas es aumentar la capacidad de retención de agua. Se están desarrollando diferentes procedimientos para evitar los defectos de sabor y textura, tratamientos de pasteurización más severos, utilización de la ultrafiltración, disminución de la temperatura de calentamiento de la cuajada y tratamiento físico más suave de la misma, selección de cultivos ini-

ciadores, reducción de los niveles de cuajo, control de la relación sal/humedad. Se han realizado estudios en quesos semiduros, utilizando como materia prima leche concentrada por ultrafiltración o microfiltración y un cultivo iniciador con alta actividad peptidásica, obteniendo buenos resultados

La utilización de sustitutivos de la grasa, como las proteínas microparticuladas, en la obtención de quesos bajos en grasa se ha propuesto también para conseguir una firmeza y textura similar a los tradicionales, aunque puede tropezar con barreras legales en algunos países.

Más recientemente se está utilizando la presurización de la leche previa a la fabricación del queso como estrategia para aumentar el contenido en proteína y conseguir una mayor retención de agua en la cuajada. Estudios realizados en el laboratorio presurizando la leche semidesnatada a 400 MPa/22°C/15 minutos antes de fabricar el queso, han dado lugar a quesos con mejor textura y buenas cualidades organolépticas. Además, la leche presurizada coagula más rápido y la firmeza de la cuajada es mayor.

## **Quesos probióticos**

En los últimos años han irrumpido con fuerza en el mercado los alimentos funcionales, que como se ha indicado son aquellos que tienen un efecto positivo sobre la salud en los humanos. Se estima que el consumo de este tipo de alimentos en Europa se incrementará de forma importante en los próximos años. Aunque dentro de los alimentos funcionales las leches fermentadas con microorganismos probióticos son los más extendidos y ya hay numerosos productos de esta línea en el mercado, investigadores y empresas alimentarias están tratando de fabricar quesos con un alto contenido en microorganismos probióticos viables con el fin de expandir el rango de productos probióticos. Es necesario comprobar que las bifidobacterias o lactobacilos añadidos en la fabri-

cación del queso se mantienen viables durante la maduración y que además no tengan efectos sobre la composición, textura y flavor del queso. El mayor pH del queso frente al de las leches fermentadas y el alto contenido en grasa puede suministrar un medio más estable para la supervivencia de los microorganismos probióticos. De los estudios realizados se puede concluir que, dependiendo del tipo de queso y del tipo de microorganismo, se pueden obtener resultados diferentes. Así, la utilización conjunta de *Bifidobacterium* y *L. acidophilus* en la fabricación de queso Gouda altera el sabor y aroma del mismo, probablemente debido a la producción de ácido acético por las bifidobacterias. Tampoco se han obtenido resultados satisfactorios en queso Cottage elaborado con *B. infantis* y *B. bifidum*. Sin embargo, sí se han obtenido buenos resultados en queso Cheddar con cepas de *Lactobacillus casei* subsp. *casei* de origen humano, y se ha demostrado que estas cepas son viables durante largos procesos de maduración y que su incorporación al queso no afecta la calidad y la textura del producto.

### **Quesos con propiedades bioactivas**

Las proteínas lácteas son una fuente importante de péptidos activos. Estos péptidos se encuentran en estado inactivo dentro de la molécula proteica y pueden ser liberados durante la digestión enzimática tanto *in vivo* como *in vitro*. Péptidos con diferentes actividades opiáceas, antihipertensivas, etc. han sido encontrados en hidrolizados de caseína por proteasas de diferentes microorganismos. Recientemente en Finlandia se ha desarrollado un queso con bajo contenido en grasa elaborado con fermentos convencionales y cepas de lactobacilos y bifidobacterias. Se ha comprobado que las bacterias probióticas, aunque decrecen en una unidad logarítmica durante la maduración, permanecen a niveles de  $10^6$  /g a los 7 meses de maduración por lo que este queso presenta un efecto probiótico. Además el queso

maduro contiene péptidos bioactivos con potencial efecto antihipertensivo.

#### **2.2.4. Nata y mantequilla**

Se han desarrollado natas con diferentes capacidades de batido y natas estabilizadas para la adición a productos con alcohol. También hay natas congeladas que mantienen el sabor y aroma y las características físicas de las frescas. La mantequilla tiene una vida útil bastante larga: cuatro meses en refrigeración y hasta un año en congelación. Se han desarrollado mantequillas más plásticas con diferente contenido en grasa y otras con distintos grados de acidez y salado, lo que permite una gran flexibilidad en términos de flavor y textura. También se comercializan mantequillas enriquecidas en calcio y en vitaminas.

#### **2.2.5. Preparados lácteos**

Dejando aparte las leches enriquecidas en los minerales citados y en vitaminas liposolubles, se han empezado a comercializar preparados lácteos que sustituyen la grasa de leche por una mezcla de grasas (fundamentalmente grasas vegetales y de pescado), con objeto de incorporar ácidos grasos poliinsaturados y omega-3, de potencial interés para la salud y una larga serie de vitaminas y/o minerales, incluyendo hierro. Para evitar alteraciones en el sabor la incorporación de Fe implica otras adiciones para conseguir características organolépticas aceptables. Se denominan en general preparados lácteos, pues al sustituir la grasa de leche por otra extraña la mayor parte de las legislaciones no permiten mantener la denominación de leche. Son preparados a la carta, que en muchos casos implican la incorporación a una leche desnatada de variados complejos vitamínicos y/o una grasa insaturada.

### **2.2.6. Postres lácteos**

La demanda de productos que mejoren la salud y combatan las enfermedades hace que el desarrollo de nuevos postres lácteos se oriente, por una parte, a la utilización de ingredientes con propiedades prebióticas, antioxidantes, etc. que puedan jugar un papel en la prevención de enfermedades y, por otra, a la eliminación de ingredientes considerados perjudiciales.

Una tendencia consiste en el desarrollo de productos en los que la grasa de la leche se reemplaza por diferentes sustancias (concentrados proteicos, maltodextrinas y otros polisacáridos derivados del almidón, etc.). En los últimos años se han conseguido almidones modificados (polihidroxi-lados, acetilados, etc.) con diferentes características: para su utilización en postres lácteos que pueden ser procesados mediante tratamientos UHT sin causar problemas de formación de depósitos; almidón instantáneo para ser añadido a la leche y conseguir texturas diferentes; para sustituir hidrocoloides, etc. Los almidones modificados presentan un enorme potencial para su utilización en el desarrollo de nuevos productos, a medida que la legislación permita su utilización.

También se ha avanzado en el desarrollo de productos aislados de la soja que pueden ser utilizados en la formulación de postres lácteos sin causar las modificaciones sensoriales asociadas a la adición de proteínas de soja. Asimismo, la elaboración de postres lácteos utilizando como ingredientes oligosacáridos con propiedades prebióticas presenta amplias posibilidades de aplicación a medida que se amplíe el número de carbohidratos admitidos como ingredientes en alimentos.

### **2.2.7. Ingredientes funcionales de origen lácteo**

La leche y sus componentes principales, grasa, proteínas, lactosa y sales minerales, pueden ser utilizadas como ingre-

dientes en la industria alimentaria. En general los ingredientes de origen lácteo tienen una serie de ventajas frente a otros ingredientes como la soja, debido a que son menos coloreados, tiene gusto agradable, son estables al procesado, están libres de toxinas y además se pueden fraccionar con facilidad.

## **Leche en polvo**

Hoy día hay una amplia gama de leches en polvo con especificaciones a la medida, estables al calor, instantáneas, con varios niveles de proteínas de suero desnaturalizadas, con diferentes relaciones de proteína de suero / caseína, etc. En general la leche en polvo se utiliza como ingrediente, reconstituida o no, en distintos productos lácteos, panadería, pastelería, sopas, productos cárnicos, productos lácteos fermentados, postres, incluyendo helados, quesos fundidos, leches infantiles, etc.

## **Grasa**

La grasa de la leche debido a las características de fusión y cristalización es un ingrediente alimentario de gran interés, ya que influye tanto en la textura como en el sabor y aroma del alimento al que se añade. Hay tres tipos de ingredientes grasos que se diferencian en el contenido en grasa y agua: la nata que contiene el 10-50% de grasa, la manteca que contiene el 80-85% de grasa y la grasa de leche anhidra. Se puede usar como ingrediente en pastelería, panadería, helados y chocolate. El alto punto de fusión de la grasa láctea la hace idónea para conseguir que las capas del hojaldre no se rompan. En los últimos años, debido a la tendencia a consumir productos con imagen de frescos y naturales listos para comer, como sopas, salsas, aderezos para ensaladas, etc., se están utilizando

cada vez más como ingredientes distintos tipos de grasa de leche.

### ***Mazada o suero de mantequilla***

Es un ingrediente alimentario de gran potencial cuyo uso no está optimizado. Una de las características funcionales de la mazada es el buen carácter emulsificante debido al alto contenido en fosfolípidos. Mezclas de leche desnatada en polvo y mazada son más estables al calor que la leche en polvo o la mazada solas. Otra aplicación podría ser en quesería, ya que las bacterias lácticas que no forman parte del fermento pueden utilizar los azúcares de las glicoproteínas de la membrana del glóbulo de grasa como sustratos de crecimiento.

### ***Proteínas***

Las proteínas son los constituyentes de la leche de mayor importancia nutricional y fisiológica, pero además tienen propiedades fisico-químicas, funcionales y tecnológicas que las hacen idóneas para ser utilizadas como ingredientes en la industria alimentaria. Las propiedades más importantes de estas proteínas son:

- Estabilidad al tratamiento térmico, lo que permite la fabricación de productos estériles concentrados y en polvo sin cambios significativos en las propiedades físicas y organolépticas.
- Coagulabilidad al punto isoelectrico de las caseínas, pH 4,6, lo que facilita la separación de las caseínas y las proteínas de suero, de aplicación en la producción de queso fresco, caseínas y proteínas de suero.



## **Caseínas y caseinatos**

Las caseínas y caseinatos se han utilizado en la industria química como ingredientes en la fabricación de aglutinantes, colas y colorantes desde principios del siglo XX. En la década de los años sesenta y gracias a los trabajos pioneros realizados en Nueva Zelanda y Australia, se consiguió una caseína de grado alimentario y, desde entonces, la fabricación de caseinatos ha sido mejorada. Hoy día se obtienen caseinatos con excelentes propiedades físico-químicas y funcionales, tales como solubilidad, capacidad de formar geles y de retener agua, viscosidad, capacidad de disminuir la tensión superficial y propiedades espumantes y emulsificantes. Por ello los caseinatos se utilizan en pastelería, panadería, en la fabricación de pastas, en confitería, en la industria cárnica, en productos dietéticos, en sucedáneos de queso, en quesos para pizzas, como emulsificante en cremas para cafés, en yogures para aumentar la firmeza y reducir la sinéresis, etc.

La tecnología de fabricación industrial de caseína isoeléctrica y caseína de cuajo está bien establecida, y se mejora regularmente. En los últimos años la crioprecipitación y la precipitación con etanol se están utilizando para producir caseínas con propiedades interesantes. El desarrollo de la tecnología de membranas de tamaño de poro grande, concretamente la microfiltración, permite separar proteínas de suero de micelas de caseína. Membranas de 0,1 mm permiten producir un producto enriquecido en fosfocaseinato. Este producto es similar al caseinato sódico y presenta buenas propiedades de coagulación, pudiendo ser utilizado para aumentar el contenido en proteína de la leche de quesería. Se ha desarrollado un nuevo producto en polvo para quesería combinando técnicas de microfiltración y ultrafiltración. Las micelas de caseína se concentran primero por microfiltración y el permeado de microfiltración se ultrafiltra y este retenido se mezcla con el retenido de la microfiltración. A continuación la mezcla se concentra por evaporación y se atomiza.

Este nuevo producto con un bajo contenido en proteínas de suero puede tener gran futuro para la fabricación de quesos ya que las propiedades de coagulación son buenas. Otra tecnología que se ha propuesto para producir fosfocaseinato en estado nativo ha sido la utilización simultánea de ultrafiltración y ultracentrifugación

No sólo la caseína entera sino también diferentes fracciones como la  $\beta$ -,  $\alpha$ s- o  $\kappa$ - caseína tienen interés como ingredientes. Así, la  $\beta$ -caseína tiene una alta tensión superficial y es muy apreciada como agente emulsificante o espumante. También se utiliza para la fabricación de leches infantiles. La leche humana contiene  $\beta$  y  $\kappa$ -caseína, pero no  $\alpha$ -caseína, por lo que se puede utilizar  $\beta$ -caseína para conseguir una composición más parecida a la leche humana. Los métodos utilizados para producir  $\beta$ -caseína a gran escala se basan en la tendencia que tiene la  $\beta$ -caseína a permanecer en solución como monómero a bajas temperaturas. Algunos de estos métodos utilizan la UF y MF para separar la  $\beta$ -caseína monomérica de las otras proteínas que están más agregadas y permanecen insolubles. Se pueden obtener a partir de la leche o de caseinato cálcico.

La  $\kappa$ -caseína puede ser utilizada como aditivo en productos lácteos porque mejora la estabilidad de la micela.

## **Proteínas de suero**

Hay dos tipos de suero, el ácido y el dulce, procedentes de la fabricación de queso o caseína obtenidos por coagulación ácida o coagulación enzimática respectivamente. La forma más fácil de recuperar el suero ha sido el secado del mismo. El suero en polvo tiene un alto nivel de calcio del orden de 7,7 mg/g, pudiendo utilizarse como ingrediente para aumentar el contenido en calcio en algunos alimentos. En los años setenta y con el desarrollo de la tecnología de membranas se empezaron a obtener diferentes tipos de productos. Mediante ultrafiltración, diafiltración y secado se

obtienen concentrados proteicos conocidos como WPC (*whey protein concentrate*), con un 35-75% de proteínas. Uno de los problemas de estos productos son las implicaciones que para su vida útil puede tener la presencia de grasa. Gracias a la microfiltración hoy es posible obtener estos productos con menor cantidad de grasa. Un ejemplo de proteínas de suero con mejoras en la capacidad gelificante son las proteínas de suero texturizadas que pueden usarse en productos de panadería, surimis y salsas. También se pueden obtener aislados proteicos WPI (*whey protein isolates*) usando resinas de cambio iónico con porcentajes de proteína entre el 90-95%. Hoy día estos productos tienen una gran calidad y funcionalidad debido a los bajos contenidos de lactosa, grasa y minerales. Sin embargo, los costes de producción son más altos que los de los WPCs. Un ejemplo de aplicación de alto valor añadido son los geles microparticulados (*Simplese*) que se emplean como sustitutos de grasa en productos con bajo contenido en grasa. La mayoría de los WPC contienen glicomacropéptido. Existen procedimientos para aislar las proteínas mayoritarias del suero  $\beta$ -lactoglobulina y  $\alpha$ -lactoalbúmina, no sólo a escala de laboratorio sino también a escala industrial. El mayor interés de estas proteínas está en la utilización de las mismas para la alimentación infantil. Como se ha mencionado, la leche humana tiene una menor concentración en proteína y caseína que la leche de vaca, no tiene  $\alpha$ -caseína ni  $\beta$ -lactoglobulina y es rica en lactoferrina, lisozima y taurina. Por ello la adición de  $\alpha$ -lactoalbúmina a las leches maternizadas tiene gran interés.

### **Proteínas biológicamente activas**

*Lactoferrina y lactoperoxidasa.* Como se comentó anteriormente, la lactoferrina es una proteína que tiene actividad antimicrobiana. La concentración de lactoferrina en leche de vaca es bastante menor que en leche humana. Por ello

cada vez se utiliza más como ingrediente en fórmulas infantiles. La lactoferrina y la lactoperoxidasa, por su carácter catiónico a pH neutro, se pueden obtener selectivamente a partir de leche o suero por resinas de cambio catiónico. Posteriormente se pueden separar por cromatografía. La lactoferrina puede fabricarse con diferentes contenidos en hierro, dando lugar a productos con diferente bioactividad: así, la que contiene menos hierro reduce el crecimiento de las bacterias gran negativas, y la de alto contenido en hierro fija más hierro y lo transporta mejor. La lactoferrina, como se ha citado, puede ser hidrolizada con pepsina y otras proteasas para dar lactoferricina que tiene actividad frente a bacterias patógenas y levaduras. La lactoperoxidasa también tiene carácter bactericida y podría ser utilizada para esterilización de la leche en frío. El mayor potencial de uso de la lactoperoxidasa es en el área de la alimentación animal.

## ***Inmunoglobulinas***

Las inmunoglobulinas (Ig) se encuentran principalmente en el calostro y son uno de los principales mecanismos de defensa del recién nacido. El calostro contiene hasta un 10% de Ig y cerca de un 5% de otras proteínas. En el momento actual hay un gran interés en la producción de inmunoglobulinas o productos enriquecidos en ellas que suplementen o sustituyan al calostro para alimentación de rumiantes. En alimentación humana para niños prematuros hay interés en conseguir preparados con gran cantidad de inmunoglobulinas. Sin embargo, el calostro bovino contiene principalmente Ig G<sub>1</sub> y cantidades muy pequeñas de IgA frente al calostro humano que contiene principalmente IgA. Otra aplicación del calostro sería la utilización como ingrediente en alimentos hiperinmunes, que contienen anticuerpos dirigidos frente a posibles patógenos. Para ello es necesario inmunizar al animal frente a los agentes patógenos, por ejemplo rotavi-

rus, y después obtener las inmunoglobulinas del calostro. Se han realizado estudios que han demostrado la eficacia de preparaciones a base de calostro hiperinmune o de las inmunoglobulinas contenidas en él como profilaxis frente a infecciones producidas por rotavirus.

## **Hidrolizados de proteínas**

Los hidrolizados de proteínas pueden obtenerse por hidrólisis ácida, alcalina o enzimática. Dependiendo del tipo de hidrólisis y las condiciones se pueden diseñar hidrolizados con péptidos de distinto tamaño y diferente composición en aminoácidos, etc. En el desarrollo de hidrolizados de proteínas con características físicas, químicas y nutricionales definidas además de los factores de hidrólisis habrá que tener en cuenta el proceso post-hidrólisis. Después de la hidrólisis, y con el fin de controlar el tamaño molecular y la reducción del amargor, los hidrolizados se someten a procesos de ultrafiltración, tratamiento térmico, resinas de cambio iónico, etc. La hidrólisis de las proteínas de suero no sólo mejora la digestibilidad sino que también aumenta la absorción y retención de nitrógeno y disminuye la alergenicidad de estas proteínas.

Una importante aplicación de los hidrolizados de proteínas lácteas está en el mercado de productos con propiedades beneficiosas para la salud. Por ejemplo, se usan hidrolizados de suero en fórmulas hipoalergénicas o casein-fosfo péptidos para mejorar la absorción de calcio y también se usan en personas con problemas más específicos como fenilcetonuria. Los hidrolizados de proteínas lácteas presentan otra serie de propiedades funcionales que los hacen idóneos para usarlos como ingredientes alimentarios. Así, los hidrolizados de caseína presentan unas buenas propiedades de batido y de hecho se pueden utilizar como sustitutos del huevo en pastelería. También mejoran las propiedades

espumantes en productos con bajo contenido en grasa y en merengues.

Más recientemente los hidrolizados se están utilizando como medio de cultivo en leches fermentadas con microorganismos probióticos para disminuir el tiempo de fermentación. Es conocido que microorganismos como *L. acidophilus*, *L. casei* y especies de *Bifidobacterium* tienen tiempos de fermentación largos y crecen mal. El crecimiento de estas cepas depende de nutrientes específicos, concretamente péptidos y aminoácidos que pueden estar presentes en los hidrolizados utilizados como medios de cultivo. Se han hecho estudios en los que se comprueba que no sólo se reduce el tiempo de fermentación sino que se aumenta el número de microorganismos probióticos viables durante la conservación en frío de las leches fermentadas.

### ***Péptidos bioactivos en hidrolizados de proteínas***

Aunque la consideración de estos productos como ingredientes alimentarios puede todavía no estar clara, sin embargo si está comprobado que existen péptidos en hidrolizados de caseínas y proteínas de suero con diferentes actividades: opiácea, antitrombótica, inmunomodulante y antihipertensiva. Hidrolizados de proteínas de suero con un 6% de hidrólisis reducen la tensión en ratas hipertensas. Hidrolizados de proteínas producen péptidos que inhiben a la enzima convertidora de angiotensina I en angiotensina II. Los hidrolizados de proteínas son una fuente excelente de aminoácidos que se absorben con facilidad y reparan el músculo, por lo que son ampliamente utilizados por los deportistas.

### ***Utilizaciones de la lactosa en alimentos***

La lactosa sigue siendo uno de los excedentes mayores de la industria láctea y sus limitadas aplicaciones en la indus-

tria de alimentos como ingrediente en productos de bollería, sopas y otros productos deshidratados no son suficientes para dar salida a la creciente acumulación de lactosa en la industria láctea. Las tendencias actuales se centran en la transformación de la lactosa en otros productos de interés en la industria alimentaria. Una de las utilizaciones ya clásicas de la lactosa consiste en su transformación en lactulosa, que es empleada en la elaboración de productos para la alimentación infantil, así como en leches fermentadas y productos en polvo con contenidos en lactulosa del 4 al 8%. También se destina parte de la lactosa a la producción de lactitol que se obtiene con un 90% de rendimiento por reducción del grupo aldehído de la lactosa mediante hidrogenación catalizada por níquel Raney, y que puede ser utilizado en alimentación como factor bifidogénico.

La lactosa se trata con lactasa para la obtención de mezclas de glucosa y galactosa, que a su vez pueden ser isomerizadas por tratamiento con glucosa isomerasa. Estos hidrolizados de lactosa tienen un poder edulcorante considerable y pueden ser utilizados en sustitución de otros azúcares en postres, helados etc. También se utiliza la lactosa en la obtención por vía enzimática de galactooligosacáridos. Estos carbohidratos son considerados factores bifidogénicos, ya que se ha comprobado que favorecen el crecimiento de las bifidobacterias. En los últimos años se han desarrollado diferentes procedimientos de obtención de galactooligosacáridos y se producen industrialmente en cantidades aproximadas a las 15.000 toneladas anuales para su utilización como ingredientes prebióticos en alimentos. Las investigaciones sobre derivados de la lactosa continúan y es de esperar que surjan nuevos productos con una amplia gama de propiedades fisiológicas y aplicaciones en la industria alimentaria.

### **2.3. NUEVOS MÉTODOS DE CONTROL**

La Unión Europea necesita disponer de metodología analítica que permita garantizar los criterios de calidad establecidos en los productos sujetos a intercambios comunitarios. Aunque el reciente Reglamento 2721/2001/CE establece una lista de criterios de calidad y de métodos de referencia para el análisis de mantequilla, nata, caseinatos, leche en polvo y quesos, por supuesto aún falta camino por recorrer para poder tener esas garantías cubiertas en toda su extensión.

Por una parte, es necesaria la puesta al día de métodos normalizados, por ejemplo por la Federación Internacional de Lechería, para el control de las características de composición de productos hasta ahora no contemplados en las disposiciones comunitarias, tales como productos concentrados o acidificados. Otro aspecto a considerar es el control de residuos (antibióticos, plaguicidas, metales pesados, PCBs, dioxinas), para el que existen procedimientos rápidos, no normalizados en la UE, mediante enzimo-inmunoensayos, basados en anticuerpos monoclonales o la aplicación de técnicas espectrofotométricas o cromatográficas (combinadas con la espectrometría de masas).

Por otra parte, cabe citar la no disponibilidad de procedimientos validados para comprobar los límites de alguna de las adiciones permitidas a la leche en polvo desnatada, para distinguir mantequilla fraccionada en mezclas, las adiciones de caseinatos a queso, la manipulación del contenido en proteínas de la leche UHT por la adición de sólidos lácteos, etc. Estos son algunos de los interrogantes analíticos que habrá que continuar abordando para cumplir el objetivo comunitario. En muchas de esas adiciones la utilización de la cromatografía de líquidos y la electroforesis capilar están aportando resultados de interés.





# 3

## **SITUACIÓN ACTUAL DE LA I+D EN ESPAÑA**

Desde la aprobación de la Ley de la Ciencia en 1986, el Plan Nacional de I+D se constituyó como el mecanismo básico de programación y planificación del sistema español de ciencia y tecnología e incluye como actividades fundamentales de actuación los Programas Nacionales. Uno de los Programas incluidos desde la primera fase del Plan Nacional fue el de Tecnología de Alimentos, en el que se incluyen la mayor parte de los proyectos que se han desarrollado sobre productos lácteos.

Con objeto de dar una idea de la importancia del campo que nos ocupa se puede indicar que en productos lácteos el número aproximado de investigadores, contabilizado a través de la participación en proyectos aprobados del Plan Nacional supera los 125 y en EDPs (Equivalente a Dedicación Plena) asciende a algo más de 90, cifras que representan un 12-15 % del total del Programa.

### **3.1. OBJETIVOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS PRIORIZADOS**

El Programa Nacional de Tecnología de Alimentos ha priorizado en las sucesivas convocatorias una serie de temas en función de su interés para el sector industrial, en los que se han incluido los proyectos sobre productos lácteos.

Prácticamente en todas las convocatorias se han destacado los aspectos relativos a mejoras de materias primas, procesos y productos terminados, como queda reflejado en los objetivos priorizados en las distintas convocatorias que se resumen a continuación:

- Modificaciones de los componentes de los alimentos en relación con la optimización de los procesos.
- Transformación de alimentos por procesos biotecnológicos.
- Desarrollo y mejora de equipos, procesos y productos.
- Calidad y seguridad de alimentos.
- Nutrición.
- Obtención y mejora de materias primas para la industria alimentaria.

En las convocatorias del IV Plan Nacional (2000-2003), los temas relacionados con Productos Lácteos están incluidos en el Programa de Recursos y Tecnologías Agroalimentarias en el que figuran como grandes objetivos prioritarios:

- Calidad y seguridad alimentaria.
- Desarrollo y mejora de equipos, procesos y servicios en sistemas de producción agroalimentaria.
- Mejora y optimización de los sistemas de producción de alimentos. En esta línea se incluye una sublínea sobre "Mejora de la tecnología de alimentos tradicionales obtenidos por fermentación" en la que pueden figurar proyectos sobre "Desarrollo de cultivos iniciadores", "Modificación genética de microorganismos implicados en la transformación de alimentos o en la producción de aditivos alimentarios" y "Tecnología de procesos enzimáticos y fermentativos". Estos últimos temas específicos se han recogido también en convocatorias anteriores.

Los objetivos priorizados en los Programas Nacionales antes citados se corresponden con líneas de investigación recogidas en los distintos Programas Marco de la Unión Euro-

pea. Así, los temas de Calidad y Seguridad de Alimentos junto con el de Nutrición se priorizaron desde el II Programa Marco. En el VI Programa Marco destaca la línea de Calidad y Seguridad de Alimentos, en la que figuran entre otras como prioridades de investigación:

- Epidemiología de enfermedades relacionadas con alimentos.
- Impacto de la alimentación animal sobre la salud humana.
- Trazabilidad de procesos a lo largo de la cadena de producción.
- Métodos de análisis, detección y control.

### **3.2. AYUDAS PARA PROYECTOS DE I+D**

Uno de los organismos que gestiona y ofrece ayudas para proyectos de I+D en la Industria Alimentaria es el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), es una sociedad estatal, entidad de derecho público sujeta al derecho privado en sus relaciones con terceros (de allí su agilidad), dependiente del MCYT, encargada de la promoción de la innovación tecnológica en las empresas españolas (ver página Internet:<http://www.cdti.es>). Estas ayudas se basan en financiación privilegiada de proyectos de Investigación, Desarrollo e innovación bajo diferentes tipologías de proyectos y compatibles con cualquier ayuda pública dentro de las directivas de ayuda a la I+D e innovación de la UE.

### **3.3. TEMAS DE TRABAJO DESARROLLADOS POR GRUPOS ESPAÑOLES**

Dentro de estas líneas priorizadas se han financiado proyectos de investigación, desarrollados por grupos naciona-

les que trabajan en temas lácteos, que se pueden agrupar así:

- Mejora de la producción láctea.
- Procesos tecnológicos.
- Tratamiento térmico.
- Calidad.
- Seguridad.
- Nutrición.
- Quesos.

Destaca, en cuanto a número de proyectos abordados, los que incluyen entre sus objetivos la mejora de quesos y, en segundo lugar, los relacionados con procesos tecnológicos. Grupos españoles han participado también en proyectos europeos de los que una gran mayoría versan sobre mejora de quesos.

Siguiendo la pista a los proyectos financiados en los últimos años, se recoge a continuación una relación no exhaustiva de los aspectos a los que, dentro de las líneas antes citadas, los distintos grupos de investigación españoles han dedicado más su atención.

### **3.3.1. Mejora de la producción láctea**

- Mejora de la calidad de la producción de leche de oveja y cabra por manipulación de la alimentación: efecto de grasas insaturadas protegidas, lípidos en general, enzimas fibrolíticos.
- Criterios de selección del ganado caprino y ovino basados en el contenido y variantes genéticas de las caseínas de leche.
- Predisposición a mamitis en ganado ovino y caprino; técnicas de detección de infecciones.

### 3.3.2. Procesos de transformación

- Tratamiento de la leche cruda con CO<sub>2</sub>.
- Modificación de la grasa láctea por extracción supercrítica con CO<sub>2</sub>.
- Aplicación de altas presiones, manotermosonicación y pulsos eléctricos en leche.
- Transformación fermentativa del lactosuero en productos con valor comercial.
- Mejoras en leches fermentadas enriquecidas con WPC, desnatadas y adicionadas con grasas vegetales, empleo de microorganismos probióticos.
- Aplicación de bacteriocinas a la conservación de productos lácteos.
- Elaboración de quesos con bajo contenido en colesterol.
- Aislamiento de caseinomacropéptidos de sueros de queso procedentes de leches de oveja y de cabra.

### 3.3.3. Tratamiento térmico

- Optimización de la producción de leche UHT. Efecto de la homogenización.
- Termoresistencia de *Bacillus cereus* en leche y derivados sometidos a tratamientos de esterilización convencional y UHT.
- Modificaciones de los constituyentes en tratamientos térmicos. Incidencia en la aptitud tecnológica.

### 3.3.4. Calidad

- Detección de mezclas de leche de vaca, oveja y cabra.
- Técnicas luminiscentes para la identificación de alimentos irradiados.

- Estudio sobre inhibidores en la leche de oveja.
- Detección de tóxicos en productos lácteos.
- Prototipo electrónico para las células somáticas.
- Detección de proteínas no lácteas en productos lácteos.
- Detección de caseína / caseinatos en quesos.

### 3.3.5. Seguridad

- Determinación de concentraciones de bifenilos policlorados, fungicidas y otros plaguicidas organoclorados en quesos españoles.
- Inhibición de microorganismos patógenos y alterantes aislados en leche y quesos.
- Influencia de variables tecnológicas e higiénico-sanitarias en la acumulación de aminas biógenas en queso de cabra.
- Detección de bacteriofagos en productos lácteos.

### 3.3.6. Nutrición

- Propiedades biológicas de proteínas minoritarias.
- Nutrición infantil: biodisponibilidad de minerales; ácidos siálicos, oligosacáridos y ganglióxidos de la leche humana y de vaca y su aplicación a la nutrición infantil; enriquecimiento con ácidos grasos; oxidantes y antioxidantes sobre la estabilidad de la fracción lipídica.
- La leche de cabra en síndromes de malabsorción.
- *Lactobacillus casei*: eficacia en el tratamiento de la diarrea.
- Bacterias lácticas y bifidobacterias como probióticos en productos lácteos fermentados. Actividad inmunoestimulante.

- Biodisponibilidad de minerales, influencia de la grasa en leche enriquecidas o no en calcio.
- Nuevos productos lácteos: suplementación con coenzima Q10 con la finalidad de mejorar el proceso de envejecimiento celular.

### **3.3.7. Quesos**

- Mejora de los procesos de elaboración de quesos de oveja y cabra.
- Efectos del proceso de congelación.
- Utilización de cultivos iniciadores autóctonos en la mejora de la calidad de distintos tipos de queso. Bacterias lácticas productoras de bacteriocinas. Sistemas de estabilización génica y de resistencia a la infección por bacteriofagos. Nuevas enzimas y nuevos sistemas de aporte de enzimas.
- Caracterización de cuajos vegetales y pastas de cuajo.
- Eliminación del sabor amargo en queso mediante bacterias lácticas degradadoras de péptidos amargos.
- Caracterización de proteinasas/peptidasas y actividad lipolítica de bacterias lácticas.
- Quesos con bajo contenido en grasa. Procesos de membrana .
- Nuevo proceso de salado hidrodinámico.
- Producción de lactasa para uso en queserías.
- Aplicación de altas presiones hidrostáticas .
- Control, aceleración y diversificación del sabor y aroma del queso. Catabolismo de aminoácidos.

Una página **web** de interés a la hora de conocer actividades de grupos de investigación por parte de la empresa es la de la Federación Española de Industrias de la Alimentación y Bebidas (FIAB); <http://www.fiab.es>





# 4

## **OFERTA TECNOLÓGICA EN ESPAÑA**

La mayor parte de la investigación láctea en España se lleva a cabo en organismos públicos de investigación (OPI) y en departamentos universitarios, aunque en los últimos años se registra también por parte de las industrias lácteas un interés y esfuerzo crecientes en I+D.

Dos OPI adscritos al Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), tienen una larga trayectoria en investigación sobre leche y productos lácteos. Dentro del CSIC, cuatro Institutos orientan sus actividades parcial o totalmente a temas lácteos: el Instituto de Fermentaciones Industriales, el Instituto del Frío, el Instituto de Química Orgánica General y el Instituto de Productos Lácteos de Asturias. En el INIA, el Departamento de Tecnología de Alimentos dedica una parte considerable de su esfuerzo investigador a la leche y los productos lácteos.

Por lo que respecta a los departamentos universitarios, además de los grupos existentes en algunas Facultades de Veterinaria (Autónoma de Barcelona, Complutense de Madrid, Córdoba, León, Zaragoza) o de Ciencias (Oviedo), de tradicional orientación hacia investigaciones en temas lácteos, se han ido incorporando en los últimos años grupos creados en departamentos de otras universidades (Navarra, País Vasco, Santiago, Vigo, Castilla-La Mancha), en parte debi-

do a la introducción de la licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

En algunos Centros de Investigación y Tecnológicos dependientes de las respectivas Comunidades Autónomas (Extremadura, Cantabria, Castilla y León, Galicia) se desarrollan igualmente trabajos de investigación relacionados tanto con la producción de leche como con la calidad y la tecnología de productos lácteos.

Las actividades de I+D de la industria láctea resultan más difíciles de precisar, debido a su carácter confidencial y a financiarse en la mayoría de los casos con fondos propios sin concurrir a convocatorias públicas de proyectos. Sin embargo, cada vez es más frecuente la implicación de las empresas lácteas españolas en convenios y proyectos concertados con centros públicos de investigación en algunas convocatorias (FEDER, PETRI) o líneas de financiación (CDTI) específicas.

En las páginas siguientes se recoge la oferta tecnológica de los principales grupos del sector público activos en investigación láctea actualmente en España, con una cierta continuidad en su dedicación a leche y productos lácteos. La ficha de cada grupo resume sus datos personales, las líneas de investigación junto con las instalaciones y equipo disponibles, algunos de sus logros tecnológicos y los proyectos de I+D financiados en los últimos tres años en convocatorias públicas.

La dotación de personal de los grupos de investigación en el sector público es de 4,7 investigadores en plantilla por término medio. Si se considera que por cada investigador en plantilla puede haber en el grupo otros dos titulados, entre contratados y becarios, tendríamos un tamaño medio de los grupos próximo a los quince titulados, al que habría que añadir el personal auxiliar, generalmente escaso para las necesidades de los grupos. Diez de los veinte grupos de investigación recogidos en el documento disponen de planta piloto de productos lácteos, generalmente una pequeña quesería, en sus respectivos centros.

Por lo que respecta a la financiación de los grupos, el número medio de proyectos financiados en los últimos tres años es de 4,15 por grupo, incluyendo aquí proyectos de convocatorias europeas, nacionales y autonómicas.

Finalmente, merece la pena mencionar que la producción de los grupos españoles en los últimos cinco años rebasa los quinientos artículos científicos y técnicos sobre temas lácteos, y un número de patentes registradas próximo a veinte en este mismo periodo.

# **INSTITUTO DE FERMENTACIONES INDUSTRIALES, CSIC**

## **Departamento de Tecnologías Sectoriales y Departamento de Caracterización de Alimentos**

C/ Juan de la Cierva, 3  
28006 Madrid

Teléfono: 91 562 29 00, ext. 221 y 242

Correo electrónico: mramos@ifi.csic.es; aolano@ifi.csic.es;  
ncorzo@ifi.csic.es; mmcalvo@ifi.csic.es; rosina@ifi.csic.es;  
recio@ifi.csic.es; mvillamiel@ifi.csic.es; amigo@ifi.csic.es

### ***Investigadores en plantilla***

Mercedes Ramos, Agustín Olano, Rosina López-Alonso, Nieves Corzo, Lourdes Amigo, Marta M. Calvo, Mar Villamiel, M.<sup>a</sup> Isidra Recio.

### ***Principales líneas de investigación***

Selección de indicadores químicos para el control de calidad y de procesos en productos lácteos. Caracterización y propiedades tecnológicas y biológicas de compuestos procedentes de hidrólisis y glicosilación de proteínas lácteas. Desarrollo de nuevos alimentos funcionales. Tratamiento de productos lácteos con altas presiones. Detección de adulteraciones en productos lácteos.

### ***Principales instalaciones y equipos***

Cromatografía de gases, cromatografía de líquidos analítica y preparativa, cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas. Electroforesis convencional, capilar y capilar acoplada a espectrometría de masas. Resonancia magnética nuclear. Equipos de laboratorio para ultrafiltración, pasteurización, atomización y liofilización.

### **Logros tecnológicos**

- Desarrollo de métodos para la detección de suero de quesería y de leche en polvo en leche líquida.
- Desarrollo de métodos para la detección de proteína de soja y de guisante en leche en polvo.
- Aislamiento y caracterización de péptidos con actividad antihipertensiva.
- Mejora de la aptitud tecnológica de la leche para quesería mediante tratamientos con altas presiones.

### **Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- 07G/0039/2000 / Revalorización de sueros de quesería mediante la aplicación de nuevas tecnologías para la obtención de proteínas glicosiladas / Rosina López-Alonso.
- AGL2000-1497 / Aplicación de las altas presiones en el desarrollo de alimentos funcionales / Pilar Montero.
- AGL2001-1971/ Obtención de proteínas glicosiladas para su utilización como ingredientes funcionales en alimentos mediante tecnologías alternativas / Agustín Olano.
- PETRI1995-0563-OP / Caracterización de ingredientes utilizados en la elaboración de yogur. Estudio de su comportamiento durante la preparación del mix y su relación con la aptitud tecnológica / Agustín Olano.
- AGL2000-1480 / Implicaciones de los alimentos en la salud: estudio de compuestos nitrogenados bioactivos y detección de alérgenos en alimentos / Mercedes Ramos.
- AGL2001-1261/ Obtención de péptidos bioactivos a partir de subproductos proteicos de la industria alimentaria mediante procesos fermentativos y de hidrólisis / Lourdes Amigo.
- CAL01-046-C2-1/ Identificación y caracterización de péptidos derivados de proteínas alimentarias con actividad antihipertensiva / M.<sup>a</sup> Isidra Recio.

## **INSTITUTO DEL FRÍO, CSIC**

### **Departamento de Ciencia y Tecnología de Productos Lácteos**

Ciudad Universitaria, s/n.

28040 Madrid

Teléfono: 91 549 23 00

Correo electrónico: cpelaez@if.csic.es; trequena@if.csic.es;

salvio@if.csic.es; jfontecha@if.csic.es; mjuarez@if.csic.es;

rgomez@if.csic.es; lopez@if.csic.es; fmorales@if.csic.es

#### ***Investigadores en plantilla:***

Manuela Juárez, Carmen Peláez, Salvio Jiménez, Rosario Gómez, Javier Fontecha, Teresa Requena, Francisco José Morales Navas, Félix López de Felipe Toledano.

#### ***Principales líneas de investigación***

Biotechnología de bacterias lácticas. Diseño de cultivos iniciadores y probióticos. Ingeniería metabólica. Índices de calidad en leche y formulaciones de base láctea. Tecnología de leche y productos lácteos. Valorización de derivados lácteos (proteínas del suero). Bioquímica de productos lácteos. Química de productos lácteos: fracción de lípidos y minerales.

#### ***Principales instalaciones y equipos***

Planta piloto de elaboración de quesos. Homogenizador. Desnatadora. Cromatografía líquida de alta y baja presión. Cromatografía de gases. Laboratorio de microbiología. Laboratorio de biología molecular. Técnicas electroforéticas. Electroforesis capilar. Espectrofotometría. Espectrofluorimetría. Tromboelastografía.

#### ***Logros tecnológicos***

- Patente 9700195. Caracterización adicional a la Patente 9302208. Procedimiento de conservación de quesos

semiduros de leche de oveja para su utilización en quesos de cabra, vaca y mezcla. J. Fontecha, C. Peláez, M. Juárez

- Patente 9600892. Mejoras en la Patente de Invención n.º 9302713. Variante deficiente en actividad acidificante (Lac-) y proteolítica (Prt-) (CECT 4595) del microorganismo *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* CECT4478, utilizable para acelerar la maduración de queso. T. Requena, J. Rodríguez, C. Peláez, M. Juárez
- Patente 9702201. Procedimiento para la elaboración de quesos frescos con contenido en grasa reducido, a partir de leche concentrada por ultrafiltración. T. Requena, J. Rodríguez, M. Juárez
- Patente 200100090. *Lactococcus lactis* productor de bacteriocina utilizable como cultivo iniciador para acelerar la maduración del queso. C. Martínez-Cuesta, T. Requena, C. Peláez

### **Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- 2FD97-1025 / Control del aroma y sabor de queso semiduro mediante la modificación genética de bacterias lácticas / Carmen Peláez.
- IFD97-0166 / Investigación multifactorial para la mejora de los quesos industriales y artesanales / Salvio Jiménez Pérez.
- 2FD97-0621 / Desarrollo de técnicas analíticas ultrarrápidas con automatización para la detección de tóxicos en productos lácteos / Javier Fontecha.
- AGL 2000-0727-C0302 / Empleo de probióticos en la elaboración de leches fermentadas de cabra o desnatada de vaca con incorporación de grasa insaturada / Teresa Requena.
- AGL 2000-1452 / Desarrollo y aplicación de nuevos compuestos bioactivos en formulaciones de base láctea enriquecida con hierro / Francisco J. Morales.
- CAL01-013 / Validación de técnicas analíticas para la detección de grasas extrañas en queso / Manuela Juárez.



# **INSTITUTO DE QUÍMICA ORGÁNICA GENERAL, CSIC**

## **Departamento de Análisis Instrumental y Química Ambiental**

C/ Juan de la Cierva, 3

28006 Madrid

Teléfono: 91 562 29 00, ext. 212, 301 y 304

Correo electrónico: iqomc16@iqog.csic.es;

iqojs02@iqog.csic.es; diez-masa@fresno.csic.es;

mfrutos@iqog.csic.es

### ***Investigadores en plantilla***

Isabel Martínez Castro, Jesús Sanz Perucha, José Carlos Díez-Masa, Mercedes de Frutos.

### ***Principales líneas de investigación***

Estudio de compuestos volátiles en productos lácteos. Caracterización de compuestos por GC y GC-MS. Desarrollo de métodos de inmunocromatografía para detección de beta-lactoglobulinas en leches hipoalergénicas. Detección de proteínas lácteas a nivel de trazas por electroforesis capilar con monitorización por fluorescencia inducida por láser.

### ***Principales instalaciones y equipos***

Cromatógrafos de gases. Equipos GC-MS de sobremesa con detector de cuadrupolo. Sistemas de introducción: arrastre dinámico, desorción térmica, microextracción fibra capilar (SPME). Cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas. Instrumentación de HPLC isocrática y en gradiente. Instrumentación de electroforesis capilar con detección por fluorescencia inducida por láser.

### ***Logros tecnológicos recientes***

- Desarrollo de métodos de análisis de volátiles por desorción térmica directa.
- Columna capilar para la separación de enantiómeros por cromatografía de gases (patente).
- Desarrollo de un método de electroforesis capilar para detección de proteínas de suero lácteo por derivatización en columna con monitorización por fluorescencia inducida por láser.

### ***Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)***

- CAM MP-227 / Revalorización del suero de quesería mediante la aplicación de nuevas tecnologías para la obtención de proteínas glicosiladas / Rosina López-Alonso.
- ALI1997-0630 / Desarrollo de técnicas analíticas de separación para evaluar la calidad y seguridad de los alimentos en base a la fracción nitrogenada / José Carlos Díez-Masa.
- AGL2000-1480 / Implicaciones de los alimentos en la salud: estudio de compuestos nitrogenados bioactivos y detección de alérgenos en alimentos / Mercedes Ramos.

## **INSTITUTO DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE ASTURIAS (IPLA), CSIC**

### **Departamento de Biotecnología y Caracterización de Alimentos. Productos Lácteos**

Carretera de Infiesto, s/n.

33300 Villaviciosa (Asturias)

Teléfonos: 985 89 21 31; 98 589 22 31

Correo electrónico: lalonso@ipla.csic.es;

baltasar\_mayo@ipla.csic.es; anarguez@ipla.csic.es;

maag@ipla.csic.es; thervas@ipla.csic.es;

greyes\_gavilan@ipla.csic.es; A.Margolles@ipla.csic.es;

administracion@ipla.csic.es

#### ***Investigadores en plantilla***

Leocadio Alonso López, Miguel Ángel Álvarez González, Teresa Delgado Hervás, Clara González de los Reyes-Gavilán, Abelardo Margolles Barros, Baltasar Mayo Pérez, Ana Rodríguez González, Juan Carlos Bada Gancedo.

#### ***Principales líneas de investigación:***

Caracterización microbiológica y físico-química de quesos artesanos. Desarrollo de cultivos iniciadores. Bacteriocinas y bioconservación. Bacteriófagos y mecanismos de resistencia. Desarrollo de vectores integrativos para la estabilización de genes de interés biotecnológico. Rutas decarboxilativas (aminas biógenas). Microorganismos patógenos y alterantes en leche y productos lácteos. Inhibición mediante el empleo de dióxido de carbono. Aplicación del dióxido de carbono a la producción y conservación de leche y productos lácteos. Probióticos. Aumento de la supervivencia de probióticos en leches fermentadas. Mecanismos de resistencia a sales biliares en el género *Bifidobacterium*. Estudio de la microbiota intestinal humana. Identificación de cepas probióticas. Micotoxi-

nas en productos lácteos. Análisis cromatográfico (HPLC y GC) aplicado a la caracterización y mejora de productos lácteos. Estudio y caracterización de la fracción lipídica en productos lácteos.

### ***Principales instalaciones y equipos***

Electroforesis de proteínas, electroforesis de ADN (estándar y campo de pulso), PCR, cromatógrafos de gases (GC, HS-GC), HPLC, densitómetro, espectrofotómetros UV-VIS. Equipo de secuenciación de ADN, horno de hibridación. Ultracentrífuga, centrífugas de alta velocidad, microcentrífugas, cabinas de flujo laminar, estufas de incubación, autoclaves, fermentador, colector de células, liofilizador, sistema de medida de Aw. Laboratorio de isótopos. Sistema automático Kjeldahl, centrífuga Gerber, homogeneizador Stomacher y Ultraturax. Planta piloto con pasterizador, desnatadora, tanque de refrigeración de leche, sistema de microfiltración, cubas de quesería (150 litros, 15 litros), prensa neumática, armario de maduración de queso.

### ***Logros tecnológicos***

- Patente 009801678. Procedimiento de conservación de leche cruda refrigerada con CO<sub>2</sub> y posterior desgasificación. Juan Carlos Bada Gancedo, Clara González de los Reyes-Gavilán, Patricia Rúa Madiedo.
- Patente 009901980. Producción por cultivo continuo de un fermento láctico mixto de adición directa, para elaboración de queso. Ana Rodríguez González, Roberto Cárcoba Ruiz, Emilia Paloma Cuesta Alonso.

### ***Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)***

- ALI97-0658-C03-02 / Bacterias lácticas y sus bacteriocinas: Evaluación de su potencial tecnológico / Ana Rodríguez González.

- IFD97-0346 / Aplicación del CO<sub>2</sub> a la optimización del proceso de producción y conservación de yogur y leches fermentadas / Clara González de los Reyes-Gavilán.
- PB-AGR99-01 / Selección positiva de cepas de *Lactococcus lactis* productoras de nisina y evaluación de su potencial tecnológico / Baltasar Mayo Pérez.
- IFD97-0339 / Aplicación de diferentes procesos de elaboración y maduración para la mejora de quesos artesanales / Baltasar Mayo Pérez.
- AL99-0821 / Desarrollo de sistemas de estabilización génica y de resistencia a la infección por bacteriófagos aplicables a iniciadores de la fermentación láctica / Miguel Ángel Álvarez.
- AGL2000-1611-C03-02 / Control de las fermentaciones de alimentos tradicionales y funcionales mediante el desarrollo de cultivos iniciadores de nuevo diseño / Ana Rodríguez González.
- AGL2000-1474 / Estudio y evolución de la microflora intestinal humana: flora total y flora asociada a las mucosas. Identificación y selección de cepas de interés probiótico / Baltasar Mayo Pérez.
- AGL2001-2296 / Actividades probióticas relacionadas con la resistencia a sales biliares en microorganismos del género *Bifidobacterium* / Clara González de los Reyes-Gavilán.
- 95-0556-OP / Tipificación de quesos tradicionales y caracterización de la microbiota tecnológicamente relevante / Baltasar Mayo Pérez.

# **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)**

## **Departamento de Tecnología de Alimentos**

Carretera de La Coruña, km 7

28040 Madrid

Teléfonos: 91 347 67 99; 91 347 67 74; 91 347 67 62;  
913476771

Correo electrónico: nunez@inia.es; mmedina@inia.es;  
pgaya@inia.es; fgarcia@inia.es

### ***Investigadores en plantilla***

Manuel Núñez Gutiérrez, Margarita Medina Fernández-Regatillo, Pilar Gaya Sicilia, Estrella Fernández García, Antonia M.<sup>a</sup> Picón Gálvez, Eva Rodríguez Mínguez, Joaquín Martínez Suárez.

### ***Principales líneas de investigación***

Mejora de la seguridad de los productos lácteos mediante bacterias lácticas, sistemas biológicos, tratamientos físicos no térmicos y tratamientos combinados. Nuevas tecnologías en maduración de quesos: bacterias lácticas productoras de bacteriocinas y enzimas GRAS producidas in situ. Selección y caracterización de bacterias lácticas y bifidobacterias con propiedades probióticas. Desarrollo de productos probióticos. Desarrollo de fermentos específicos para quesos de oveja. Estudio de los compuestos del aroma y sabor de quesos de leche cruda.

### ***Principales instalaciones y equipos***

Quesería experimental: higienizadora, pasterizador, cubas, saladero, prensas, cámaras maduración. Laboratorio de microbiología: cabinas de flujo laminar, sembradores Spiral, fermentador. Laboratorio de bioquímica: cromatógrafos (HPLC, GC, GC-MS), FPLC, electroforesis capilar, termoci-

cladores, electroporador, analizador de imagen, espectrofotómetros UV/visible. Laboratorio de propiedades físicas y sensoriales: tromboelastógrafo, prensa Instron, cabinas de cata. Liofilizador, autoclaves, estufas, congeladores, cámaras, neveras.

### **Logros tecnológicos**

- Patente 9600555. Procedimiento para la elaboración de nata fresca de bajo contenido en colesterol y de quesos de bajo contenido en colesterol. V. Ausás, M.J. Polanco, M. Núñez, G. Rico, M. de Paz, P. Gaya, M. Medina

### **Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- SC99-014 / Tratamientos combinados de bacteriocinas y otros sistemas inhibitorios para mejorar la seguridad y la calidad del queso de leche cruda / Margarita Medina.
- PETRI 95-0272-OP / Influencia de la estacionalidad y de los fermentos lácticos sobre las características del queso de oveja / Pilar Gaya.
- CAL00-005-CO2-02 / Altas presiones y biopreservación aplicadas a la mejora de la seguridad de los quesos de leche cruda: optimización y validación de procesos / Pilar Gaya.
- AGL2000-1426-CO2-01 / Nuevas tecnologías en maduración de quesos: bacterias lácticas productoras de bacteriocinas y bacterias productoras de enzimas extracelulares / Manuel Núñez.
- AGL2000-0727-CO3-03 / Microorganismos probióticos: caracterización y aplicación en productos lácteos / Margarita Medina.

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO AGROALIMENTARIO (INTAEX), JUNTA DE EXTREMADURA**

## **Departamento de Productos Lácteos**

Apdo. 20107, Finca Santa Engracia, Ctra. Cáceres, s/n.  
06071 Badajoz

Teléfonos: 924 01 26 57; 924 01 26 61; 924 01 26 65

Correo electrónico: jgcrespo@eic.juntaex.es;

mmas@eic.juntaex.es; iroa@eic.juntaex.es

### ***Investigadores en plantilla***

José González Crespo, Matilde Mas Mayoral, Isidro Roa Ojalvo.

### ***Principales líneas de investigación***

Caracterización de quesos extremeños. Cuajos y coagulante vegetal de *Cynara cardunculus*. Fermentos lácticos autóctonos.

### ***Principales instalaciones y equipos***

Laboratorio de microbiología, fermentador. Laboratorio de bioquímica (FPLC, HPLC, CG-MS, electroforesis, IEF, densitómetro, etc.). Laboratorio de análisis físico-químico, NIR, Milkoscan. Quesería experimental con cubas, pasterizador, prensa neumática, cámaras de maduración.

### ***Logros tecnológicos recientes***

- Patente 9700123. Coagulante para leche extraído de *Cynara cardunculus*. Procedimiento para su preparación y aplicaciones. Isidro Roa Montalvo, José González Crespo, Javier Mendiola Díaz, Matilde Mas Mayoral.
- Colección de cepas de bacterias lácticas autóctonas.
- Patente de cultivo iniciador autóctono (en preparación).



**Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- 1FD97-0216-C02-01 / Obtención de fermentos lácticos autóctonos para el queso de Ibores / Matilde Mas Mayoral.
- 1FD97-0818 / Aplicación de la mejora genética y la tecnología reproductiva a la optimización de la producción cárnica y quesera de las explotaciones ovinas de Extremadura / Mercedes Izquierdo Cebrián.
- 1PROOC030 / Caracterización bioquímica y tecnológica de fermentos autóctonos de bacterias lácticas presentes en el queso de Ibores / Isidro Roa Ojalvo.

## **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA, FACULTAD DE VETERINARIA**

### **Centro Especial de Investigación Planta de Tecnología de los Alimentos**

Edificio V, Campus de Bellaterra  
08193 Cerdanyola (Barcelona)  
Teléfonos: 93 581 13 97; 629745773  
Correo electrónico: Buenaventura.guamis@uab.es;  
tecn.aliments@uab.es

#### ***Investigadores en plantilla***

Buenaventura Guamis López, Artur Xavier Roig Sagüés, José Juan Rodríguez Jerez, Montserrat Mor-Mur Francesh, Victoria Ferragut Pérez, Reyes Pla Soler, Antonio José Trujillo Mesa, Josep Yuste Puigvert, Marta Capellas Puig, Ramón Gervilla Fernández, Manuela Hernández Herrero

#### ***Principales líneas de investigación***

Aplicación de altas presiones en leche y productos lácteos para la mejora de la seguridad alimentaria. Utilización de microsensores para el control de la limpieza y de procesos de la industria láctea. Recuperación y optimización de procesos de quesos tradicionales.

#### ***Principales instalaciones y equipos***

Línea UHT indirecta con tanque aséptico y envasadora Tetrapak. Línea de altas presiones (incluye equipo de 5000 bares y equipo de 9000 bares). Quesería completa (pasteurizadores, cámaras, cubas de cuajar, prensas). Equipo de calorimetría diferencial, cromatógrafos de gases, cromatógrafo HPLC. Viscosímetro, texturómetro.

#### ***Logros tecnológicos***

- Patente sobre un producto líquido vegetal UHT.

- Numerosos desarrollos en productos lácteos por aplicación de altas presiones.
- Sistema de control de limpieza de superficies mediante sensores.

**Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- CAL00-005-C02-01 / Altas presiones y biopreservación aplicadas a la mejora de la seguridad de los quesos de leche cruda: optimización y validación de procesos / Buenaventura Guamis López.
- AGL2000-1426-C02-02 / Aplicación de altas presiones hidrostáticas en la maduración de quesos / Buenaventura Guamis López.
- RTA01-047-C02-02 / Altas presiones y biopreservación aplicadas a la mejora de la seguridad de los quesos de leche cruda: optimización y validación de procesos / Buenaventura Guamis López.
- RTA01-044-C02-02 / Aplicación de altas presiones hidrostáticas en la maduración de quesos / Buenaventura Guamis López.
- PTR1995-0552-OP /Evaluación del sistema de envasado Darfresh en alimentos tratados por alta presión isostática. Propuesta de innovaciones / Montserrat Mor-Mur Francesh.
- AGL2000-0335-C04-04 /Recuperación y optimización de quesos tradicionales de la Comunidad Valenciana / Buenaventura Guamis López.

# **UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**

## **Departamento de Química Analítica y Tecnología de Alimentos**

Campus Universitario  
13071 Ciudad Real  
Teléfono: 926 29 53 00, ext. 3423 y 5447  
Correo electrónico: lourdes.cabezas@uclm.es;  
mlpalop@amb-to.uclm.es

### ***Investigadores en plantilla***

Lourdes Cabezas Redondo, M.<sup>a</sup> de los Llanos Palop Herre-  
ros, Justa M.<sup>a</sup> Poveda Colado

### ***Principales líneas de investigación***

Proteolisis y lipolisis en el queso durante la maduración. Análisis sensorial del queso. Estudio de la contribución de la microbiota NSLAB en la proteolisis y en las características sensoriales del queso Manchego. Caracterización molecular de bacterias lácticas y estudio de las propiedades de interés tecnológico de las mismas.

### ***Principales instalaciones y equipos***

Equipos de electroforesis: electroforesis vertical y Phast-System. Cromatógrafo de gases y HPLC. Termociclador. Software para normalización y análisis de geles. Planta piloto de quesería : cuba para fabricación de quesos y centrífuga desnatadora.

### ***Logros tecnológicos***

- Selección de bacterias lácticas para elaboración de queso Manchego.
- Ecuaciones predictivas para calcular el tiempo de maduración y los atributos sensoriales de quesos Manchegos.

Elaboración de fichas de cata para el análisis sensorial descriptivo del queso Manchego y de los quesos de cabra.

**Proyectos financiados desde 1999 (código, título e investigador principal)**

- 1FD 1997-0166 / Investigación multifactorial para la mejora de los quesos de oveja, industriales y artesanales / Lourdes Cabezas Redondo.
- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha / Características químicas, microbiológicas y sensoriales de los quesos de oveja y cabra elaborados en Castilla-La Mancha / Lourdes Cabezas Redondo y M.<sup>a</sup> de los Llanos Palop Herreros.
- MCyT-INIA / Caracterización molecular y tecnológica de la microflora presente en queso Manchego y en vinos de D.O. La Mancha / M.<sup>a</sup> de los Llanos Palop Herreros.

## **UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID, FACULTAD DE VETERINARIA**

### **Departamento de Nutrición y Bromatología III (Higiene y Tecnología de los Alimentos)**

Ciudad Universitaria, 28040 Madrid  
Teléfonos: 91 394 37 49; 91 394 37 45; 91 394 37 46  
Correo electrónico: jmrodrig@vet.ucm.es;  
delahoz@vet.ucm.es; serran@vet.ucm.es

#### ***Investigadores en plantilla***

Juan Miguel Rodríguez Gómez, Carmen San José, Leónides Fernández Álvarez.

#### ***Principales líneas de investigación***

Producción heteróloga de bacteriocinas en fermentos lácticos. Selección de bacterias lácticas con propiedades probióticas y aplicación en la elaboración de productos lácteos. Biofilms de interés alimentario, sobre todo en el contexto lácteo. Hierro y sideróforos microbianos en alimentos. Aplicaciones de lactasa y levaduras en el procesado de alimentos y depuración de efluentes.

#### ***Principales instalaciones y equipos***

Laboratorios generales, sala de catas, unidad de cultivos celulares, cámaras de refrigeración, arcones congeladores. Acceso a Animalario, Microscopía Electrónica, etc. de la UCM. Centrífugas refrigeradas, ultracentrífuga y centrífugas de sobremesa, diversos cromatógrafos (gases, FPLC, HPLC, etc.), reómetro, equipos de electroforesis y transferencia de proteínas, cubetas de electroforesis horizontal, electroporador, recipientes de nitrógeno líquido, microscopios binoculares invertidos, sistema automático de siembra de placa (espiral), espectrofotómetros, termocicladores, hornos de hibridación, cámara Polaroid, transiluminador, cabinas de

flujo laminar, incubadores de CO<sub>2</sub>. Material general de laboratorio (autoclaves, equipos destilación agua, estufas, pHmetros, balanzas, baños, etc.).

### **Logros tecnológicos**

- Dos patentes que incluyen microorganismos de origen lácteo (en fase de redacción)

### **Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- FEDER PR331/97-2FD97-1840 / Desarrollo de bacterias lácticas y bifidobacterias con propiedades inmunomoduladoras para su aplicación como probióticos en productos lácteos fermentados / Juan Miguel Rodríguez Gómez
- Contrato Puleva S.A. / Desarrollo de bacterias lácticas y bifidobacterias con propiedades inmunomoduladoras y antimutagénicas para su aplicación como probióticos en productos lácteos / Juan Miguel Rodríguez Gómez
- AGL2000-0727-C03-01 / Actividad inmunoestimulante de bacterias lácticas y bifidobacterias de origen humano y alimentario / Juan Miguel Rodríguez Gómez
- Contrato Puleva Biotech S.A. / Desarrollo de bacterias lácticas y bifidobacterias con propiedades inmunomoduladoras y antimutagénicas para su aplicación como probióticos en productos lácteos (II) / Juan Miguel Rodríguez Gómez

## **UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA, FACULTAD DE VETERINARIA**

### **Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos**

Campus de Rabanales, Edificio Darwin

14014 Córdoba

Teléfonos: 957 21 20 10; 629 56 21 25; 957212014

Correo electrónico: ao1fecaj@uco.es; bt1godir@uco.es

#### ***Investigadores en plantilla***

José Fernández-Salguero Carretero, Rafael Gómez Díaz

#### ***Principales líneas de investigación***

Mejora en la tecnología, sanidad y calidad de los quesos de oveja tradicionales. Utilización de enzimas vegetales en la fabricación de quesos. Procedimientos de conservación de quesos madurados.

#### ***Principales instalaciones y equipos***

Cromatógrafo de gases. Espectrofotómetro de absorción atómica. Cromatógrafo líquido de alta resolución. Cámaras controladas de maduración.

#### ***Logros tecnológicos***

- Patente 200001593. Un coagulante vegetal en polvo, procedimiento para su preparación y sus aplicaciones en la fabricación de quesos. J. Fernández-Salguero, R. Gómez, L. Tejada, M. Vioque

#### ***Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)***

- ALI98-1135 / Empleo de cuajos vegetales e influencia de la pasteurización de la leche y la adición de cultivos



lácticos en la fabricación de quesos de oveja tradicionales / José Fernández-Salguero.

- ALI99-0745 / Actividades coagulante y proteolítica de enzimas vegetales obtenidas por liofilización y de enzimas recombinantes en la fabricación de quesos de oveja / José Fernández-Salguero.
- Plan Andaluz de Investigación AGR-120 / Lactología y tecnología de la carne / José Fernández-Salguero.

## **UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA, FACULTAD DE CIENCIAS**

### **Departamento de Microbiología y Departamento de Bioquímica, Biología Molecular y Genética**

Avenida de Elvas, s/n.

06071 Badajoz

Teléfonos: 924 28 93 63; 924 28 94 20

Correo electrónico: pcaceres@unex.es; jrebollo@unex.es

#### ***Investigadores en plantilla***

Pilar Cáceres Arribas, José Emilio Rebollo Feria.

#### ***Principales líneas de investigación***

Propiedades tecnológicas de bacterias lácticas aisladas de quesos artesanos extremeños. Genética de bacterias lácticas.

#### ***Principales instalaciones y equipos***

Equipos básicos de microbiología de alimentos. Equipos de genética molecular: ultracentrífuga, centrífuga preparativa, sistema de análisis de geles, termociclador, cubetas de electroforesis con fuentes de alimentación normal y en campo pulsante. Contador de centelleo líquido, fosfoimager para análisis de geles y pequeños aparatos.

#### ***Logros tecnológicos***

- Patente 9801638. Procesos de obtención de extractos en polvo de un coagulante de leche procedente de las flores del cardo *Cynara* sp. Pilar Cáceres Arribas, Isidro Fernández Jiménez.

#### ***Proyectos financiados desde 1999 (código, título e investigador principal)***

- 1FD97-0216-C02-02 / Obtención de fermentos lácticos

autóctonos para la mejora de quesos artesanales / José Emilio Rebollo Fera.

- IPR98C036 / Caracterización genética y microbiológica de la flora bacteriana presente en el queso de Ibores / José Emilio Rebollo Fera.
- IPR00C002 / Caracterización genética de la flora bacteriana presente en el queso de Ibores / José Emilio Rebollo Fera.
- 2PR01B030 / Optimización genética e industrial de cultivos iniciadores autóctonos para la fabricación de queso de Ibores / José Emilio Rebollo Fera.

# **UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA, FACULTAD DE FARMACIA**

## **Departamento de Microbiología y Biología Celular**

Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n.  
38206 La Laguna (Tenerife)  
Teléfonos: 922 31 85 15; 922 31 84 75  
Correo electrónico: vzarate@ull.es; ecardell@ull.es

### ***Investigadores en plantilla***

Evaristo Cardell Cristellys, M.<sup>a</sup> Victoria de Zárata Machado.

### ***Principales líneas de investigación***

Selección de cultivos iniciadores autóctonos para la fabricación industrial del queso de cabra de Tenerife. Producción de bacteriocinas por bacterias lácticas procedentes del queso de cabra artesanal de Tenerife.

### ***Principales instalaciones y equipos***

- Centrifugas, microcentrifuga y ultracentrifuga. Cromatógrafo líquido de alta resolución. Termociclador. Autoclaves, equipos de filtración de agua, congeladores, cabinas de flujo laminar, etc.

### ***Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)***

- PI2000-084 / Producción de bacteriocinas por bacterias lácticas aisladas del queso de cabra artesanal de Tenerife. Aplicaciones en la mejora de la tecnología quesera canaria / Evaristo Cardell Cristellys.
- CI02360101 / Influencia de los cultivos iniciadores autóctonos en la proteólisis primaria y secundaria de quesos de cabra de Tenerife / M.<sup>a</sup> Victoria de Zárata Machado.

# **UNIVERSIDAD DE LEÓN, FACULTAD DE VETERINARIA**

## **Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos**

Campus de Vegazana, s/n.

24071 León

Teléfonos: 987 29 11 82; 987 29 11 85; 987 29 11 19;  
987 29 12 86

Correo electrónico [dhtaba@unileon.es](mailto:dhtaba@unileon.es); [dhtjgp@unileon.es](mailto:dhtjgp@unileon.es);  
[dhtmgl@unileon.es](mailto:dhtmgl@unileon.es); [dhtaoc@unileon.es](mailto:dhtaoc@unileon.es)

### ***Investigadores en plantilla***

Ana Bernardo Alvarez, Josefa González Prieto, José María Fresno Baro, Mercedes López Fernández, María Luisa García López, Andrés Otero Carballeira, María Rosario García Armesto, Jesús Ángel Santos Buelga, Teresa María López Díaz

### ***Principales líneas de investigación***

Bioquímica y microbiología del queso. Identificación y determinación de la aptitud tecnológica de bacterias lácticas. Microbiología sanitaria de la leche de oveja y productos derivados: detección de *Escherichia coli* enterotoxigénicos. Antibiosis en quesos de oveja: empleo de bacterias lácticas en el control de *Escherichia coli* enterotoxigénicos. Alteraciones de los quesos madurados de leche de oveja: identificación de especies alterantes y medidas para su control. Quesos madurados con mohos: identificación de especies fúngicas y evaluación de su aptitud tecnológica y su inocuidad sanitaria.

### ***Principales instalaciones y equipos***

- Planta piloto de fabricación de quesos. Cámaras de maduración. Equipo de ultrafiltración. Texturómetro. Sala de

catas. Cromatógrafos CLAE y G/M. Equipos para análisis microbiológico mediante técnicas rápidas y técnicas genéticas: impedancia (Bactometer, Bactrac), bioluminiscencia, turbidimetría en microplaca (Bioscreen), siembra en espiral, identificación automatizada (Vitek), PCR, hibridación, tipado microbiano.

**Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- Junta de Castilla y León / Estudio del proceso madurativo del queso Zamorano con Denominación de Origen y puesta a punto de un sistema de maduración acelerada / Josefa González Prieto.
- Junta de Castilla y León y CRDO. Queso Zamorano / Influencia del tipo de raza de oveja y tratamiento de la leche en la calidad del queso Zamorano durante su maduración / José María Fresno Baro.
- AGL2001-0092-C02-01 / Elaboración de un cultivo iniciador destinado a la industrialización de quesos artesanales / José María Fresno Baro.
- Junta de Castilla y León / Tipificación y riesgos sanitarios durante la fabricación del Queso Castellano / M.<sup>a</sup> Rosario García Armesto.
- FD97-1921 / Caracterización tecnológica de bacterias ácido-lácticas y probióticos para el desarrollo de cultivos iniciadores que permitan el control de Escherichia coli verotoxigénico en queso de oveja / M.<sup>a</sup> Rosario García Armesto.
- Junta de Castilla y León / Detección por técnicas de PCR de Escherichia coli verotoxigénicos en leche de oveja y potenciación del efecto antimicrobiano de bacterias ácido-lácticas para su control / M.<sup>a</sup> Rosario García Armesto.

# **UNIVERSIDAD DE MURCIA, FACULTAD DE VETERINARIA**

## **Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos**

Campus de Espinardo

30071 Murcia

Teléfono: 968 36 47 10

Correo electrónico: mbelen@um.es; eferrand@um.es;

laencina@um.es

### ***Investigadores en plantilla***

M.<sup>a</sup> Belén López Morales, Eduardo Ferrandini Banchemo, José Laencina Sánchez.

### ***Principales líneas de investigación***

Adaptabilidad tecnológica de la leche de cabra. Caracterización de cuajos naturales (líquidos y en pasta). Determinación del tiempo de corte on line mediante un sensor de reflectancia difusa. Empleo de sensores *on-line*.

### ***Principales instalaciones y equipos***

Cromatógrafo de gases. Cromatógrafo líquido de alta resolución. Sensores de reflectancia difusa. Planta piloto de Tecnología de Alimentos.

### ***Logros tecnológicos***

Aplicación de sensores de reflectancia difusa en la elaboración de queso de cabra de la Región de Murcia.

### ***Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)***

Fundación Séneca / Predicción del tiempo de corte en la elaboración de queso mediante un sensor de reflectancia difusa / M. B. López

AGL 2000-1029-C03-02 / Caracterización de cuajos de cordero y optimización de métodos de fabricación para la recuperación de sabores tradicionales en quesos de oveja y cabra / M. B. López



## **UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA**

### **Departamento de Ciencias del Medio Natural. Area Nutrición y Bromatología. Grupo Lactología**

Edificio Los Olivos, Campus Arrosadía  
31006 Pamplona  
Teléfonos: 948 16 91 45; 948 16 91 41  
Correo electrónico: paloma@unavarra.es;  
lablac@unavarra.es

#### ***Investigadores en plantilla***

Paloma Torre Hernández, Francisco Clemente Ibáñez Moya,  
Ana Isabel Ordóñez Aranguren, Yolanda Barcina Angulo

#### ***Principales líneas de investigación***

Caracterización físico-química de productos lácteos: compuestos volátiles, fracciones nitrogenadas, fracciones lipídicas. Estudios microbiológicos: identificación y selección de bacterias lácticas por técnicas clásicas y moleculares. Controles de calidad microbiológicos. Análisis sensorial de productos alimenticios. Control de calidad de quesos con Denominación de Origen.

#### ***Principales instalaciones y equipos***

- HPLC, CG-MS, extractor SFE, texturómetro, Optigraph, tromboelastógrafo, electroforesis capilar, termociclador PCR, liofilizador, equipos generales: Kjeldahl, autoclaves. Planta piloto para elaboración y maduración de queso. Laboratorio de análisis sensorial acreditado por ENAC

#### ***Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)***

- SC98-096 / Sabor y aroma de los quesos con Denominación de Origen / Estrella Fernández García.

- CRDO Roncal / Influencia de la materia prima sobre la calidad sensorial del queso Roncal / Paloma Torre.
- Gobierno de Navarra / Desarrollo de un queso de oveja bajo en colesterol: influencia de la reducción del contenido graso sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales / Paloma Torre.
- Gobierno de Navarra / Elaboración de un probiótico: estudio tecnológico y valor nutricional / Paloma Torre.

# UNIVERSIDAD DE OVIEDO

## Departamento de Biología Funcional

C/ Julián Clavería, s/n.

33006 Oviedo

Teléfonos: 985 10 35 59; 985 10 27 34; 985 10 42 17

Correo electrónico: Evaristo@correo.uniovi.es;

j lcm@correo.uniovi.es; cbm@sauron.quimica.uniovi.es

### **Investigadores en plantilla**

Juan Evaristo Suárez Fernández, Covadonga Barbés Miguel,  
José Luis Caso Machicado

### **Principales líneas de investigación**

Detección de bacteriófagos en productos lácteos y desarrollo de cepas iniciadoras de *Lactococcus lactis* resistentes a la infección viral. Desarrollo de sistemas de interferencia con la multiplicación de bacteriófagos de *Lactobacillus*. Desarrollo de alimentos funcionales conteniendo cepas de probióticas de *Lactobacillus*.

### **Principales instalaciones y equipos**

- Las habituales en Áreas de Microbiología y Bioquímica bien dotadas. Se incluye un animalario.

### **Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- ALI99-0821 / Sistemas de estabilización génica y resistencia a la infección por bacteriófagos en iniciadores de la fermentación láctica / Miguel A. Álvarez.
- AGL2000-1611-C03-03 / Control de las fermentaciones de alimentos tradicionales y funcionales mediante el desarrollo de cultivos iniciadores de nuevo diseño / Covadonga Barbés.
- FICYT-EXP01-23 / Incidencia y efectos de la infección

viral sobre la fabricación de queso Afuega'l Pitu / Juan E. Suárez.

- BIO2001-3621 / Detección de bacteriófagos en productos lácteos y desarrollo de cepas iniciadoras de *Lactococcus lactis* resistentes a la infección viral / Juan E. Suárez

# **UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO, FACULTAD DE FARMACIA**

## **Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Departamento de Tecnología de Alimentos, Nutrición y Bromatología**

Paseo de la Universidad, 7

01006 Vitoria

Teléfonos: 945 01 30 82; 945 01 30 97; 945 01 30 75

Correo electrónico: knprobal@vc.ehu.es;

gbprescm@vf.ehu.es; knppeelf@vf.ehu.es

### ***Investigadores en plantilla***

Mertxe de Renobales, Luis Javier Rodríguez Barrón, Mailo Virto, Ana Isabel Nájera, Francisco José Pérez-Elortondo, Marta Albisu

### ***Principales líneas de investigación***

Mejora de la tecnología de elaboración de quesos tradicionales. Enzimas exógenas, de la leche y microbianas. Bioquímica de la maduración. Diseño de pastas de cuajo de cordero para su uso en tecnología quesera. Caracterización sensorial de quesos. Control de calidad sensorial del Queso Idiazábal. Caracterización molecular y tecnológica de la leche de oveja. Influencia de la alimentación y el manejo.

### ***Principales instalaciones y equipos***

- Equipos HPLC con detectores de fotodiodos, fluorescencia y difusión de luz. Equipos GC con detectores de espectrometría de masas, FID y olfatómetro. Equipo de extracción de fluido supercrítico. Equipo de electroforesis en campo pulsado. Ultracentrífugas. Planta piloto de quesería. Sala de catas. Cabina de flujo laminar. Gelógrafo. Texturómetro.

### **Logros tecnológicos**

- Diseño de mezcla de cuajo comercial bovino y lipasas comerciales para sabor característico de queso de oveja.
- Diseño de un cultivo iniciador para desarrollo de sabor característico de Queso Idiazábal.
- Diseño de prototipo de queso untable con sabor característico a queso de oveja.
- Definición sensorial del queso Idiazábal.

### **Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- UPV048.123-TB098/99 / Diseño de una mezcla de cuajo y lipasas comerciales para el desarrollo del sabor característico del queso Idiazábal / Mertxe de Renovales.
- AGL2000-1029-C03-01 / Caracterización de cuajos de cordero y optimización de sus métodos de fabricación para la recuperación de sabores tradicionales en quesos de oveja / Mertxe de Renovales.
- 1/UPV/EHU 00101.125-TA-8075/2000 / Estudio de las actividades enzimáticas y genotipado de enterococos en quesos de oveja / Marta Albisu Aguado.
- UE2000-45 / Establecimiento de medidas de control en la prevención de defectos organolépticos en quesos de oveja / Francisco José Pérez Elortondo.

# **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS**

## **Departamento de Tecnología de Alimentos**

Camino de Vera, s/n.

46022 Valencia

Teléfonos: 96 387 73 68; 96 387 93 66

Correo electrónico: amulet@tal.upv.es; amulet@alum.mit.edu;

jjbenedi@tal.upv.es

### ***Investigadores en plantilla***

Antonio Mulet Pons, José Bon Corbín, José Benedito Fort, Nieves Sanjuán Pellicer

### ***Principales líneas de investigación:***

Control de calidad de quesos utilizando ultrasonidos. Caracterización de la maduración de queso utilizando ultrasonidos. Gestión de cámaras de maduración de queso. Evaluación de la textura de queso utilizando técnicas sensoriales, instrumentales y electromiografía.

### ***Principales instalaciones y equipos***

Equipos de ultrasonidos de señal y potencia. Equipos de electromiografía.

### ***Logros tecnológicos***

- Patente 9800579. Sistema de gestión integral de cámaras de maduración. A.Mulet, J. Bon, R. Peña, J. Benedito, C. Rosselló.
- Patente 9801904. Procedimiento y dispositivo para la clasificación de quesos mediante ultrasonidos. A. Mulet, J. Benedito, J. Bon, N. Sanjuán.

**Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- Universidad Politécnica de Valencia 5916 / Evaluación de la textura del queso mediante el uso de electromiografía / Antonio Mulet.
- CAL01-077-C3-1 / Control de la calidad del Queso Manchego D.O. mediante la aplicación de sensores no destructivos de ultrasonidos e infrarrojos / José Benedito.



## **UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA - LUGO**

### **Aula de Productos Lácteos**

Avenida da Fábrica da Luz, s/n.

27004 Lugo

Teléfonos: 982 25 22 31, ext. 21300;

982 25 16 11 ( teléfono y fax)

Correo electrónico: [juan@apl.lugo.usc.es](mailto:juan@apl.lugo.usc.es);

[jlrotero@lugo.usc.es](mailto:jlrotero@lugo.usc.es); [afmapl@lugo.usc.es](mailto:afmapl@lugo.usc.es)

### ***Investigadores en plantilla***

Asunción Fernández Martínez, José Luis Rodríguez Otero

### ***Principales líneas de investigación***

Filtración tangencial (todas las tecnologías). Nuevos productos UHT. Desarrollo de productos probióticos y prebióticos, batidos, leches-zumo, leches gelificadas. Unidad de Internet aplicada a la teleformación y gestión de la información.

### ***Principales instalaciones y equipos***

Planta piloto de industrias lácteas con taller de preparación de la leche (tratamiento térmico y unidad CIP), taller de quesería y mantequería, taller de operaciones unitarias; taller de tecnologías de membranas y UHT, taller de yogur, cámaras de conservación y maduración, sala de máquinas. Laboratorio.

### ***Logros tecnológicos***

- Registro de Propiedad Intelectual: I-LUG ON LINE desarrollado por el área informática @pl.

**Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- C268004 / Proyecto METAFOR de Formación a distancia a través de satélite para entornos rurales aislados. Programa TEN-TELECOM / Juan Méndez Dónega.
- PGIDTT00AGRI13E / Desarrollo de una gama de postres lácteos no fermentados para la empresa FEIRACO / Asunción Fernández Martínez.
- PGIDT99TIN0013E / Proyecto de revalorización de suero para aplicación en panificación / Juan Méndez Dónega.
- MEDIASPACE, ARTES 3, n.º contrato: 393 139 276 / Project for the set up and the running in of a pre-operational pilot service phase satellite based multimedia applications in fixed environment.
- XUGA2001/XP149 / Desarrollo de una tecnología de filtración selectiva para la depuración de salmueras de quesería / Asunción Fernández Martínez.

## **UNIVERSIDAD DE VIGO, FACULTAD DE CIENCIAS DE ORENSE**

### **Área de Tecnología de los Alimentos**

Campus Universitario, s/n.

32004 Orense

Teléfonos: 988 870 52; 988 870 55

Correo electrónico: carbatec@uvigo.es; inmatec@uvigo.es

#### ***Investigadores en plantilla***

Francisco Javier Carballo García, María Inmaculada Franco Matilla, Bernardo Prieto Gutiérrez, Sidonia Martínez Suárez

#### ***Principales líneas de investigación***

Caracterización bioquímica y microbiológica de quesos tradicionales. Estudio del efecto de la envoltura en películas plásticas sobre los cambios bioquímicos y microbiológicos ocurridos durante el almacenamiento de los quesos frescos. Estudio de la aptitud tecnológica de bacterias lácticas aisladas de quesos tradicionales.

#### ***Principales instalaciones y equipos***

Equipos de uso habitual en análisis bioquímico y microbiológico de alimentos: HPLC, cromatógrafo de gases, espectrofotómetro de absorción atómica, electroforesis, Soxhlet, Kjeldahl, microscopios, cabina de flujo laminar, autoclaves, etc.

#### ***Logros tecnológicos***

- Transferencia de resultados e información a las queserías artesanas y semi-industriales acogidas a las diferentes denominaciones de origen y calidad, orientada a la mejora de la tecnología, calidad y salubridad de los productos elaborados

***Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)***

- MCFI-2000-02049 / Traditional dairy technology toward safer foods F. X. Malcata / Francisco Javier Carballo García.

# **UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA, FACULTAD DE VETERINARIA**

## **Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos**

C/ Miguel Servet, 177

50013 Zaragoza

Teléfonos: 976 76 15 83; 976 76 24 16

Correo electrónico: calvoreb@posta.unizar.es,

dperez@posta.unizar.es, Isanpan@posta.unizar.es

### ***Investigadores en plantilla***

Miguel Calvo Rebollar, Lourdes Sánchez Paniagua, M<sup>a</sup> Dolores Pérez Cabrejas, Pilar Puyol de León.

### ***Principales líneas de investigación***

Proteínas de la leche con actividad biológica. Alimentos lácteos con actividad funcional. Detección de proteínas lácteas y no lácteas. Alimentos infantiles.

### ***Principales instalaciones y equipos***

HPLC, cromatografía de gases. Técnicas electroforéticas e inmunoquímicas. Calorimetría diferencial y técnicas reológicas. Cultivos celulares. Contadores de radiactividad (beta y gamma).

### ***Logros tecnológicos***

- Método inmunoenzimático rápido de detección de la presencia de leche de distinta especie en leche de oveja.
- Método de aislamiento de la lactoferrina y otras proteínas de la leche y lactosuero de quesería utilizando un ligando insolubilizado en placas de celulosa filtrante.

**Proyectos financiados desde 1999 (código / título / investigador principal)**

- PLANICYT ALI97-1041 Diseño de métodos inmunoquímicos utilizables en la detección de proteínas específicas en los alimentos.
- AGL2000-1547 / Interacción de algunas proteínas de la leche con diversos ligandos y estudio de las implicaciones físico-químicas y biológicas.
- AGL2001-1814 / Interacción de algunas proteínas de la leche con diversos ligandos y estudio de las implicaciones físico-químicas y biológicas.



## **DOCUMENTOS COTEC SOBRE OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS**

### **Documentos editados**

- N.º 1: Sensores.
- N.º 2: Servicios de información técnica.
- N.º 3: Simulación.
- N.º 4: Propiedad industrial.
- N.º 5: Soluciones microelectrónicas (ASICs) para todos los sectores industriales.
- N.º 6: Tuberías de polietileno para conducción de agua potable.
- N.º 7: Actividades turísticas.
- N.º 8: Las PYMES y las telecomunicaciones.
- N.º 9: Química verde.
- N.º 10: Biotecnología.
- N.º 11: Informática en la Pequeña y Mediana Empresa.
- N.º 12: La telemática en el sector de transporte.
- N.º 13: Redes neuronales.
- N.º 14: Vigilancia tecnológica.
- N.º 15: Materiales innovadores. Superconductores y materiales de recubrimiento.
- N.º 16: Productos alimentarios intermedios (PAI).
- N.º 17: Aspectos jurídicos de la gestión de la innovación.
- N.º 18: Comercio y negocios en la sociedad de la información.



## **DOCUMENTOS COTEC SOBRE NECESIDADES TECNOLÓGICAS**

### **Documentos editados**

- N.º 1: Sector lácteo.
- N.º 2: Rocas ornamentales.
- N.º 3: Materiales de automoción.
- N.º 4: Subsector agroindustrial de origen vegetal.
- N.º 5: Industria frigorífica y medio ambiente.
- N.º 6: Nuevos productos cárnicos con bajo contenido en grasa.
- N.º 7: Productos pesqueros reestructurados.
- N.º 8: Sector de la construcción.
- N.º 9: Sector de la rehabilitación.
- N.º 10: Aguas residuales.
- N.º 11: Acuicultura.
- N.º 12: Reducción de emisiones atmosféricas industriales.
- N.º 13: El mantenimiento como gestión de valor para la empresa.
- N.º 14: Productos lácteos

**COTEC es una fundación de origen empresarial que tiene como misión contribuir al desarrollo del país mediante el fomento de la innovación tecnológica en la empresa y en la sociedad españolas.**

**Cotec** —

Fundación Cotec  
para la Innovación Tecnológica  
Pza. Marqués de Salamanca 11, 2º izda.  
28006 Madrid  
Telf. (34) 91 436 47 74  
Fax. (34) 91 431 12 39  
<http://www.cotec.es>

ACCENTURE  
ADE (CASTILLA Y LEÓN)  
ADER (LARIOJA)  
AGENCIAEFE  
ALCATEL  
ALSTOM ESPAÑA  
ASTRIUM-CRISA  
AYUNTAMIENTO DE GIJÓN  
AYUNTAMIENTO DE VALENCIA  
BILBAO BIZKAIAKUTXA  
CAJADE AHORROS Y MONTE DE PIEDAD  
DE MADRID  
CÁMARADE COMERCIO E INDUSTRIA  
DE MADRID  
CETENASA(NAVARRA)  
COMPAÑÍA VALENCIANA DE CEMENTOS  
PORTLAND  
CONSEJERÍA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
(CASTILLA-LAMANCHA)  
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA  
(JUNTA DE ANDALUCÍA)  
DELOITTE&TOUCHE  
D.G. INVESTIGACIÓN C.A. MADRID  
ELIOP  
ENDESA  
ENRESA  
ERICSSON  
FREIXENET  
FUNDACIÓ CATALANA PER A LA RECERCA  
FUNDACIÓN VODAFONE  
FUNDACIÓN AUNA  
FUNDACIÓN BANCO BILBAO-VIZCAYA  
ARGENTARIA  
FUNDACIÓN BARRIÉ DE LAMAZA  
FUNDACIÓN CAMPOLLANO  
FUNDACIÓN FOCUS-ABENGOA  
FUNDACIÓN IBIT  
FUNDACIÓN LILLY  
FUNDACIÓN RAMÓN ARECES  
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA  
FUNDECYT(EXTREMADURA)  
GLAXOSMITHKLINE  
GRUPO ANTOLÍN IRAUSA  
GRUPO DRAGADOS  
GRUPO DURO FELGUERA  
GRUPO LECHE PASCUAL  
GRUPO PRISA  
GRUPO SPRI  
HIDROELÉCTRICA DEL CANTÁBRICO  
HISPASAT  
IBERDROLA  
IBERIA  
IBM  
IMADE  
IMPIVA  
INDRA  
INSTITUTO DE DESARROLLO ECONÓMICO  
DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS  
INSTITUTO DE FOMENTO DE LA REGIÓN  
DE MURCIA  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ARAGÓN  
MERCAPITAL  
NECSO  
OHL  
PATENTES TALGO  
REPSOLYPF  
SANTANDER CENTRAL HISPANO  
SECRETARÍA XERAL DE INVESTIGACIÓN  
E DESENVOLVIMENTO (GALICIA)  
SEPE  
SOCINTEC  
SODERCAN (CANTABRIA)  
SOFESA (CANARIAS)  
TECNALIA  
TÉCNICAS REUNIDAS  
TELEFÓNICA  
UNIÓN FENOSA  
ZELTIA