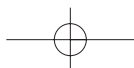
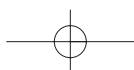
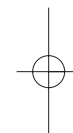


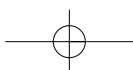
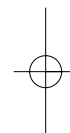
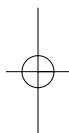
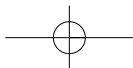
**1**  
**SECTOR**  
**LÁCTEO**

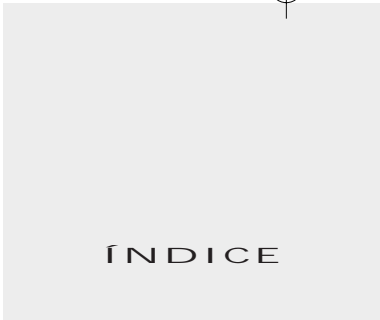




DOCUMENTOS  
COTEC SOBRE  
NECESIDADES  
TECNOLÓGICAS







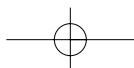
**1. Presentación.....5**

**2. El sector lácteo español. Proceso de integración en Europa ..... 9**  
 Las grandes cifras del sector .....11  
 El proceso de integración en Europa.....12

**3. Amenazas tecnológicas de la industria láctea española ..... 15**  
 Mejora de los productos tradicionales y de los procesos tecnológicos convencionales.....15  
 • Leche pasteurizada .....15  
 • Leche UHT.....16  
 • Queso .....16  
 Desarrollo de nuevos productos y nuevos procesos.....17  
 • Leches fermentadas .....17  
 • Queso .....17  
 Aprovechamiento de subproductos .....18

**4. Las principales líneas de I+D lácteo para la competitividad del sector ..... 19**  
 Mejora de los tratamientos térmicos de la leche .....19  
 Mejora de los procesos de elaboración de queso .....20  
 • Rendimiento .....21  
 • Enzimas coagulantes.....21  
 • Cultivos iniciadores .....22  
 • Congelación de cuajadas.....22  
 • Aceleración de la maduración del queso .....23  
 • Utilización de procesos de membrana .....24  
 • Quesos con bajo contenido en grasa .....24  
 Leches fermentadas .....25  
 Productos bajos en colesterol .....25  
 Aprovechamiento de subproductos .....26

Control de calidad .....	26
• Materias primas.....	27
• Procesos .....	27
• Productos elaborados.....	28
- Detección en la leche de suero de quesería .....	28
- Detección en quesos de mezclas de leche.....	29
- Detección de caseinatos añadidos a la leche para la elaboración de quesos .....	30
<b>5. La investigación láctea en España .....</b>	<b>31</b>
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).....	32
• Instituto de Productos Lácteos.....	32
• Instituto de Fermentaciones Industriales.....	34
• Instituto del Frío .....	35
• Instituto de Productos Lácteos de Asturias.....	37
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) .....	38
• Centro de Investigación y Tecnología .....	38
• Servicio de Investigación Agraria de Cantabria .....	39
• Servicio de Investigación Agraria de Extremadura .....	40
• Servicio de Investigación Agraria de Galicia .....	40
Centros y Departamentos Universitarios .....	41
• Universidad Autónoma de Barcelona .....	41
• Universidad de Cantabria.....	41
• Universidad de Córdoba .....	42
• Universidad de Extremadura .....	43
• Universidad de Granada .....	43
• Universidad de León .....	44
• Universidad Complutense de Madrid .....	44
• Universidad de Oviedo .....	45
• Universidad de las Palmas de Gran Canaria .....	46
• Universidad de Valencia.....	47
• Universidad de Zaragoza.....	47



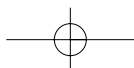
La Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica organiza regularmente Sesiones de Identificación de Necesidades de Tecnología, en línea con su objetivo de contribuir al desarrollo tecnológico del sistema productivo español.

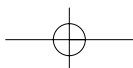
Estas Sesiones tienen como finalidad concreta conocer las amenazas y las oportunidades de índole tecnológica con que se enfrenta una actividad empresarial determinada, así como las vías de Investigación y Desarrollo que permitirían afrontarlas.

En ellas, la Fundación COTEC reúne a un reducido número de expertos empresariales e investigadores de centros públicos especialmente cualificados, para que analicen la situación tecnológica del sector, e identifiquen sus necesidades tecnológicas más perentorias para hacer frente a las exigencias del mercado, tanto las actuales como las previsibles en el horizonte de un futuro próximo. Asimismo, el conocimiento que unos y otros tienen de la comunidad científica española les faculta para inventariar la capacidad de I+D que puede incidir sobre el sector.

En esta ocasión, la Fundación COTEC ofrece el resultado de la Sesión dedicada al Sector Lácteo, que tuvo lugar en la sede de Santander de la Universidad Menéndez Pelayo, el día 22 de junio de 1992, uno de los días en los que estaba desarrollándose un Curso sobre Tecnología de los Alimentos.

La preparación de la Sesión ha corrido a cargo de un equipo



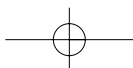
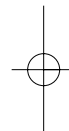
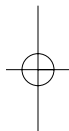


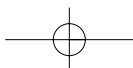
de investigadores coordinado por la doctora Manuela Juárez, que participó en la reunión y tomó parte en el debate.

La Fundación COTEC quiere dejar constancia de su agradecimiento a estos investigadores y a los expertos empresariales que también participaron en la Sesión, sin cuyas numerosas aportaciones este Documento no hubiera podido tener su actual enfoque.

La colaboración de D. Miguel Ángel Vázquez de Prada ha hecho posible incluir el capítulo II sobre los principales aspectos económicos del Sector, que refuerza el sentido empresarial del Documento.

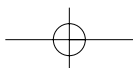
Finalmente, la Fundación COTEC quiere dejar también constancia de su agradecimiento a la Universidad Menéndez Pelayo por haber albergado en sus locales la Sesión y por todas las facilidades que dió para su éxito.



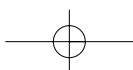
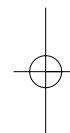
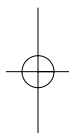
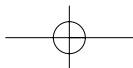


### **Participantes en la Sesión COTEC sobre el Sector Lácteo**

- Antonio Alcolado  
Director de I+D de LECHE PASCUAL
- Pedro Casado  
Director de I+D de LACTARIA ESPAÑOLA
- Jorge Jordana  
Secretario de la FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE INDUSTRIAS  
DE LA ALIMENTACIÓN Y BEBIDAS
- Manuela Juárez  
Profesora de Investigación del INSTITUTO DEL FRÍO (CSIC)
- Manuel Mancha  
Profesor de Investigación del INSTITUTO DE LA GRASA  
(CSIC)
- Federico Morais  
Director de I+D de FRIXIA
- Manuel Núñez  
Jefe del Departamento de Producción y Tecnología de  
Alimentos del INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
Y TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA
- Agustín Olano  
Profesor de Investigación del INSTITUTO DE  
FERMENTACIONES INDUSTRIALES (CSIC)
- María Ramírez  
Investigadora de PULEVA-UNIASA
- Mercedes Ramos  
Profesora de Investigación del INSTITUTO DE  
FERMENTACIONES INDUSTRIALES (CSIC)







# 2

## EL SECTOR LÁCTEO ESPAÑOL. PROCESO DE INTEGRACIÓN EN EUROPA <sup>(1)</sup>

El desarrollo del Sector Lácteo español comenzó a hacerse patente en la segunda mitad de la década de los años cincuenta, y la industria láctea vivió un fuerte desarrollo a lo largo de los años sesenta y parte de los setenta. Este desarrollo se produce, precisamente, coincidiendo con el despegue económico y social de nuestro país, que propició un espectacular crecimiento de la demanda, atendida gracias a un fuerte incremento de la producción. Este proceso tiene lugar en un mercado intervenido por el Estado, quien fijaba los precios a aplicar a los productores de leche y los de venta al público de las leches de consumo, y todo ello con las fronteras prácticamente cerradas a la posibilidad de que entraran productos lácteos fabricados en el exterior, cuya circulación estaba regulada en régimen de Comercio de Estado.

Esta situación se mantuvo hasta nuestra entrada en la Comunidad Europea en el año 1986. Hasta entonces, el sector industrial había adquirido un fuerte nivel de implantación, consolidación y diversificación, pero en un mercado cerrado y muy protegido, en el que no había habido oportunidad de competir con otros productos procedentes de otros países. Asimismo no había necesidad de abrir mercados en el exterior, dado que toda la leche que se producía en

---

**(1)** El autor de este capítulo es Miguel A. Vázquez de Prada, Ingeniero Agrónomo.

nuestro país se destinaba al consumo interno, salvo algunos excedentes coyunturales que, transformados en polvo y mantequilla, se podían almacenar con ayuda del Estado hasta poderlos consumir o exportar.

En estas condiciones, todos los analistas pronosticaban que nuestra entrada en la CE sería dura al encontrarnos inmersos en un mercado muy competitivo y con grandes cotas de eficacia, ganadas a costa de una Política Agraria Común (PAC) que durante muchos años propició una producción láctea con fuertes ayudas a los precios y garantía de compra de toda la leche producida. Todo ello derivó en la construcción de una Europa con un Sector Lácteo muy competitivo, pero al mismo tiempo muy excedentario.

**Tabla I**  
**Evolución del consumo de leche y productos lácteos**

	Leches líquidas	Yogures y leches fermentadas	Nata	Otros productos lácteos frescos	Leches concentradas	En polvo	Mantequilla	Quesos
1966	71,0	1,2	0,07	s.d.	s.d.	s.d.	0,3	2,1
1976	90,3	3,4	0,10	0,7	s.d.	0,8	0,3	3,4
1980	90,5	6,0	0,17	1,3	3,3	1,1	0,5	3,9
1981	90,9	6,1	0,12	1,8	3,1	0,7	0,6	3,8
1983	98,7	6,8	0,14	1,6	2,8	1,0	0,7	3,7
1984	108,2	6,0	0,17	2,2	2,6	1,0	0,4	4,2
1985	113,8	5,5	0,24	3,0	1,6	1,0	0,5	4,9
1986	108,1	6,9	0,28	4,1	1,6	1,2	0,4	5,1
1987	105,3	7,3	0,31	4,3	1,4	0,7	0,5	5,5
1988	105,2	7,9	0,36	4,6	1,3	0,8	0,6	6,0
1989	105,0	8,0	0,33	4,8	1,2	0,9	0,6	6,4
1990	104,0	8,1	0,35	4,9	0,9	0,8	0,5	6,8
1991	105,0	8,3	0,36	4,9	0,8	0,7	0,5	7,0

Fuente: FIL-IDF.

### en España (Kg. por habitante y año)

Actualmente, el Sector Lácteo español integra un importante tejido económico y social, que tiende al 12,5 % del gasto total en alimentación de los españoles, y que ha sido testigo de un continuo aumento en el consumo de productos lácteos como demuestra la Tabla I. Se estima que, actualmente, el 15 % del total vendido por la Gran Distribución en Alimentación corresponde a este tipo de productos.

### LAS GRANDES CIFRAS DEL SECTOR

La Tabla II muestra las características de la producción española de leche de vaca, comparándola con las cifras equivalentes de toda la Comunidad Europea (CE), excluida España.

	ESPAÑA	CE-11
Producción total (x10 <sup>6</sup> litros)	7.300	107.000
Entrega a industrias (x10 <sup>6</sup> litros)	6.000	97.725
% Entrega a industrias	82,2 %	91,3 %
Nº de vacas lecheras (x10 <sup>3</sup> )	1.780	22.900
Nº de explotaciones (x10 <sup>3</sup> )	205	1.060
Rendimiento/vaca (litros/año)	4.100	4.670
Nº de vacas/explotación	8,6	21,6
Rendimiento/explotación (litros/año)	35.600	101.000

#### Tabla II Producción de leche de vaca

La Industria Láctea española, que dispone de 490 establecimientos, trata, como indica la Tabla II, el 82,2 % del total de leche de vaca producida, es decir, unos 6 mil millones de litros anuales. Este sector industrial emplea a más de 21.500 personas para facturar un total de 650 mil millones de

pesetas, situándose su valor añadido entre el 19 y el 20 % de su cifra de ventas.

La Industria española atiende actualmente al 93 % del consumo total interior, que supone 8.600 millones de kilogramos de leche equivalente.

La Tabla III presenta la importancia económica relativa de las diferentes líneas de productos consumidos en el mercado español, que llegan al consumidor en un 82 % a través de la Gran Distribución, y sólo en un 18 % mediante el Comercio Tradicional.

Leches de consumo	40,0 %
Quesos	22,0 %
Productos lácteos frescos	19,0 %
Otros productos lácteos	10,0 %
Leches conservadas	5,0 %
Mantequilla	4,0 %
TOTAL	100,0 %

**Tabla III**  
**Comercialización de leche**  
**EL PROCESO DE INTEGRACIÓN**  
**EN EUROPA**

España entra en el Mercado Común justo en el momento en que la producción láctea comunitaria se somete a todo tipo de restricciones, por el problema financiero a que se ve sometida la CE-10 ante los grandes stocks intervenidos de leche en polvo y mantequilla que no tienen salida.

A nivel comunitario se imponen cuotas de producción de leche, se reducen las ayudas a la mejora de la productividad, etc. A pesar de todo ello, y a pesar de la insuficiente cuota de producción asignada a España, todos los pronósticos de

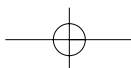
dificultades que se esperaban quedaron de momento en el cajón, ya que no le pudo ir mejor al Sector Lácteo español en los años siguientes a la adhesión (1987, 1988 y parte de 1989). Los ganaderos cobraban precios jamás esperados por su leche, y la coyuntura del mercado comunitario, debido al accidente de Chernobil, propició que nuestra leche en polvo y nuestra mantequilla se pagara a precios elevadísimos. Todo ello fué el incentivo que provocó un fuerte incremento de la producción láctea y la implantación de explotaciones modernas bien dotadas y con elevada productividad.

En definitiva, se inició una auténtica reestructuración del sector, pero a costa de un crecimiento de la producción y, por tanto, incumpliendo las restricciones impuestas por la CE mediante las cuotas. El espejismo tenía que terminar, y así ocurrió al estabilizarse la situación del mercado internacional y al presionar las instituciones comunitarias a las autoridades españolas para no mantener por más tiempo el incumplimiento de la cuota.

Durante el período transitorio recogido en el Tratado de Adhesión, se ha podido contar con ciertos mecanismos de protección de los precios interiores (mediante la aplicación de Montantes Compensatorios de Adhesión) y de nuestro mercado (mediante contingenciación de las importaciones MCI).

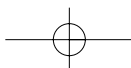
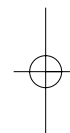
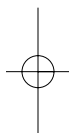
A partir de 1993, nuestro sector se encontrará totalmente integrado en el Mercado Interior, sin ningún tipo de protección, y con un plan de reordenación a la vista que va a suponer una sustancial rebaja de su producción para ajustarse a lo establecido por la CE.

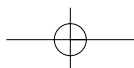
Nos encontramos, pues, ante el inicio de una nueva etapa, en la que sin duda se va a producir un nuevo ordenamiento industrial y comercial, no sólo a nivel comunitario, como consecuencia de la entrada en vigor del Mercado Unico, sino también a nivel mundial, ante la liberalización del comercio y la eliminación de las barreras técnicas y subvenciones existentes que se está negociando en el marco de la Ronda Uruguay del GATT, que parece que está a punto de ultimarse en un acuerdo suscrito por todas las partes implicadas.



Ante estas perspectivas, y valorando la importancia estratégica del sector lácteo desde el punto de vista económico y social, es necesario que consiga consolidarse definitivamente en los próximos años. Los esfuerzos no serán pocos, pues en algunos aspectos, nuestra desventaja competitiva es manifiesta y, sobre todo, por lo que se refiere a los elevados gastos financieros que la actividad empresarial ha de soportar como consecuencia del mayor costo del dinero en nuestro país.

No obstante, a lo largo de los últimos diez años se ha venido demostrando que nuestros empresarios lácteos tienen suficiente capacidad de superación y dosis imaginativa como para hacer posible el pronóstico de que en el marco del nuevo ordenamiento industrial y comercial que imperará con la entrada en vigor del Mercado Único, el sector lácteo seguirá ocupando, seguramente, el lugar predominante que le corresponde en el tejido económico y social de nuestro país.





# 3

## AMENAZAS TECNOLÓGICAS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA ESPAÑOLA

Dada la competencia que supone la entrada en vigor del mercado único europeo en 1993, la industria láctea española deberá hacer frente a una serie de retos tecnológicos. Estos retos se pueden agrupar bajo tres epígrafes:

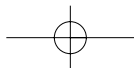
- Mejora de los productos lácteos tradicionales y de los procesos tecnológicos convencionales.
- Desarrollo de nuevos productos y nuevos procesos.
- Aprovechamiento de subproductos.

En las páginas siguientes se tratan estos retos tecnológicos y se indican las posibles vías de solución a la problemática planteada.

### **MEJORA DE LOS PRODUCTOS TRADICIONALES Y DE LOS PROCESOS TECNOLÓGICOS CONVENCIONALES**

#### **Leche pasterizada**

La vida comercial de la leche pasterizada en España es actualmente de unos cinco días, siempre que se mantenga a temperaturas de refrigeración. Por el contrario, existe la tendencia en algunos países de la CE a producir leche pasterizada de larga duración (10-15 días). Esta leche de vida





comercial más larga podría llegar a desplazar de los puntos de venta a las leches pasterizadas españolas de vida más reducida.

Como posibles vías de solución se apuntan las siguientes:

- Mejora de la calidad bacteriológica de la materia prima.
- Mejora de la eficiencia bactericida del proceso tecnológico y de la asepsia del proceso de envasado.
- Utilización de procesos de membrana.

### **Leche UHT**

La leche UHT que se produce en España está con frecuencia sometida a tratamientos térmicos más enérgicos que los habitualmente recomendados, debido a la deficiente calidad bacteriológica de la materia prima. Sin embargo, este sobrecalentamiento no siempre resulta suficiente para evitar las alteraciones de la leche UHT durante su almacenamiento. Por el contrario, repercute negativamente en la duración de la vida comercial y en las características del producto final, si se lo compara con la leche UHT procedente de otros países de la CE.

Como posibles vías de solución se apuntan las siguientes:

- Mejora de la calidad bacteriológica de la materia prima.
- Selección de la materia prima mediante técnicas analíticas específicas.
- Optimización del proceso UHT, consiguiendo la máxima letalidad microbiana y la mínima alteración de las características sensoriales y nutricionales del producto final.

### **Queso**

En nuestro país se producen un gran número de variedades de queso con características organolépticas muy apreciadas. Este es uno de los subsectores con mayores posibilidades de expansión, habida cuenta de que el consumo per cápita de queso en España (6-7 kg/año) es sensiblemente inferior al de otros países de la CE. Para incrementar dicho consumo resulta imprescindible estandarizar la calidad y subsanar la

problemática de la estacionalidad de algunas variedades, en especial de las elaboradas con leche de oveja y leche de cabra.

Como posibles vías de solución se apuntan las siguientes:

- Selección de cultivos iniciadores y de enzimas coagulantes idóneos para cada variedad.
- Optimización de los procesos de fabricación y maduración, a fin de garantizar la calidad del producto final.
- Estudio de las condiciones de congelación y conservación en el estado congelado de cuajadas o quesos frescos, para su posterior empleo en los períodos de baja producción.

## **DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS Y NUEVOS PROCESOS**

### **Leches fermentadas**

En el mercado europeo existe una gran diversidad de leches fermentadas, tanto por su composición como por los microorganismos responsables de la fermentación. El suministro por la industria láctea nacional al consumidor español de una oferta comparable a la ya existente en otros países es imprescindible, si se pretende elevar el consumo per cápita de este tipo de productos y, simultáneamente, defender la cuota de mercado de la industria nacional.

Como posibles vías de solución se apuntan las siguientes:

- Aplicaciones específicas de técnicas de membrana.
- Utilización de leches de oveja y cabra como materia prima.
- Desarrollo de nuevas leches fermentadas mediante el empleo de diferentes microorganismos.

### **Queso**

Entre los retos que tiene planteados este subsector y que, al menos en parte, pueden ser resueltos mediante el desarrollo de nuevos productos y de nuevos procesos, se encuentran la diversificación de la oferta de variedades de queso, la

respuesta a la demanda de grupos poblacionales, con requerimientos nutricionales específicos, y la disminución de los costes de producción.

Como posibles vías de solución se apuntan las siguientes:

- Desarrollo de nuevas variedades de queso, utilizando fundamentalmente leches de oveja y cabra.
- Desarrollo de quesos con bajo contenido en grasa, colesterol, sal, etc.
- Utilización de técnicas de membrana en elaboración de queso, a fin de conseguir un mejor aprovechamiento de los componentes de la leche.
- Aceleración del proceso de maduración, con la consiguiente repercusión positiva sobre los costes de instalaciones y financieros.

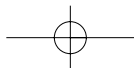
## **APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS**

Otros dos grandes retos de la industria láctea son la disminución de los vertidos contaminantes, en cumplimiento de las disposiciones legales de protección del medio ambiente, y la revalorización de subproductos tales como el suero de quesería, que puede ser empleado como materia prima para la obtención de fracciones de interés alimentario y farmacéutico.

Como posibles vías de solución se apuntan las siguientes:

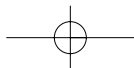
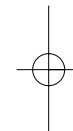
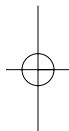
- Fraccionamiento de los subproductos mediante técnicas de membrana.
- Obtención de nuevos compuestos por transformaciones enzimáticas, químicas o microbiológicas.

El desarrollo de nuevas técnicas analíticas para el control de la materia prima, de los procesos y del producto terminado será frecuentemente necesario para abordar las vías de solución propuestas en los apartados anteriores.



# 4

**LAS  
PRINCIPALES  
LÍNEAS DE I+D  
LÁCTEO PARA  
LA COMPETITI-  
VIDAD DEL  
SECTOR**



## MEJORA DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LA LECHE

Dado el efecto negativo de la deficiente calidad microbiológica de la leche cruda sobre las características sensoriales y la calidad de conservación del producto final, resulta necesario el estudio de los parámetros temperatura y tiempo en los tratamientos UHT directo o indirecto, a fin de emplear la combinación que permita obtener productos con las mejores características nutricionales y sensoriales. El empleo de condiciones óptimas de proceso y de técnicas analíticas rápidas para estimar el grado de tratamiento térmico de la leche y las modificaciones durante la conservación permitirá mejorar y controlar eficazmente este tipo de productos.

Existen distintos indicadores químicos de la intensidad del tratamiento térmico que pueden aplicarse al estudio de los procesos empleados en la industria. En un futuro inmediato, la CE establecerá límites para dichos indicadores en los diferentes tipos de leches procesadas térmicamente. Posiblemente, el contenido en lactulosa y la desnaturalización de las seroproteínas sean los procedimientos más adecuados para la estimación de la intensidad del tratamiento aplicado a la leche.

La diversificación de los procesos de pasteurización de la leche da lugar a productos de diferentes características, tal y como ocurre en el caso de las leches UHT, y sería de interés el poder diferenciar los distintos tipos de leche pasteurizada que se comercializan en la actualidad. La Federación Internacional de Lechería está interesada en definir unas condiciones límites para la pasteurización con el fin de proteger este tipo de producto.

De igual modo, la calidad de la leche en polvo depende no sólo de la materia prima empleada, también el tratamiento térmico va a influir en la calidad del producto final. La puesta a punto de métodos que permitan estimar la calidad de la leche en polvo producida permitiría diferenciar entre leches en polvo de tratamiento térmico alto, medio, bajo y extra-bajo.

Respecto al problema del deterioro de la leche UHT durante el

período de vida útil, se sabe que la actividad proteolítica residual tanto de las proteinasas nativas de la leche como de las de origen microbiano es una de las causas de la aparición de sabores extraños, así como de pérdida de estabilidad.

El desarrollo de métodos de análisis por HPLC permite detectar los distintos péptidos que pueden originarse durante la conservación de la leche UHT. De ese modo, sería posible diferenciar la acción proteolítica de la plasmina residual de la acción de las proteinasas de origen microbiano. Con una metodología adecuada sería posible conocer las causas del deterioro de una leche UHT (calentamiento insuficiente, carga microbiana excesiva en la leche cruda de partida, etc.).

El análisis de los péptidos en la leche UHT recién procesada podría ser utilizado como indicador del riesgo al deterioro durante la conservación de dicha leche.

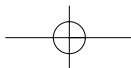
## **MEJORA DE LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE QUESO**

El queso maduro se origina por una interacción compleja de procesos químicos, bioquímicos y microbiológicos. En los últimos años se ha avanzado de forma importante en los aspectos de conocimiento científico fundamental. A continuación se citan algunos puntos de interés tecnológico en los que debería profundizar la investigación en un futuro:

### **Rendimiento**

El rendimiento quesero se ve afectado por un gran número de factores: composición y tratamiento térmico de la leche, variantes genéticas de las proteínas, aptitud tecnológica de los diferentes tipos de leche, parámetros de fabricación, etc. Es de gran importancia el incremento del rendimiento quesero con el objeto de abaratar el coste del producto elaborado.

En esta línea sería interesante estudiar, sobre todo en quesos



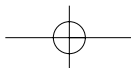
de oveja, el efecto que las variantes genéticas tienen en el rendimiento y la aptitud a la coagulación. Otros temas de interés serían el efecto sobre el rendimiento de la relación caseína/proteína de suero, así como los parámetros de fabricación, utilización de enzimas, ultrafiltración, etc.

### **Enzimas coagulantes**

El proceso de fabricación del queso comprende dos fases principales: preparación de la cuajada y maduración. Las enzimas coagulantes de la leche contribuyen de forma destacada a la proteólisis en las primeras etapas del proceso. La quimosina extraída del estómago de terneros ha sido la más usada. Debido al aumento de la producción de queso, en los últimos años ha habido escasez de cuajos y, por tanto, necesidad de buscar enzimas coagulantes de otros orígenes. Recientemente se ha obtenido, por técnicas de DNA recombinante, quimosina de las mismas características que la obtenida del estómago de terneros. Aunque hay algunos estudios sobre la aplicación del cuajo obtenido por ingeniería genética en la fabricación de algunas variedades de queso, sería necesario ampliar estos estudios a otras variedades. La utilización de pastas de cuajo animal con esterasas pregástricas de actividad lipolítica contrastada, o de extractos vegetales con propiedad coagulante y actividad proteolítica controlada, contribuiría a normalizar aquellas variedades de queso que emplean este tipo de coagulantes.

### **Cultivos iniciadores**

Aunque las características que presenta una determinada variedad de queso dependen de numerosos factores, la flora microbiana juega un papel primordial. La pasterización de la leche utilizada para elaborar quesos, con un período de maduración inferior a dos meses, es imprescindible para eliminar el riesgo potencial, debido a la presencia de gérmenes patógenos. La utilización de cultivos iniciadores específicos restablece la flora natural, y permite la producción normalizada de quesos. El desarrollo de estos fermentos, a



partir de cultivos obtenidos de quesos artesanales autóctonos, es decisivo para obtener productos con características organolépticas óptimas.

La producción de cultivos iniciadores con actividades acidificante, proteolítica y lipolítica, modificadas por técnicas de ingeniería genética o por otros procedimientos, permitiría obtener productos con tiempos de maduración más cortos y características organolépticas distintas de las convencionales, en función de demandas específicas.

En línea con la mejora de la calidad higiénica de los quesos de leche cruda, cabe incluir estudios sobre los factores responsables de que aparezcan, en algunas variedades de queso, bacterias patógenas tolerantes al frío y microorganismos capaces de producir compuestos tóxicos tales como amins biógenas y micotoxinas.

La calidad higiénico-sanitaria del queso se puede mejorar mediante la obtención de fermentos con actividad inhibitoria frente a patógenos. Las bacterias lácticas producen sustancias inhibitoras de naturaleza proteica conocidas como bacteriocinas. Investigaciones en esta área serían de gran interés para la fabricación de quesos a partir de leche cruda.

### **Congelación de cuajadas**

La utilización de procesos de congelación de cuajadas o quesos frescos permite la regulación del mercado de quesos de oveja y cabra, cuya materia prima tiene producción estacional y, por tanto, grandes oscilaciones entre los meses de invierno y verano. El empleo de la congelación requiere someter a estudio cada variedad concreta de queso para conocer las condiciones óptimas de proceso y el tiempo máximo de conservación, así como el efecto de la congelación sobre las características finales del producto.

### **Aceleración de la maduración del queso**

La maduración del queso es un proceso lento, costoso y no siempre totalmente controlado, por lo que existe un gran interés económico en acelerarlo. La producción en tiempos



más cortos de quesos con adecuadas propiedades de sabor, aroma y textura no sólo contribuiría a reducir el precio final del producto, sino que, además, permitiría a la industria atender a una demanda constante a lo largo del año.

Por otra parte, los procedimientos encaminados a acelerar la maduración del queso se están aplicando con éxito a la fabricación de nuevos productos tales como los quesos con bajo contenido en grasa, que no llegan a desarrollar las características organolépticas típicas de los elaborados a partir de leche entera.

Entre los métodos utilizados para acelerar la maduración del queso se encuentran la elevación de la temperatura de maduración, la adición de enzimas, el empleo de fermentos lácticos modificados y la utilización de preparados con elevado contenido enzimático. El propósito fundamental en todos los casos ha sido incrementar el nivel de las enzimas clave, o hacer más favorables para su actividad las condiciones en las que operan.

Aunque se han conseguido buenos resultados con diferentes enzimas, la incorporación de las mismas a la cuajada sigue planteando problemas, a pesar de la utilización de técnicas de encapsulación. Las técnicas de encapsulación de enzimas presentan el problema de bajos rendimientos, lo que limita la aplicación industrial de este procedimiento. Son necesarios estudios básicos para resolver este problema.

Mediante la modificación genética de microorganismos es como se espera conseguir los mejores resultados para acelerar y controlar la maduración del queso. En esta línea sería interesante obtener cultivos resistentes a fagos con una elevada actividad exopeptidásica y gran capacidad de lisis.

### **Utilización de procesos de membrana**

La fabricación de quesos, a partir de la leche previamente concentrada por ultrafiltración (UF), tiene la ventaja de incorporar las proteínas del suero a la cuajada y, por tanto, de aumentar el rendimiento de una fácil automatización del proceso, y de una disminución considerable en los volúmenes de suero y en la cantidad de cuajo y fermento a utilizar. Las condiciones están bien estudiadas en quesos frescos y blandos

con periodos cortos de maduración. La aplicación de la ultrafiltración a la elaboración de quesos duros presenta problemas aún no resueltos, sobre todo por la aparición de alteraciones en la consistencia y en las características sensoriales.

Recientemente se ha empezado a utilizar la microfiltración para eliminar la flora microbiana presente en la leche destinada a la elaboración de queso. No obstante, para elaborar determinados tipos de queso mediante este proceso es necesario utilizar cultivos iniciadores que incluyan también la flora secundaria separada igualmente en la microfiltración.

### **Quesos con bajo contenido en grasa**

El contenido en grasa del queso contribuye de forma importante a la textura, sabor y aroma del mismo. Entre los problemas que presentan los quesos con bajo contenido en grasa se encuentran la falta de sabor y una textura inadecuada. Para resolver este problema se han empleado técnicas como la homogeneización de la leche, con la consiguiente pérdida de rendimiento y la utilización de enzimas que tienen el inconveniente de que pueden dar lugar a un sabor amargo. Sería de gran interés el disponer de cultivos iniciadores con una fuerte actividad peptidolítica, que diesen lugar a productos con sabor y textura similares a los de contenido en grasa normal.

Resultan, pues, de gran interés las investigaciones en el campo de la selección y modificación de los microorganismos para su utilización en quesos de bajo contenido en grasa.

### **LECHES FERMENTADAS**

La sustitución de la leche en polvo, utilizada tradicionalmente para aumentar el contenido en sólidos de la leche, por leche concentrada por ultrafiltración ha dado en general buenos resultados para la fabricación de yogur. Los estudios en esta línea, junto a ensayos de conservación en diferentes condiciones, podrían ampliar el abanico de posibilidades y permitir la mejora de los productos.

Asimismo, los ensayos con microorganismos "acidophilus" y "bifidus", utilizados junto a los fermentos tradicionales, permitirían diversificar los productos y conseguir leches fermentadas con determinadas propiedades dietéticas. Por otra parte, la adaptación de procesos de elaboración de distintos tipos de leches fermentadas aún no comercializadas en España, tales como kefir o koumiss, ampliaría la oferta de productos lácteos fermentados.

### **PRODUCTOS BAJOS EN COLESTEROL**

Recientemente se han obtenido resultados positivos en la reducción del contenido en colesterol de la grasa láctea mediante procedimientos de extracción o enzimáticos. Estudios en esta línea son de indudable interés para desarrollos futuros. La utilización de ciclodextrinas libres, capaces de formar con el colesterol complejos insolubles que pueden ser eliminados por centrifugación, o el desarrollo de procedimientos de inmovilización de ciclodextrinas, mediante unión a un soporte sólido para su utilización en flujo continuo, ya han sido ensayados experimentalmente y su viabilidad para diversos usos industriales es uno de los temas objeto de mayor interés en diferentes países.

Por otra parte, la utilización de CO<sub>2</sub> en estado supercrítico es otra de las tecnologías que mayores posibilidades ofrece para la eliminación del colesterol de la grasa láctea.

### **APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS**

El suero de quesería es quizás el subproducto lácteo cuyo aprovechamiento resulta más interesante, tanto desde el punto de vista económico como por la reducción de los vertidos contaminantes.

Se dispone de la base científica suficiente para abordar los aspectos tecnológicos, también conocidos ya en gran medida.

No obstante, la posibilidad de obtener determinadas fracciones con nutrientes de interés y la fermentación final del permeado para la obtención de ácido láctico, son objetivos que precisan el desarrollo adicional de trabajo de investigación no resuelto en su totalidad.

Existe también suficiente documentación sobre la utilización de suero de quesería para la obtención de diversos compuestos de interés en la industria alimentaria, farmacéutica y química, cuya adaptación a las condiciones de una industria concreta requiere una labor de puesta a punto para la adaptación de los procesos.

Por lo que respecta a los problemas derivados de la eliminación de residuos, hay información suficiente sobre la reducción de la demanda biológica de oxígeno del suero de quesería. Este es un tema a tener en cuenta, ya que las disposiciones legales sobre eliminación de residuos industriales serán cada vez más exigentes.

## **CONTROL DE CALIDAD**

En el sector lácteo, como en cualquiera de las industrias de alimentación, y sobre todo, ante el reto del mercado único en 1993, uno de los objetivos más importantes es obtener productos de calidad constante y controlada. Para lograr ese objetivo es imprescindible el control de materias primas, procesos y productos elaborados, y garantizar así la uniformidad de los productos que llegan al mercado.

### **Materias primas**

En relación con la materia prima, las técnicas analíticas disponibles permiten estimar, por procedimientos automáticos y sencillos, las características de composición y la genuinidad de la misma. Sin embargo, para la industria transformadora de leche sería de gran utilidad poder estimar por métodos simples el nivel de proteasas de bacterias psicotrofas y, atendiendo a este nivel, dirigir la materia prima a la

elaboración de leche pasteurizada o leche UHT, ya que estas proteasas termorresistentes limitan la calidad de conservación de la leche UHT y, en definitiva, su vida comercial útil.

Ensayos previos han demostrado que la determinación por técnicas cromatográficas de los diferentes péptidos que se originan en la leche cruda por acción de las proteasas microbianas, podría ser utilizada como índice de calidad de la leche. Mediante este tipo de estudios es posible diferenciar la acción de las proteasas nativas de la leche de la proteólisis causada por contaminación microbiana.

Por lo que respecta a la leche de cabra, desde que el sistema de cuotas para la leche de vaca se introdujo en los países de la CE, la leche de cabra es una de las mejores alternativas para la producción de leche líquida higienizada. Algunos países comunitarios han mostrado ya su interés en esta dirección. En la actualidad se centra la atención en la adquisición de suficiente información relacionada con el tratamiento térmico de la leche de cabra, lo que permitiría un desarrollo de la tecnología adecuada para este tipo de leche. En este sentido, podría abordarse el estudio de los parámetros de composición de la materia prima que inciden en la mayor inestabilidad a los tratamientos térmicos de la leche de cabra respecto a la de vaca.

### **Procesos**

En cuanto al control de procesos, destaca el interés por el estudio de técnicas analíticas asequibles a nivel industrial para estimar el grado de tratamiento térmico de la leche. Estas mismas técnicas serían válidas para la posible detección de leche reconstituida en leche UHT.

### **Productos elaborados**

En el control sistematizado de productos lácteos elaborados se ha avanzado de forma importante en los últimos años. No obstante, hay una serie de temas no resueltos de posible interés para los organismos responsables del control de los productos comercializados.

### *Detección en la leche de suero de quesería*

La legislación de la mayoría de los países estipula que la leche no debe contener sólidos procedentes de suero de quesería o de mazada. El bajo precio de estos productos, el hecho de que no posean sabor, y la analogía de su composición con la de la leche posibilitan su utilización para abaratar el precio de las leches de consumo.

Existen importantes diferencias entre la composición del suero de quesería y la de los sólidos lácteos no grasos, pero también considerables variaciones dentro de estos productos. Algunos índices que pueden emplearse en su diferenciación son la determinación del contenido en proteína, en ácido láctico, la relación de proteína y lactosa, el contenido en cenizas. Una determinación más precisa se basa en la relación cistina y cisteína. Otros métodos para detectar la presencia de sólidos de suero en leche son la observación microscópica y la determinación del contenido en nitrato.

Todos estos métodos, debido a la natural variación de la composición de la leche, a las modificaciones inducidas por los tratamientos térmicos y a las manipulaciones propias de los procesos, proporcionan ligeras indicaciones, pero nunca pruebas definitivas, incluso cuando se conoce el origen y la fecha de producción. El glicomacropéptido (GMP), por tratarse de un componente específico del suero que debiera estar ausente en la leche, podría ser un excelente indicador de la adición de suero a leche. Sin embargo, cuando este método se ha aplicado a leche UHT, resulta difícil de interpretar debido a la formación de péptidos por la acción no específica de proteinasas termoestables de bacterias psicrotrofas durante el almacenamiento de la leche.

El conocimiento de los mecanismos de formación del glicomacropéptido y la caracterización de los glicomacropéptidos producidos por proteasas o por enzimas coagulantes en leches de diferentes especies permitiría resolver el problema de las adulteraciones de leches en polvo y

líquidas con suero de quesería.

### *Detección en quesos de mezclas de leche*

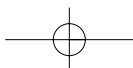
La detección de mezclas de leche de distintas especies tiene especial importancia para la industria elaboradora de quesos de oveja y cabra. El poder determinar el tipo de leche que se ha utilizado en la fabricación de quesos tiene gran interés no sólo para garantizar la genuinidad de los quesos con denominación de origen, sino también en la determinación de los porcentajes de leche en los quesos de mezcla (Ibérico, Mesta, Hispánico). El tema tiene una gran repercusión económica, ya que la CE es excedentaria en quesos, y se han establecido restricciones primando la exportación de quesos fabricados con leche de oveja o cabra.

De los numerosos métodos descritos en la bibliografía, han sido los métodos electroforéticos, basados en el diferente punto isoelectrico de las  $\kappa$ -caseínas y las  $\gamma_2$  caseínas, los más prometedores. Recientemente, la CE ha aprobado un método basado en la detección de las  $\gamma_2$  caseínas en quesos, previo tratamiento con plasmina, para detectar la presencia de leche de vaca en proporción inferior al 1% en quesos de oveja. En España, el método oficial está basado en la diferente movilidad electroforética de las seroproteínas de la leche de diferentes especies.

A pesar de los grandes avances conseguidos, quedan por resolver temas como la cuantificación de las leches de vaca, oveja y cabra en quesos que incluyen en su composición porcentajes fijos de leche de las tres especies, o la determinación de proteínas de suero desnaturalizadas en quesos.

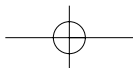
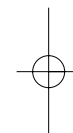
### *Detección de caseinatos añadidos a la leche para elaboración de quesos*

En aquellas variedades de queso en las que la legislación no permita el empleo de caseinatos, presenta el máximo interés disponer de técnicas analíticas para detectar la presencia de caseinatos en queso.



5

LA  
INVESTIGACIÓN  
LÁCTEA EN  
ESPAÑA





Una parte de la investigación láctea en España se realiza por dos Organismos Públicos de Investigación: por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en los Institutos de Fermentaciones Industriales y del Frío de Madrid y en el Instituto de Productos Lácteos de Asturias, y por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), en el Centro de Investigación y Tecnología (CIT) de Madrid y a través de los Servicios de Investigación Agraria de Cantabria, Extremadura y Galicia.

Asimismo, se llevan a cabo también trabajos de investigación sobre temas lácteos en algunos Departamentos de las Facultades de Ciencias, Farmacia y Veterinaria, pertenecientes fundamentalmente a la Universidad Autónoma de Barcelona y a las Universidades de Cantabria, Córdoba, Extremadura, Granada, León, Complutense de Madrid, Oviedo, Las Palmas de Gran Canaria, Valencia y Zaragoza.

Por otra parte, en algunas industrias lácteas se dispone de un Departamento de Investigación y Desarrollo, en general orientado hacia el estudio de problemas de control de calidad y de desarrollo de nuevos productos.

Como cabía esperar, la investigación tecnológica se realiza casi en su totalidad en los Organismos Públicos de Investigación antes citados, que disponen de instalaciones piloto para llevar a cabo los estudios previos a la realización industrial, y en los Departamentos de I+D de las empresas, mientras que los Departamentos Universitarios se ocupan preferentemente de temas de investigación básica.

### **CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)**

En este Organismo la investigación láctea se abordó primero en el Instituto de Productos Lácteos (Arganda del Rey), que fué disuelto en 1979, y posteriormente en los Institutos de Fermentaciones Industriales y del Frío de Madrid. Recientemente se ha creado en Villaviciosa (Asturias) un nuevo Instituto en el

seno del CSIC, el Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA), dedicado exclusivamente a la investigación sobre temas lácteos.

### **Instituto de Productos Lácteos**

La mayor parte de los trabajos realizados en la primera etapa del Instituto de Productos Lácteos (IPL) se pueden considerar de investigación prenormativa. Se centraron, por una parte, en estudios dirigidos a establecer las características e intervalos de composición de productos comercializados (quesos, nata, mantequilla y leches higienizadas de distinto tipo), incluyendo el contenido en elementos minerales, así como el nivel de residuos de pesticidas organoclorados.

Por otra parte, ante la ausencia de datos sobre las características de composición de la leche de vaca, se estudió la influencia de factores genéticos y ambientales sobre la composición de la leche y de su grasa de constitución en las distintas regiones naturales y a lo largo del año.

En la línea de caracterización de quesos, se estudió el Manchego y el Roncal con el objetivo de profundizar en el conocimiento de la tecnología artesanal, con vistas al desarrollo de cultivos iniciadores para optimizar las condiciones de fabricación a nivel industrial.

Otro tema al que se dedicó atención en ese período fué el aprovechamiento del suero de quesería, concretamente mediante la transformación del suero desproteinizado, incidiendo en la búsqueda de nuevas fuentes de utilización de la lactosa.

Otro aspecto abordado en el IPL fué el relativo a las propiedades físicas de la leche y los productos lácteos, de interés para reemplazar criterios empíricos por datos experimentales en los trabajos de ingeniería de equipo y el control de procesos. Así, se estudiaron propiedades térmicas y propiedades de flujo –dilatometría, capacidad calorífica, viscosidad, expansión térmica, conductividad térmica y eléctrica– en distintos tipos de leche y sus concentrados, así como en concentrados de suero obtenidos por ósmosis inversa y ultrafiltración.

Por último, en el campo analítico se estudió la exactitud y precisión de distintos equipos instrumentales utilizados para la determinación automatizada de los componentes de la leche, grasa, proteínas, azúcares y sólidos totales. Asimismo, se desarrollaron métodos de análisis para detectar posibles adulteraciones en leche y productos lácteos, tales como la presencia de grasas transesterificadas en la grasa de leche, o de leche en polvo reconstituida en leche líquida.

#### *Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en el Instituto de Productos Lácteos*

En resumen, las principales líneas de investigación desarrolladas en el Instituto de productos Lácteos son las siguientes:

- Características de composición de leche pasteurizada, leche condensada y leche esterilizada.
- Características de composición de mantequilla, nata, yogur y quesos.
- Niveles de elementos minerales en leche y productos lácteos.
- Pesticidas organoclorados en productos lácteos comercializados.
- Caracterización de quesos Manchego y Roncal: características de composición, cambios durante la maduración y flora microbiana.
- Aprovechamiento de suero de quesería: utilización de la lactosa.
- Propiedades físicas de la leche y leche concentrada: propiedades térmicas y propiedades de flujo.

#### **Instituto de Fermentaciones Industriales**

En este Instituto se inició la investigación en productos lácteos hacia 1979, coincidiendo con la incorporación de investigadores del IPL.

Se continuaron abordando trabajos de caracterización de quesos y de desarrollo de cultivos iniciadores, realizándose estudios sobre los quesos Manchegos, de Burgos, de Villalón,

de Mahón y de Gamonedo, siempre con el objetivo de optimizar el proceso tecnológico del queso industrializado. Se han realizado, asimismo, estudios en queso Manchego para acelerar la maduración mediante la adición de enzimas. Se colaboró en los trabajos desarrollados en el Instituto del Frío sobre queso de Cabrales y quesos de cabra, que se mencionarán más adelante.

Actualmente, y dentro de la mejora de los quesos de oveja y cabra, se están estudiando las variantes genéticas de las proteínas de leche de oveja y la incidencia de las mismas en la aptitud tecnológica de la leche.

Se han estudiado, en colaboración con un equipo del Instituto del Frío, las combinaciones de los parámetros temperatura/tiempo del proceso UHT y las condiciones de conservación de la leche que dieran lugar a las menores alteraciones en las fracciones de carbohidratos y proteínas. Asimismo, se abordaron estudios paralelos en leches en polvo, obtenidas en distintas condiciones. Como consecuencia de estos estudios, se desarrollaron técnicas analíticas para estimar el grado de tratamiento térmico de leches higienizadas: pasterizada, UHT y en polvo.

Actualmente se están abordando estudios en leche de oveja y cabra a fin de definir las características de composición que inciden en la estabilidad de la leche de estas especies a los tratamientos térmicos. Por otra parte, se han iniciado estudios sobre la utilización de microondas como alternativa a los tratamientos térmicos convencionales, y sobre la extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico para disminuir el contenido en colesterol de los productos lácteos.

Se han desarrollado técnicas electroforéticas y cromatográficas para la detección de mezclas de leche de las especies vaca, oveja y cabra, que permiten su aplicación cuantitativa a quesos maduros para garantizar la genuinidad de la especie en quesos con denominación de origen.

Se ha estudiado, por cromatografía de líquidos, el glicomacropéptido resultante de la acción del cuajo sobre la K-caseína de leche de oveja y cabra, con el fin de detectar la adición de suero de quesería a la leche.

*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en el Instituto de Fermentaciones Industriales*

- Caracterización de quesos Manchego, Mahón, Burgos y Villalón.
- Desarrollo de cultivos iniciadores para quesos Manchego, Mahón, Burgos y Villalón.
- Aceleración de la maduración del queso Manchego.
- Mejora de procesos tecnológicos tradicionales en fabricación de leche UHT y leche en polvo.
- Desarrollo de nuevos procesos para tratamiento térmico de leche de cabra y oveja.
- Utilización de microondas como proceso alternativo al tratamiento térmico.
- Desarrollo de procesos para disminuir el contenido en colesterol de productos lácteos: extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico.
- Desarrollo de técnicas analíticas para estimar el grado de tratamiento térmico de la leche.
- Desarrollo de métodos para detectar mezclas de leche de distintas especies en queso y para la detección de suero de quesería en leche.

**Instituto del Frío**

En los primeros años de actividad del Instituto se dedicaron esfuerzos a optimizar distintos procedimientos de refrigeración de la leche en la granja, así como a conocer las modificaciones en la misma materia prima durante la congelación y conservación en el estado congelado.

A partir de la disolución del IPL, una parte importante de la investigación sobre temas lácteos se centró en la caracterización de quesos nacionales, optimización de su tecnología y, sobre todo, en el estudio del efecto de la congelación y conservación en el estado congelado sobre las características fisico-químicas, organolépticas y

microbiológicas de quesos de oveja y cabra. Así, se estudiaron el queso Manchego, Cabrales y distintos tipos de queso de cabra (fresco, de pasta lavada, semiduro y con flora superficial). Se han desarrollado técnicas cromatográficas para estimar el grado de lipólisis en quesos.

Se han estudiado los principales grupos microbianos presentes en queso semiduro de cabra (Majorero). Se han aislado y caracterizado cepas de bacterias lácticas de leche, cuajada y queso, que forman parte de la colección de cepas de este Instituto. Se ha estudiado el sistema proteolítico de lactococos y lactobacilos, y se han seleccionado cepas en razón a su aptitud tecnológica, proponiendo combinaciones de ellas como cultivos iniciadores.

El proceso de congelación se aplicó, asimismo, a la conservación de yogur y de leche de oveja concentrada por ultrafiltración, esta última para la utilización posterior en la elaboración de queso.

Paralelamente a los estudios citados, se abordaron trabajos para conocer las características de composición de las leches de oveja y cabra en razas de gran producción, con objeto de establecer intervalos de variación de la leche y de su grasa en estas dos especies.

#### *Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en el Instituto del Frío*

- Caracterización de leches de oveja y cabra.
- Efecto de la congelación sobre las características finales del queso Manchego, queso de Cabrales y quesos de cabra.
- Caracterización del queso de Cabrales y de diferentes tipos de queso de cabra: fresco, con flora superficial, semiduro, de pasta lavada y Majorero.
- Desarrollo de cultivos iniciadores para queso semiduro de

- cabra.
- Conservación de yogur a temperaturas de congelación.
  - Congelación de leche de oveja concentrada por ultrafiltración, para su utilización en la elaboración de queso.
  - Utilización de leche concentrada por ultrafiltración para elaboración de yogur.
  - Optimización del proceso de leche UHT.

### **Instituto de Productos Lácteos de Asturias**

En la etapa inicial del recientemente creado Instituto de Productos Lácteos de Asturias (IPLA) se ha colaborado con los Institutos de Fermentaciones Industriales y del Frío en los trabajos de caracterización del queso de Gamonedo, abordando los estudios sobre la flora microbiana.

Actualmente se está trabajando en el desarrollo de cultivos iniciadores derivados de la flora láctica presente en quesos artesanales de Asturias, en colaboración con la Universidad de Oviedo.

Por otra parte, se están aplicando técnicas cromatográficas para el estudio de la fracción de triglicéridos de la grasa de leche.

#### *Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en el Instituto de Productos Lácteos de Asturias*

- Caracterización del queso de Gamonedo.
- Desarrollo de cultivos iniciadores para quesos asturianos.
- Estudio de la fracción lipídica de la grasa de leche por cromatografía de gases.

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

El Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) desarrolla directamente una labor

investigadora sobre leche y productos lácteos en su Centro de Investigación y Tecnología (CIT) de Madrid. Además, también se lleva a cabo investigación sobre temas lácteos en algunos de los antiguos Centros Regionales que fueron transferidos a las Comunidades Autónomas, y que constituyen los actuales Servicios de Investigación Agraria de dichas Comunidades Autónomas.

### **Centro de Investigación y Tecnología**

En el Centro de Investigación y Tecnología (CIT) del INIA en Madrid se llevan a cabo actividades de investigación sobre leche y productos lácteos desde hace aproximadamente veinte años. A continuación se indican las principales líneas de trabajo desarrolladas en el actual Departamento de Producción y Tecnología de Alimentos del CIT-INIA, que cuenta con una quesería experimental y una planta piloto de fermentos lácticos.

Se han investigado los aspectos microbiológicos y bioquímicos de la maduración de quesos españoles de leche de oveja (quesos Manchego y de La Serena), de cabra (queso de Gredos o Tiétar), frescos (quesos de Burgos y Villalón) y de pasta azul (queso de Cabrales).

Se han aislado, a partir de estos quesos, microorganismos de interés lácteo (fundamentalmente bacterias lácticas) que, una vez identificados y estudiadas sus principales propiedades, han pasado a formar parte de la Colección de Cultivos INIA.

Se han optimizado los parámetros de cultivo en fermentador de bacterias lácticas aisladas de quesos españoles, y las condiciones de conservación de fermentos lácticos concentrados congelados y liofilizados preparados a partir de estas bacterias.

Se han estudiado los principales grupos microbianos (bacterias lácticas, psicrotrofos, enterobacteriáceas, estafilococos, etc.) presentes en leche de oveja y en leche de cabra, y su comportamiento en diferentes condiciones de conservación de la leche.

Se han investigado los factores que afectan a la supervivencia de los microorganismos patógenos en los quesos españoles de



leche cruda y se han seleccionado aquellas condiciones de fabricación y maduración que mejoran la calidad higiénico-sanitaria del queso.

Se han optimizado procedimientos para acelerar la maduración de quesos españoles, principalmente Manchego, basados en el empleo de temperaturas elevadas y en la adición de enzimas que permiten acortar sensiblemente el período de maduración.

#### *Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en el CIT-INIA*

- Caracterización microbiológica de quesos españoles.
- Obtención de nuevos fermentos lácticos.
- Bioquímica de la maduración de quesos españoles.
- Aceleración de la maduración de quesos españoles.
- Mejora de la calidad microbiológica de la leche cruda.
- Mejora de la calidad microbiológica de quesos de leche cruda.

#### **Servicio de Investigación Agraria de Cantabria**

En el Servicio de Investigación Agraria de Cantabria (Muriedas) se realizan trabajos de investigación relacionados con la calidad de la leche de vaca, tanto desde el punto de vista de la composición química, como desde el de la sanidad animal.

Se ha estudiado la influencia de factores tales como la raza y la comarca sobre la composición química de la leche de vaca producida en Cantabria.

Se ha investigado la flora microbiana presente en la leche de vaca, los principales focos de contaminación y el comportamiento de la flora microbiana durante la refrigeración.

Se ha estudiado la contaminación de la leche por bacterias butíricas y su relación con el consumo de ensilados por el ganado.

Se han estudiado los principales microorganismos responsables de mamitis en Cantabria, con especial atención a las mamitis subclínicas, y su influencia sobre la composición

química de la leche.

*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en el SIA de Cantabria*

- Composición química de la leche de vaca.
- Flora microbiana de la leche de vaca.
- Mamitis en ganado vacuno y su influencia sobre la calidad de la leche.

**Servicio de Investigación Agraria de Extremadura**

En el Servicio de Investigación Agraria de la Junta de Extremadura en Badajoz se llevan a cabo desde hace algunos años trabajos de investigación sobre quesos autóctonos extremeños: queso de los Ibores, Torta del Casar y queso de La Serena.

Se han estudiado la flora bacteriana y las características fisicoquímicas del queso de los Ibores a lo largo del período de maduración, así como algunos procedimientos para reducir los niveles de enterobacteriáceas en este queso.

Se han investigado el rendimiento quesero y los cambios en la flora microbiana y en las características fisicoquímicas de la Torta del Casar y del queso de La Serena a lo largo de su maduración.

*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en el SIA de Extremadura*

- Microbiología de quesos extremeños de cabra y oveja.
- Química de quesos extremeños de cabra y oveja.
- Tecnología de quesos extremeños de cabra y oveja.

**Servicio de Investigación Agraria de Galicia**

En el Servicio de Investigación Agraria de la Xunta de Galicia en Mabegondo (La Coruña), las investigaciones sobre leche y productos lácteos se han orientado principalmente al estudio de la calidad microbiológica de la leche.

Se ha estudiado la flora bacteriana psicotrofa presente en la leche de vaca, sus actividades enzimáticas y su capacidad de

adhesión a diferentes materiales (acero inoxidable, vidrio y gomas) empleados en equipos de ordeño.

Se ha investigado igualmente la incidencia de microorganismos responsables de mamitis (*Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*) y su relación con los niveles y tamaño de células somáticas en la leche.

*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en el SIA de Galicia*

- Flora microbiana psicotrofa en leche de vaca.
- Microorganismos responsables de mamitis en ganado vacuno.

## **CENTROS Y DEPARTAMENTOS UNIVERSITARIOS**

### **Universidad Autónoma de Barcelona**

En la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Bellaterra se llevan a cabo algunos trabajos de investigación sobre leche y productos lácteos.

Se han investigado los principales grupos microbianos a lo largo de la maduración del queso de cabra del Montsec.

Se han estudiado los cambios químicos durante la maduración del queso de cabra del Montsec.

*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en la Universidad Autónoma de Barcelona*

- Microbiología de la maduración del queso de cabra del Montsec.
- Química de la maduración del queso de cabra del Montsec.

### **Universidad de Cantabria**

La Investigación sobre temas lácteos en esta Universidad se desarrolla desde hace años en el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias.

Se han realizado estudios sobre calidad de leche y sobre validación de equipos instrumentales automatizados para análisis de leche basados en espectroscopia infrarroja.

*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en la Universidad de Cantabria*

- Calidad de leche.
- Validación de equipos instrumentales basados en espectroscopia infrarroja.

**Universidad de Córdoba**

La Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba tiene una larga trayectoria en investigación sobre leche y productos lácteos.

Se ha realizado un estudio de las características fisicoquímicas de las principales variedades españolas de queso.

Se han investigado los aspectos químicos y microbiológicos de la maduración del queso de Los Pedroches y del queso de La Serena.

Se ha estudiado la actividad y características del cuajo vegetal obtenido a partir de la flor del cardo *Cynara humilis*.

Se han desarrollado técnicas analíticas para la determinación de la actividad de agua en productos lácteos, y procedimientos para su estimación a partir de la composición química.

Se han estudiado los elementos minerales de la leche y sus variaciones durante los procesos de elaboración de preparados infantiles.

Se ha investigado la presencia de residuos, fundamentalmente pesticidas organoclorados, en leche y productos lácteos.

*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en la Universidad de Córdoba*

- Características fisicoquímicas de quesos españoles.
- Actividad y características del cuajo vegetal de cardo.
- Metodología para determinación de la actividad de agua.
- Elementos minerales en leche y preparados infantiles.
- Pesticidas en leche y productos lácteos.

### **Universidad de Extremadura**

Las investigaciones sobre productos lácteos en la Universidad de Extremadura se han iniciado hace algunos años en la Facultad de Ciencias de Badajoz y en la Facultad de Veterinaria de Cáceres.

Se ha estudiado la flora microbiana que interviene en la maduración de la Torta del Casar, y se han puesto a punto fermentos lácticos para la elaboración industrial de esta variedad de queso.

Se ha investigado la flora microbiana que participa en la maduración del queso de cabra de Acehuche.

Se han investigado las características de las proteinasas presentes en el cuajo vegetal obtenido a partir de la flor de cardo.

#### *Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en la Universidad de Extremadura*

- Microbiología de quesos extremeños.
- Características del cuajo vegetal de cardo.

### **Universidad de Granada**

En la Universidad de Granada se ha desarrollado investigación sobre temas lácteos en el Departamento Interfacultativo de Bioquímica, en colaboración con la empresa UNIASA.

Se ha trabajado, fundamentalmente, en el desarrollo de preparados infantiles y dietéticos. Se han preparado fórmulas lácteas suplementadas con nucleótidos y ácidos grasos poliinsaturados. Se han suplementado dietas de nutrición enteral clínica con nucleótidos y se han obtenido fórmulas

hipoalérgicas mediante la introducción de hidrolizados de proteínas.

*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en la Universidad de Granada*

- Desarrollo de fórmulas lácteas.
- Desarrollo de preparados dietéticos.

**Universidad de León**

La Facultad de Veterinaria de la Universidad de León lleva a cabo una importante labor investigadora sobre temas lácteos. Entre sus principales líneas de investigación, se han estudiado los estafilococos responsables de mamitis en ganado vacuno y ovino, y la enterotoxigenicidad de estos microorganismos.

Se ha investigado el comportamiento de los estafilococos y la producción de enterotoxinas durante la fabricación y maduración de quesos de oveja.

Se han estudiado los factores que influyen sobre el crecimiento de los patógenos tolerantes al frío, y la producción de toxinas por estos microorganismos en quesos de oveja y cabra.

Se han investigado los principales grupos microbianos presentes en la leche de oveja producida en Castilla-León.

Se ha estudiado la tecnología, química y microbiología de los quesos artesanales producidos en León.

Se han realizado estudios sobre la termorresistencia del *Bacillus cereus* en leche y derivados sometidos a tratamientos de esterilización convencional y UHT.

*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en la Universidad de León*

- Estafilococos y producción de enterotoxinas estafilocócicas.
- Patógenos tolerantes al frío en productos lácteos.
- Tecnología, química y microbiología de los quesos de León.
- Termorresistencia del *Bacillus cereus* en leche y derivados.

**Universidad Complutense de Madrid**

En la Universidad Complutense de Madrid, las investigaciones sobre leche y productos lácteos se han venido realizando fundamentalmente en varios Departamentos de las Facultades de Veterinaria y Farmacia. Los principales temas estudiados se recogen seguidamente.

Se han investigado los factores (composición del medio, temperatura, pH, etc.) que afectan a la producción de enzimas por *Pseudomonas* en medios de cultivo y en leche cruda.

Se ha estudiado la utilización de algunos metabolitos microbianos, incluidas enzimas, como indicadores para el desarrollo de métodos rápidos para la determinación de la calidad microbiológica de la leche cruda.

Se han investigado los micrococcos presentes en leche y queso de oveja, y la producción de lipasas por estos microorganismos, para su posible empleo en tecnología quesera.

Se ha estudiado el empleo de bacterias lácticas fuertes productoras de proteinasas, y de las propias proteinasas, en la aceleración de la maduración de quesos de vaca.

Se han desarrollado técnicas inmunoenzimáticas, basadas en el empleo de anticuerpos policlonales para la detección de mezclas de leche de cabra, oveja y vaca en leche cruda y queso madurado.

Se ha investigado el comportamiento de microorganismos patógenos en leche y productos lácteos, y la producción de toxinas por algunos de estos microorganismos.

Se han estudiado las características fisicoquímicas de la leche de oveja, con especial atención a la composición de la grasa y al contenido en elementos minerales.

#### *Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en la Universidad Complutense de Madrid*

- Bacterias psicrotrofas y sus enzimas.
- Métodos rápidos para la determinación de la calidad bacteriológica de la leche.
- Producción de enzimas por microorganismos y su empleo en

quesería.

- Detección de mezclas de leche de diferentes especies animales.
- Patógenos en leche y productos lácteos.
- Composición química de la leche de oveja.

### **Universidad de Oviedo**

La investigación sobre temas lácteos se ha venido desarrollando en el Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias y en el Departamento Interfacultativo de Biología Funcional.

Se han estudiado distintos métodos de aprovechamiento del suero de quesería, así como la utilización de técnicas de membrana en el tratamiento de residuos de la industria láctea.

Se está trabajando, asimismo, en la caracterización microbiológica de quesos artesanales de la región y en el desarrollo de cultivos iniciadores para quesos asturianos.

Se están llevando a cabo estudios sobre biología molecular de bacterias lácticas, en lo referente a actividad proteolítica y a la producción de bacteriocinas por estos microorganismos.

#### *Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en la Universidad de Oviedo*

- Utilización de técnicas de membrana en el tratamiento de residuos de la industria láctea.
- Caracterización microbiológica y desarrollo de cultivos iniciadores para quesos asturianos.
- Biología molecular de bacterias lácticas.

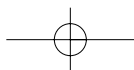
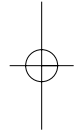
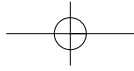
### **Universidad de las Palmas de Gran Canaria**

En la Facultad de Veterinaria de esta Universidad se han empezado a abordar recientemente trabajos de investigación sobre quesos de la región.

Se han purificado enzimas de tres especies vegetales usadas como coagulantes en la fabricación del queso de Flor de Guía.

Actualmente se están comparando las características del queso elaborado por los métodos tradicionales con el obtenido con enzimas coagulantes puros y con los obtenidos por técnicas de DNA recombinante.





*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en la Universidad de las Palmas de Gran Canaria*

- Caracterización del queso de Flor de Guía.
- Purificación de enzimas coagulantes vegetales y obtención por clonación.

**Universidad de Valencia**

En esta Universidad se han realizado investigaciones sobre productos lácteos en el Departamento de Nutrición y Bromatología de la Facultad de Farmacia.

El principal tema de investigación abordado es el de los micronutrientes (elementos traza) y contaminantes (pesticidas organoclorados y bifenilos policlorados) en preparados infantiles.

Se han estudiado elementos traza (esenciales y tóxicos) y contaminantes organoclorados en materias primas e ingredientes, así como modificaciones en las distintas etapas del proceso de elaboración de fórmulas lácteas.

*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en la Universidad de Valencia*

- Elementos traza esenciales y tóxicos en fórmulas lácteas.
- Contaminantes organoclorados en fórmulas lácteas.

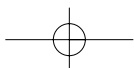
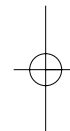
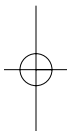
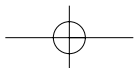
**Universidad de Zaragoza**

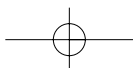
La investigación láctea en la Universidad de Zaragoza se desarrolla en la Facultad de Veterinaria.

Se ha estudiado la interacción de los lípidos con la  $\beta$ -lactoglobulina de la leche de diferentes especies.

Se han estudiado las propiedades biológicas de la lactoferrina y de otras proteínas minoritarias de la leche, y su comportamiento frente a los tratamientos tecnológicos.

Por otra parte, se han desarrollado técnicas inmunológicas para la detección de leche de vaca en leche y quesos de oveja.





*Resumen de las líneas de investigación desarrolladas en la Universidad de Zaragoza*

- Interacción de la  $\beta$ -lactoglobulina con los lípidos de la leche.
- Propiedades biológicas de proteínas de leche minoritarias.
- Detección de mezclas de leche de diferentes especies.

---

---

---

---

---

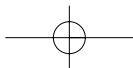
---

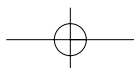
---

---

---

---





**Querido lector:**

La Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica ofrece, a través del Instituto COTEC, Servicios de Gestión de Proyectos de Innovación y de Promoción de Proyectos en la modalidad "multicliente" a las empresas o grupos de empresas que quieran recurrir a Centros de I+D públicos o privados para resolver problemas de innovación.

En tal sentido, para la Fundación tiene un gran interés conocer la opinión de los expertos sobre la oportunidad de ofrecer Proyectos Multicliente en los temas detectados en cada una de las Sesiones de Identificación de Necesidades Tecnológicas y subrayados en los Documentos que recogen sus resultados.

Por todo ello, le rogamos que nos envíe cumplimentado el cuestionario de la página siguiente, sin que ello suponga, por descontado, ningún compromiso por su parte, ni por la de su Empresa, Institución u Organismo.

