

Proteína láctea: Requisito indispensable para la competitividad

CARLOS L. BERRA

Técnico Superior en Lechería y Tecnología de Alimentos,
Escuela Superior Integral de Lechería (Argentina).
Especialista en Tecnología de Alimentos,
Universidad Nacional de Villa María (Argentina);
Especialista en Economía Agroalimentaria,
Universita Católica del Sacro Cuore, Cremona (Italia).
MsC. en Tecnología Lechera, Universidad Austral de Chile (Chile).
Director de la Escuela Superior Integral de Lechería de Argentina.
Argentina

Introducción

“En el mundo actual, las proteínas en la leche son el valor agregado de este producto que determina su calidad composicional, nutricional y tecnológica, aquellos países que no comprendan este mensaje no alcanzarán los niveles de competitividad que demanda el comercio internacional de lácteos”

El vocablo proteínas deriva de la palabra griega **proteoís** que significa “de primera clase”, lo que pone de manifiesto la enorme importancia biológica de estas sustancias en la naturaleza y en la vida de las personas.

Las proteínas son largas cadenas constituidas por eslabones, donde cada eslabón es una sustancia más pequeña denominada aminoácido, juegan un papel fundamental en los sistemas biológicos. Sin proteínas no habría vida. Nuestro cuerpo es un edificio conformado por ladrillos de proteínas.

La diversidad funcional de las proteínas se debe especialmente a su composición química. Las proteínas son polímeros muy complejos, constituidos por 20 aminoácidos diferentes. En este sentido es notable destacar que con solo 20 aminoácidos es posible encontrar millones de diferentes proteínas en la naturaleza. Esto habla de la complejidad de estas sustancias.

A nivel elemental, las proteínas contienen 50-55% de carbono, 6-7% de hidrógeno, 20-23% de oxígeno, 12-19% de nitrógeno y 0,2-0,3% de azufre.

La síntesis de las proteínas tiene lugar en los ribosomas de las células. Tras su síntesis, algunos de los aminoácidos constitutivos son modificados por las enzimas del citoplasma de las células, alterándose así la composición elemental de algunas proteínas.

Las proteínas que no son enzimáticamente modificadas en las células se denominan **homoproteínas** y aquellas que se modifican, o que forman complejos





con componentes no proteicos, se denominan **heteroproteínas** o **proteínas conjugadas**. El componente no proteico suele denominarse **grupo prostético**. Ejemplo de estas proteínas son:

- **Nucleoproteínas** (ribosomas)
- **Glicoproteínas** (*k*-caseína de leche, ovoalbúmina)
- **Fosfoproteínas** (\forall y \exists -caseínas de leche, quinasas, fosforilasas)
- **Lipoproteínas** (proteínas de la yema del huevo, proteínas plasmáticas)
- **Metaloproteínas** (hemoglobina, mioglobina y diversas enzimas)

Las proteínas pueden también clasificarse de acuerdo con su organización estructural. En este sentido encontramos las proteínas **globulares** y las proteínas **fibrosas**. Las primeras tienen forma esférica o elipsoidales resultantes del plegamiento de las cadenas polipeptídicas sobre sí mismas. Mientras que las segundas son moléculas con forma de varilla, formadas por cadenas polipeptídicas lineales enrolladas (por ejemplo, tropomiosina, colágeno, queratina y elastina). Estas proteínas cumplen siempre una función estructural. La mayoría de las **enzimas** pertenecen al grupo de proteínas globulares.

Las distintas funciones biológicas de las proteínas permiten clasificarlas en **catalizadores enzimáticos**, **proteínas estructurales**, **proteínas contráctiles** (miosina, actina, tubulina), **hormonas** (insulina, hormona del crecimiento), **proteínas transportadoras** (seroalbúmina, transferrina, hemoglobina), **anticuerpos** (inmunoglobulinas), **proteínas de reserva** (ovoalbúmina, proteínas de las semillas) y **proteínas protectoras** (toxinas y alergenicos). Las proteínas de reserva se encuentran principalmente en los huevos y en las semillas de los vegetales, estas actúan como fuentes de nitrógeno y aminoácidos para las semillas en germinación y los embriones. Las proteínas protectoras forman parte del mecanismo de defensa para la supervivencia de ciertos microorganismos y animales.

Todas las proteínas están básicamente constituidas por los mismos 20 aminoácidos primarios; sin embargo, algunas proteínas pueden carecer de uno o varios de ellos. Las diferencias estructurales y funcionales de los miles de proteínas arrancan de la secuencia en que los aminoácidos se unen, por lo tanto se pueden sintetizar, literalmente, billones de proteínas con propiedades singulares, cambiando solamente la secuencia de los aminoácidos, o el tipo y la proporción de los aminoácidos y la longitud de la cadena de los polipéptidos.

Cada proteína ofrece una conformación característica, o sea, una determinada organización tridimensional lo que permite diferenciar sus diversas estructuras. Con el término de **estructura primaria** de una proteína se entiende la secuencia lineal de los aminoácidos que la componen. La **estructura secundaria** se refiere a la disposición espacial de los aminoácidos en ciertos segmentos de la cadena polipeptídica adoptando formas, preferentemente, helicoidales. Por **estructura terciaria** se entiende la disposición espacial lograda cuando una cadena



polipeptídica lineal se pliega sobre sí misma adquiriendo una forma tridimensional compacta, en algunos casos similar a un ovillo. La expresión estructura cuaternaria se refiere al acoplamiento geométrico de varias cadenas polipeptídicas, ligadas a través de enlaces que en la mayoría de los casos no son covalentes.

Todas las proteínas sintetizadas biológicamente pueden usarse como proteínas alimentarias. Sin embargo, con fines prácticos, las proteínas de los alimentos se pueden definir como aquellas que son fácilmente digestibles, no tóxicas, nutricionalmente adecuadas, funcionalmente útiles y abundantes. Tradicionalmente la leche, la carne (incluyendo el pescado y las aves), los huevos, los cereales, las leguminosas y las semillas oleaginosas han constituido las fuentes principales de proteínas alimentarias. Pero el creciente volumen de la población mundial, ha obligado a desarrollar fuentes alternativas o no tradicionales de proteínas para la alimentación humana. Hasta qué punto estas nuevas fuentes sean adecuadas con fines alimenticios depende de su costo y de su aptitud para cumplir las funciones que habitualmente desempeñan los ingredientes proteicos en los alimentos procesados y cocinados. Las propiedades funcionales de las proteínas en los alimentos están relacionadas con sus características estructurales y físico-químicas.

Para contar con proteínas de alta calidad, aptas para la alimentación de las personas, es fundamental conocer las propiedades físicas, químicas, nutritivas y funcionales de las proteínas y los cambios sufridos durante el procesado.

Los atributos sensoriales como la textura, el color, el sabor y el aspecto de un alimento son consecuencia del efecto neto de complejas interacciones entre diversos componentes mayoritarios y minoritarios de ese alimento. Generalmente las proteínas tienen una gran influencia sobre los atributos de los alimentos. A manera de ejemplo se resumen las principales papeles desempeñados por las proteínas en los sistemas alimenticios:



Tabla 1

Alimento	Tipo de proteína	Función
Bebidas	Proteínas de suero lácteo	Solubilidad
Sopas, salsas aderezos y postres	Gelatina	Viscosidad
Salchichas, bizcochos y pan	Proteínas del músculo, Proteínas del huevo	Fijación de agua
Carnes, geles y queso	Proteínas musculares, Proteínas del huevo, Proteínas lácteas	Gelificación
Carnes, salchichas, pastas, productos horneados	Proteínas musculares, Proteínas del huevo, Proteínas del lactosuero	Cohesión-adhesión
Carnes, productos horneados	Proteínas musculares, Proteínas de cereales	Elasticidad
Salchichas, sopas, aderezos	Proteínas del músculo, Proteínas lácteas, Proteínas del huevo	Emulsión
Batidos ornamentales, helados, postres	Proteínas lácteas, Proteínas del huevo	Formación de espuma
Productos horneados pobres en grasa	Proteínas lácteas, Proteínas del huevo, Proteínas de los cereales	Fijación de grasa y aromas

La **“calidad nutritiva”** de una proteína está relacionada fundamentalmente con dos aspectos:

- su composición en aminoácidos esenciales
- su digestibilidad

Las proteínas de alta calidad son las que contienen todos los aminoácidos esenciales en proporciones más elevadas que los estándares establecidos por FAO/OMS, y una digestibilidad comparable o superior a la de las proteínas de la clara de huevo o de la leche. Las proteínas animales son de mejor calidad que las de origen vegetal.



Tabla 2
Contenido en aminoácidos esenciales y valor nutritivo de las proteínas de diversos orígenes (mg/g de proteína)

Propiedad	Huevo	Leche de vaca	Pescado	Carne vacuna	Soja	Maíz	Arroz	Ceneno	Trigo
Total de aminoácidos esenciales	512	504	485	480	466	422	414	356	336
Riqueza en proteína (%)	12	3.5	19	18	40	--	7.5	--	12
Valor Biológico (VB)	94	84	76	74	73	--	73	--	65

La digestibilidad de un alimento se define como la proporción del nitrógeno del mismo que es absorbido luego de su ingestión. Aunque el contenido en aminoácidos sea el principal indicador de la calidad de la proteína, su verdadera calidad depende también de la extensión en que estos aminoácidos sean utilizados por el organismo. Es por ello que la digestibilidad es también un factor importante a la hora de medir la calidad proteica.

Tabla 3
Digestibilidad de las proteínas de varios alimentos, en la especie humana

Fuente de proteína	Digestibilidad (%)	Fuente de proteína	Digestibilidad (%)
Huevos	97	Trigo	86
Leche, queso	95	Harina de soja	86
Pescado, carne vacuna	94	Maíz	85
Arroz	88	Mijo	79
Guisantes	88	Judías	78

“Convengamos que tenemos una reserva no totalmente explotada, de altísima calidad biológica y de muy bajo costo, constituida por las proteínas de la leche”. “Los gobiernos deben otorgarle a la lechería de sus pueblos una función estratégica de manera que garantice la adecuada alimentación de las personas, fijando políticas de promoción y desarrollo”. “Sólo aquellos niños que reciben su cuota diaria de proteínas serán adultos que puedan aspirar a tener un desarrollo normal, los subalimentados manifestarán, tarde o temprano, problemas físicos y de coeficiente intelectual”.



1. Proteínas de la leche

La leche, de acuerdo a la raza de que provenga, contiene entre 30-36 gramos/litro de proteína total y alcanza calidades nutritivas de muy alto valor biológico. En la glándula mamaria se encuentran seis grupos proteicos mayoritarios: *a_{s1}-caseínas*, *a_{s2}-caseínas*, *b-caseínas*, *k-caseínas*, *a-lactoglobulinas* y *b-lactoalbúminas*.

Las proteínas de la leche se clasifican en dos grandes grupos: el de las **caseínas** por un lado, y el de las **proteínas del suero**, por otro. El primer grupo representa aproximadamente el 80% del total de sustancias nitrogenadas en la leche de vaca, estas caseínas están ligadas a fosfato cálcico, formando complejos esféricos que se denominan micelas. La aglomeración de estas micelas es lo que permite constituir la cuajada en la fabricación de quesos. El segundo grupo son las sustancias proteicas retenidas en el suero del queso, por lo que se denominan **proteínas séricas**. Entre estas proteínas se encuentran principalmente la *a-lactoglobulina* y *b-lactoalbúmina* que son productos genéticos de la glándula mamaria. Es útil recordar que en el suero también se encuentran presentes albúmina sérica e inmunoglobulinas que proceden de la sangre. En el pasado era frecuente desperdiciar el suero con la consiguiente carga proteica antes mencionada, mientras que en la actualidad es económicamente factible concentrar o aislar proteínas del suero, que muestran excelentes funcionalidades y propiedades nutritivas.

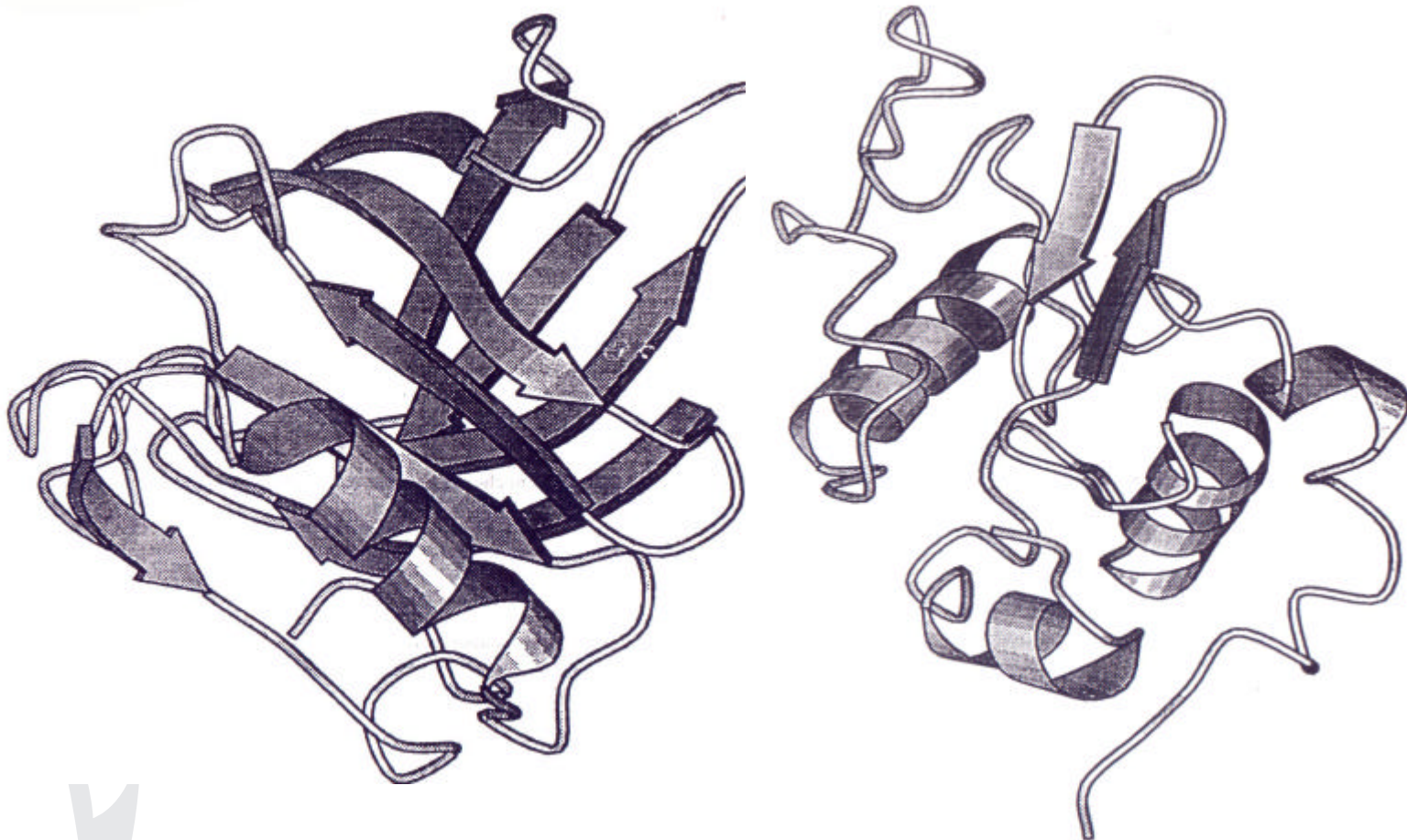
Es muy común adicionar proteínas del suero desnaturalizadas, particularmente la *b-lactoglobulina*, a la cuajada para la elaboración de quesos, mejorándose así el rendimiento industrial de este tipo de producto.

Tabla 4
Concentraciones de las principales proteínas de la leche

Proteína	Concentración g/l)	% aproximado de la proteína total
Caseínas	24 – 28	80
<i>a_s</i> -caseínas,	15 – 19	42
<i>a_{s1}</i>	12 – 15	34
<i>a_{s2}</i>	3 – 4	8
<i>b</i> -caseínas	9 – 11	25
<i>k</i> -caseínas	3 – 4	9
<i>g</i> -caseínas	1 – 2	4
Proteínas del suero	5 – 7	20
<i>b</i> -lactoglobulinas	2 – 4	9
<i>a</i> -lactoalbúminas	1 – 1.5	4
Proteosas – Peptonas	0.6 – 1.8	4
Proteínas de la sangre		
Albúmina sérica	0.1 – 0.4	1
Inmunoglobulinas	0.6 – 1.0	2
Total		100
	100	



ESTRUCTURA DE LA β -LACTOGLOBULINA DE LA LECHE



2. Las proteínas en el mundo lechero

Es bien conocido que en la actualidad, los países que marchan a la vanguardia de la lechería mundial, aplican tres criterios básicos para evaluar la leche procedente de las fincas y que se destina para la elaboración de una amplia gama de productos lácteos. Estos aspectos contemplan tres cualidades de la leche a saber:

- **Calidad Composicional**
- **Calidad Higiénica**
- **Calidad Sanitaria**

En referencia a la calidad composicional uno de los aspectos más relevantes a controlar en una leche cruda es su nivel en proteínas. Este parámetro arroja una información de suma utilidad a la hora de tener que determinar el destino comercial que se le dará a la leche en cuestión. Para una empresa de fabricación



de productos lácteos, siempre le resultará más conveniente destinar las leches más ricas en proteínas a la elaboración de productos concentrados (quesos y leche en polvo preferentemente), que utilizarla para la gama de los llamados productos frescos. La causa está fundamentada en el incremento de los rendimientos industriales que ofrece estas leches, con las lógicas consecuencias favorables en los beneficios económicos obtenidos.

Países como Canadá, Bélgica, Dinamarca, Suecia, Holanda, Argentina, Austria, España, Alemania, Estados Unidos, Francia, Australia y Nueva Zelanda; sólo por nombrar a los principales productores de leche en el mundo, utilizan el control de proteínas en leche cruda como criterio para el pago de la misma.

A continuación se muestra un cuadro con los niveles de proteínas de algunos de los principales países lecheros del mundo desagregados por cada mes del año:

Tabla 5

Mes	Canadá	Argentina	Dinamarca	Bélgica	Francia	USA	Suecia	Austria
Enero	3.34	3.27	3.43	3.44	3.47	3.20	3.28	3.41
Febrero	3.33	3.09	3.38	3.39	3.41	3.19	3.26	3.36
Marzo	3.30	3.29	3.39	3.36	3.44	3.17	3.26	3.35
Abril	3.29	3.22	3.37	3.36	3.53	3.16	3.26	3.31
Mayo	3.27	3.32	3.37	3.36	3.48	3.11	3.22	3.28
Junio	3.27	3.34	3.37	3.36	3.43	3.11	3.26	3.26
Julio	3.23	3.27	3.36	3.37	3.43	3.08	3.22	3.28
Agosto	3.25	3.28	3.39	3.38	3.41	3.10	3.29	3.33
Setiem	3.33	3.37	3.48	3.40	3.44	3.16	3.35	3.42
Octubre	3.39	3.23	3.51	3.42	3.50	3.23	3.35	3.45
Nov.	3.39	3.29	3.50	3.43	3.53	3.27	3.34	3.47
Diciem	3.39	3.12	3.44	3.43	3.48	3.27	3.32	3.45
Promedio Anual	3.32	3.26	3.42	3.39	3.46	3.17	3.28	3.36

Fuente: International Dairy Federation (IDF)

Evidentemente que los diferentes niveles de proteínas en las leches de los distintos países se relacionan, además, con las razas lecheras que se utilizan en cada uno de ellos. De todas maneras, elevar el nivel proteico en la leche bovina, requiere de una labor sostenida en selección genética del hato lechero que demanda varios años. Es el único camino, o el más seguro para arribar a niveles de proteínas en leche que compitan con los estándares internacionales; a esto, obviamente se lo debe acompañar con un adecuado programa de alimentación y sanidad.

La mayoría de los países latinoamericanos tienen niveles por debajo de los expresados en el cuadro precedente. Es importante considerar que muchos de ellos no tienen condiciones favorables para desarrollar una lechería competitiva, pero esto no impide establecer políticas por parte de los gobiernos para fomentar la expansión y crecimiento de este sector, al que se debería considerar estratégico como sustento básico para la alimentación de la población.



3. Importancia de las proteínas en la fabricación de quesos

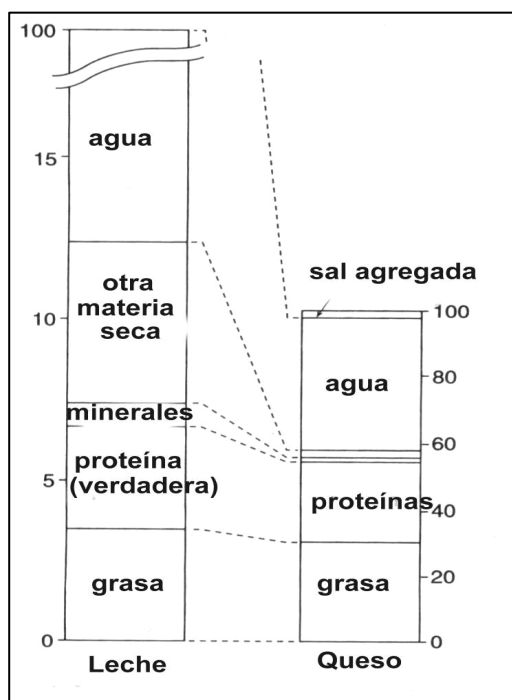
3.1 Principios generales

El rendimiento del queso es de vital importancia dentro del margen de ganancia del fabricante. Conocer cuáles son los elementos que afectan el rendimiento es un factor clave para garantizar las propiedades y calidad del producto terminado. El rendimiento podría definirse de diferentes maneras abarcando todos los parámetros que participan en el proceso. Debe prestarse especial atención a todas las etapas de dicho proceso, partiendo de la composición de la leche, pasando por la coagulación hasta las etapas posteriores de procesamiento, también se debe tener en cuenta la tecnología disponible. De este modo, los fabricantes de queso serán capaces de determinar cuál es el mejor método para optimizar el rendimiento de su producción.

Cuando la leche se transforma en queso se concentran las proteínas y la grasa, mientras que los otros componentes, particularmente el agua, se eliminan en forma de suero. Ninguno de los componentes de la leche se retiene por completo y, generalmente, se agregan otras sustancias como la sal.

Figura 1

Ejemplo de composición de leche y queso y de la transferencia de componentes de la leche al queso.



El rendimiento, al igual que la composición del queso, está determinado por las propiedades de la leche, fundamentalmente por su tenor en proteínas, y por el proceso de elaboración. El rendimiento y la composición del queso varían ampliamente según las distintas variedades y métodos de procesamiento.



3.2 Importancia

Un rendimiento más elevado implica que mientras el precio por kg de queso y los costos de elaboración permanecen iguales, hay un mayor volumen de queso disponible para la venta, por lo que el rédito se incrementa. A modo de ejemplo, si el 80% del precio del queso recién elaborado corresponde al costo de la materia prima (leche, cuajo, etc) y 15% representan los costos de elaboración, esto significaría una ganancia del 5%. Un incremento en el rendimiento del 1% implica un aumento de las ganancias del 20%. Esto explica porqué los fabricantes de queso se interesan por variaciones del costo tan pequeñas como del 0,1%.

Tener conocimientos acerca del rendimiento es importante por la razón que se mencionó anteriormente.

También es importante para el fabricante comprender qué factores son los que determinan el rendimiento. Por estas razones:

- 1- Se desea lograr la optimización del proceso en cuanto a la calidad y rendimiento del queso y a los costos de elaboración. Una variación en el rendimiento implica básicamente un cambio en las propiedades y calidad del queso y, sin un conocimiento de los principios básicos, la optimización no es posible.
- 2- Se aconsejan numerosas prácticas para mejorar el rendimiento. Estas pueden implicar cambios en el procesamiento por ejemplo, tratamiento térmico, ultrafiltración, etc. cambios en la manipulación de la composición de la leche (alimentación del ganado, selección de ciertas variantes genéticas) o adición de determinados ingredientes. Para determinar si dichas prácticas incrementan efectivamente el rendimiento sin desventajas indebidas, nuevamente es necesario el conocimiento de los principios tecnológicos involucrados.

3.3 Definición de rendimiento

El rendimiento del queso puede expresarse de diferentes maneras, por ejemplo:

- (a) kg de queso obtenido por cada 100 kg de leche. Esta parece ser la definición más obvia, pero debe entonces considerarse que el rendimiento depende ampliamente del contenido de agua, la variable que más se altera, la cual a su vez depende del procesamiento y que, además, disminuye durante la maduración del queso.
- (b) Kg de materia seca del queso por cada 100 kg de leche. Esto contempla la variación en el contenido de agua, pero también el contenido de grasa puede ser modificado como se desee, mientras que **las proteínas son el componente clave del queso.**
- (c) Kg de extracto seco no graso del queso por cada 100 kg de leche. Aquí aún queda la variación en el contenido de sales, el cual puede regularse de la forma deseada.
- (d) Kg de extracto seco libre de grasa o sales, o de proteínas presentes en el queso por kg de proteína o caseína. Este podría ser la mejor manera de valorar la eficiencia del traspaso de proteínas de la leche al queso.



También debe tenerse en cuenta que el contenido de agua, el de sales y el de grasa presentes en el extracto seco deben estar dentro de determinados límites que con frecuencia son estrechos. Generalmente, estos límites son impuestos de manera de garantizar la calidad del queso, o para responder a exigencias legales. El contenido de grasa y el método de procesamiento deben, entonces, estar estandarizados para lograr resultados dentro de esos límites. En ese caso, las definiciones a), b) y c) brindan información al respecto. La estandarización implica que **el rendimiento está básicamente determinado por la cantidad de proteína que se transfiere de la leche al queso, lo que hace que la proteína, un componente "clave".**

Otro aspecto a considerar, es que la ganancia no siempre es proporcional al rendimiento. Por ejemplo, si la leche tiene un contenido de grasa elevado, el rendimiento es mayor, pero el excedente de grasa no puede utilizarse en otro producto, por ejemplo en mantequilla. Por ejemplo, un rendimiento de 1 kg en el queso corresponde a una pérdida aproximada de 0,7 kg de mantequilla. Lo que sería más redituable depende en la relación de precios entre estos productos y de los costos de procesamiento. Si el queso tendrá un contenido de grasa en materia seca y un contenido de agua acordes a exigencias legales, un incremento relativo en el rendimiento de las proteínas por x% por ejemplo mejorando el proceso de producción de la cuajada, implica que las cantidades de grasa y de agua también tendrán que incrementarse en x%. El agua es un elemento muy económico, pero la grasa no lo es. Por cada kg de incremento en el rendimiento, debe incluirse un volumen extra de grasa de aproximadamente 0,3 kg.

3.4 De la leche al queso: principios básicos

En este apartado se trata de demostrar cuáles son los componentes que pasan a la leche y cuáles son los factores principales que afectan el rendimiento.

Leche y coagulación

La Tabla 1 presenta los principales elementos estructurales de la leche, junto con su composición general. Los glóbulos de grasa y las micelas de caseína son partículas apenas redondeadas, y el suero es la solución acuosa remanente. Nótese que las micelas de caseína contienen una cantidad relativamente grande de agua. El contenido de grasa del queso normalmente se estandariza con frecuencia hasta alcanzar un contenido menor al que se observa en la tabla 6. Se adicionan algunas sustancias, tales como cultivos iniciadores, cuajo, y otras se agregan en cantidades más reducidas, como el cloruro de calcio.



Tabla 6
Principales componentes de la leche. Los valores son aproximados.

Componentes	Tamaño promedio	Conformado por	% en leche p/p)
Glóbulo graso	3,4 μm	Grasa	4,00
		Otra materia seca	0,05
Micela de caseína	0,12 μm	Caseína	2,60
		Minerales	0,20
		Agua	5,80
Suero		Azúcar de leche	4,60
		Proteínas del suero	0,65
		Otra materia seca	0,80
		Agua	81,30

La caseína está conformada por una mezcla de proteínas, principalmente α_{s1} -, α_{s2} -, β - y κ - caseína. Esta última representa aproximadamente 1/8 del total de la caseína; el cuajo la divide en para - κ - caseína y CMP caseínomacropéptido). El CMP, es decir, el 4,7% de la caseína, pasa a la solución. Las micelas remanentes de para - caseína se agrupan y forman una red, transformando a la leche en un gel. Esta red presenta cavidades de varias μm de diámetro, en las cuales quedan atrapados los glóbulos de grasa sucede lo mismo con las células somáticas, partículas de suciedad presentes y la mayoría de las bacterias).

Elaboración de la cuajada

En el proceso se distinguen varias etapas de importancia, las cuales se enumerarán a continuación, no obstante, no siempre se presentan en la misma secuencia.

- 1) **Corte lirado**): la leche coagulada es cortada en pequeñas piezas, lo que permite que se produzca la sinéresis.
- 2) **Sinéresis** es la contracción espontánea de la red de para - caseína., lo que conduce a la expulsión del líquido intersticial, es decir, el suero. La sinéresis se ve favorecida cuanto más finos sean los cortes, cuanto mayor sea la temperatura y más bajo el pH. El pH depende del índice de acidificación.
- 3) **Agitación**: la expulsión de suero se ve altamente favorecida por la presión externa, y una forma de ejercer presión externa en los granos de cuajada es a través de la agitación de la mezcla suero-cuajada.
- 4) **Sedimentación**: la sedimentación de los granos de cuajada después de la agitación) que forman una capa de cuajada ejerce presión en la cuajada y, en consecuencia, aumenta la sinéresis. En algunos casos, la presión adicional necesaria se logra a través de medios externos. Mientras más dure la acción de la presión, ya sea por agitación o con posterioridad, menos será el contenido de agua presente en la cuajada.
- 5) **Lavado de la cuajada**, es decir, la dilución con agua de la mezcla cuajada - suero, se aplica con frecuencia para reducir la concentración de lactosa y, por





consiguiente, la concentración de ácido láctico. Esto reduce la cantidad de sólidos en el suero.

- 6) **Separación de cuajada y suero:** provoca una presión considerable en la cuajada, por consiguiente, pérdida de humedad. Se elimina la mayor parte del suero libre. La humedad remanente en el queso sin madurar es esencialmente suero. La materia seca del suero consta fundamentalmente de sólidos del suero y de CMP, que representa aproximadamente el 7% (p/p), si no se realiza el lavado. Cuando en el queso permanece suero al 50%, éste representa cerca del 3,5% de materia seca.
- 7) **Fusión de los granos de cuajada:** se produce en una capa sedimentada. Este proceso es particularmente pronunciado durante la cheddarización tradicional. Por un lado, conduce a una presión adicional en la cuajada; por otro lado, hace que se ocluyan los pequeños depósitos de suero a modo de bolsa que se han formado.
- 8) El corte de la leche coagulada en pequeños trozos hace que se transfiera cierta cantidad de glóbulos de grasa al suero. Los glóbulos se atrapan mecánicamente en la red de para-caseína, no obstante el corte separa la red, liberando por consiguiente una parte de los glóbulos de grasa. La pérdida puede oscilar entre el 5% al 10% de la grasa, o más en casos excepcionales. Generalmente, la grasa en el suero se recupera por centrifugación y la crema resultante se emplea para estandarizar el siguiente lote de leche que se destine a queso en el porcentaje deseado o se utiliza para elaborar mantequilla.
- 9) El corte y la agitación también generan cierta abrasión a los granos de cuajada, por lo cual algunos finos de la cuajada son liberados con el suero. Esto representa entre el 0,2 y el 1% de la para-caseína, dependiendo de las condiciones, particularmente de la intensidad de la agitación y del grado de fineza del corte

Procesamiento posterior

- 1) **Molienda de los granos:** este proceso sólo es aplicable a queso Cheddar y variedades similares. Provoca una mayor pérdida de suero, con frecuencia el de mayor contenido de grasa y algo de cuajada.
- 2) **Moldeado y prensado:** el prensado ocasiona una pérdida considerable de suero, especialmente en variedades diferentes al Cheddar. Aún después del prensado puede continuar la pérdida de suero por sinéresis, especialmente si la temperatura del queso sin madurar permanece alta, lo cual puede llegar a ser posible en quesos grandes.
- 3) **Salado:** puede ser en seco después del molido o por salmuera después del prensado: se produce una incorporación de sal, pero a su vez, una pérdida de peso. Esto se debe a que se elimina agua de la cuajada o del queso por ósmosis parcial. La cantidad puede variar entre 1,5 y 3Kg de agua que se pierde por cada Kg de sal absorbida. Cuando se agrega sal a la cuajada seca después de haber sido molida, también se pierde algo de grasa.



- 4) **Curado:** este implica básicamente el tratamiento de la cáscara, lo que puede llevar a una pérdida de peso, pero también a una ganancia de peso, por la adición de sustancias cubritivas. Generalmente, la pérdida de peso por evaporación de agua es mayor que el incremento de peso.

Factores que afectan el rendimiento

Numerosos son los factores que pueden afectar el rendimiento del queso, aunque la mayoría de éstos pueden llegar a tener un efecto mínimo. A continuación se exponen varios factores. Sin lugar a dudas, también pueden intervenir algunas otras variables:

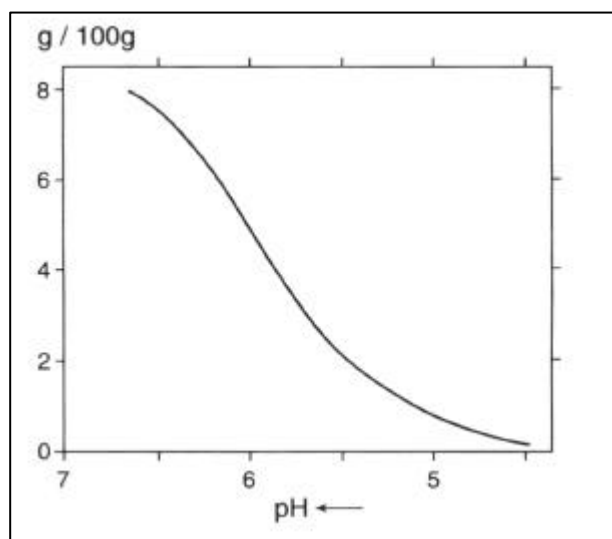
- 1) **Composición de las proteínas:** ya que sólo la caseína es transferida al queso, es importante la relación entre caseína y proteínas totales, ya que puede variar en forma significativa. Además, la relación entre κ -caseína y caseína total, que también es variable, es de mucha importancia debido a que la CMP se divide. Cabe recordar que el contenido de nitrógeno de las proteínas varía, y que la leche también contiene NNP. En consecuencia, el análisis de proteínas representa una información muy valiosa al momento de analizar el rendimiento.
- 2) **Almacenamiento en frío:** el almacenamiento refrigerado de la leche puede disminuir los rendimientos. Parte de la caseína, particularmente de la β , y parte del fosfato coloidal se solubilizan y pueden llegar a eliminarse con el suero. Al someter a la leche a tratamiento térmico, estos componentes regresan a las micelas, en un grado que depende de la temperatura y tiempo de calentamiento. El almacenamiento prolongado puede inducir la proteólisis.
- 3) **Proteólisis:** el desdoblamiento de la caseína reduce naturalmente el rendimiento. Esto podría deberse a varias enzimas:
 - Plasmina: presente en forma natural en la leche, la cual desdobla especialmente a la β -caseína, dando como resultado γ -caseína y proteasa-peptona; ésta última se pierde básicamente en el suero. La actividad de la plasmina en la leche se puede incrementar con recuentos altos de células somáticas.
 - Las enzimas producidas por microorganismos contaminantes, especialmente psicrótrofos, puede ocasionar proteólisis considerables.
 - Los microorganismos iniciadores desdoblan una parte de la caseína. Esto es particularmente importante cuando la leche está pre-acidificada antes de la coagulación, pero también sucede durante la elaboración de la cuajada cuando este proceso se prolonga demasiado; también puede producirse durante la cheddarización.
 - El cuajo utilizado puede contener una o más enzimas que producen una proteólisis adicional, además de dividir al CMP.
- 4) **Lipólisis:** si es excesiva, hace que algunos ácidos grasos libres se pierdan en el suero.



- 5) **Minerales:** el contenido de fosfato de calcio coloidal (FCC) en las micelas puede variar, por ejemplo, de 7 a 9 g por cada gr de para-caseína. El contenido de FCC se incrementa levemente si se agrega cloruro de calcio a la leche. La cantidad de FCC que se transfiere al queso depende en mayor medida del pH de la mezcla cuajada-suero en el momento de separar el suero, debido a que el FCC se solubiliza a pH bajo. Este es un efecto bastante importante, como se ilustra en la Figura 2.

Figura 2

Cantidad de componentes minerales asociados con las micelas de caseína fosfato de calcio coloidal en gr por cada 100 gr de para - caseína, en función del pH.
(Valores promedio aproximados)



- 6) **Componentes solubles en suero:** en tanto el suero está incluido en el queso, los sólidos de suero también lo están, pero menos que en forma proporcional, porque no toda el agua presente en la leche está incluida como solvente. La cantidad varía con el tamaño molecular del soluto, que va desde aproximadamente 0,2gr de agua no solvente por gr de para-caseína para moléculas pequeñas; de 0,55g por gr para la lactosa, hasta aproximadamente 3,5gr por gr para algunas proteínas. Debido a que la relación de agua y para-caseína está en el orden de 2 en muchos tipos de queso sin madurar, esto implica que en el queso no se incluirán prácticamente proteínas del suero ni CMP. También el contenido de lactosa disminuye claramente. Por otro lado, el lavado durante la elaboración de la cuajada reducirá el contenido de los sólidos presentes en el suero. Finalmente, el agua que se pierde durante el salado, también va acompañada de solutos.
- 7) **Proteína adsorbida:** algunas proteínas se adsorben en las micelas de para-caseína y pueden de esta forma, llegar al queso, por ejemplo, una parte de la



- proteosa-peptona. Esto alcanza como máximo 1gr por cada 100gr de para - caseína.
- 8) **Ultrafiltración:** ocasionalmente se aplica la ultrafiltración en la leche destinada a elaboración de queso, y en general se asume que ésta permite que se incremente el contenido de proteínas de suero en el queso. Sin embargo, hasta un factor de concentración de 3, la inclusión de las proteínas de suero permanece muy baja, debido al agua no solvente. Si la concentración es tal que después de la coagulación no hay suero para eliminar, obviamente toda la proteína de suero estará incluida y se producirá un importante incremento en el rendimiento.
- 9) **Tratamiento térmico:** el tratamiento térmico de la leche puede provocar la desnaturalización de las proteínas del suero y, posteriormente, éstas se asocian a las micelas de caseína. Por lo tanto, están incluidas en el queso. La desnaturalización completa generalmente evita la coagulación por cuajo, pero cierta desnaturalización y por consiguiente cierto incremento en el rendimiento, es posible.
- 10) **Firmeza de la cuajada:** si la cuajada no es lo suficientemente firme, la pérdida de grasa y de finos en el suero puede ser excesiva. La cuajada tendrá menos firmeza cuando:
- el contenido de caseína de la leche es bajo
 - la leche tiene un bajo contenido de iones de calcio
 - la leche ha soportado un tratamiento térmico severo
 - a causa de algunos cuajos no convencionales.
- 11) **Homogeneización:** la homogeneización de la leche hace que las pérdidas de grasa en el suero sean mínimas. Esto se debe a que los glóbulos de grasa homogeneizados contienen caseína micelar en sus revestimientos superficiales y en consecuencia, con la coagulación, comienzan a formar parte de la red de para - caseína.
- 12) **Maduración:** la mayoría de los quesos pierden agua por evaporación durante la maduración, especialmente aquellos que se maduran sin ningún tipo de cobertura. Por otra parte, la maduración puede llevar a la formación de CO₂ y NH₃, que se pierden en una importante proporción.
- 13) La **adición** de sustancias, ya sea a la leche por ejemplo, proteínas de suero desnaturalizadas) o a la cuajada, por ejemplo, especias), aumenta naturalmente el volumen de queso producido.

3.5 Composición de la leche

Indudablemente que la composición de la leche de origen ejerce una influencia significativa en el rendimiento del queso. El componente de la leche más importante en relación a la elaboración de queso, es la caseína. El rendimiento depende de la cantidad de caseína presente en la leche, en comparación con otros sólidos y también de la fracción de caseína. Las razas, época de la producción y condiciones de almacenamiento son factores clave que afectan el contenido de caseína en la leche.





La calidad composicional de la leche es un parámetro importante al determinar el rendimiento del queso. Los componentes principales de la leche que contribuyen al potencial rendimiento, son la grasa y la caseína, y estos dos componentes se usan ampliamente en las fórmulas para calcularlo. Tanto la grasa como la caseína presentan distintas tendencias estacionales, especialmente la primera, lo que da lugar a diferencias sustanciales en el rendimiento del queso a lo largo del año. Estas diferencias no sólo se relacionan básicamente a la suma de esos dos componentes, sino que también están influenciados por la proporción caseína-grasa, la cual afecta la capacidad de la cuajada para retener este último elemento.

La eficiencia en la recuperación de proteínas está determinada por la relación entre caseína y proteínas totales. Aunque los porcentajes de grasa en la leche son importantes al momento de la elaboración del queso, es la caseína quien tiene mayor relevancia en relación al rendimiento ya que arrastra hacia la cuajada, humedad y otros componentes de la leche. Las propiedades de la fracción de caseína también determinan la capacidad de retención de componentes de la leche durante la elaboración del proceso de fabricación. El coágulo que se forma con la caseína y el cuajo proporciona la red básica en la que la grasa, otros componentes de la leche y la humedad quedarán atrapados. La formación del coágulo depende del contenido de caseína de la leche, de la estructura y composición de las micelas de caseína y de los minerales de la leche.

Para lograr un mejor rendimiento en la elaboración de quesos, se debe trabajar para aumentar la proporción de caseína/proteína bruta, incrementando la capacidad de retención de grasa en la cuajada. Investigaciones recientes sugieren que es posible manipular la caseína en relación al nitrógeno total y la capacidad de retención de grasa en la cuajada usando estrategias de selección de razas.

Consideraciones sobre la selección de razas para leche destinada a quesos

Las diferencias en la composición de la leche y el potencial de rendimiento entre razas, ya están bien definidos y existen ventajas obvias en términos de rendimiento de queso cuando se utilizan leche con alto contenido de proteínas y grasa, como la de vacas Jersey o Pardo Suizo. En los últimos años, ha sido de fundamental importancia reconocer que la leche proveniente de animales individuales, de una misma raza, presenta diferencias marcadas en la formación de la cuajada. Las variaciones genéticas de las proteínas de la leche tienen una particular incidencia en las propiedades de coagulación de la leche, en la formación de la cuajada y en la eficacia de la elaboración de quesos. Se han utilizado técnicas de electroforesis para demostrar la existencia de algunas variantes genéticas entre las cuatro caseínas de la leche y las dos proteínas más importantes del suero. En la elaboración de queso, son de particular importancia las variantes genéticas de la κ -caseína, de la cual se han identificado cuatro variantes: A, B, C y D. Para cada proteína, las variantes genéticas difieren en términos de las sustituciones de aminoácidos dentro de las secuencias que los





mismos tienen en las proteínas. En la elaboración de queso, es de significativa importancia el hecho de que la variante BB de la κ -caseína está asociada con contenidos más elevados de caseína y contenidos más bajos de proteínas de suero, lo que resulta en valores finales de caseína más elevados, traducándose en un mayor rendimiento industrial. Se han observado valores para variantes de caseína AA, AB y BB de 78,91; 79,32 y 80,06. Las diferencias en las propiedades de coagulación y los tipos κ -AA y κ -BB han sido estudiados por varios grupos de investigadores y de ello está resultando evidencia clara que sostiene que el tipo κ -BB tiene efectos muy ventajosos en el rendimiento.

La formación del coágulo en la coagulación se inicia por la escisión proteolítica de la κ -caseína en el enlace entre residuos de aminoácidos 105 y 106. La liberación del macropéptido en el suero desestabiliza las micelas de caseína y la acumulación de las micelas desestabilizadas originan el coágulo. Las propiedades mejoradas de coagulación de las variantes genéticas de la κ -BB han sido asociadas con números de caseína más elevados, más calcio y niveles más altos de κ -caseína como un porcentaje de la caseína total en leche, lo que resulta en la formación de micelas más pequeñas. Se ha demostrado que las micelas de κ -BB se agregan cuando se produce el 83% de la lisis por el cuajo de la κ -caseína, mientras que es necesario llegar al 91% de la proteólisis antes de que las micelas del tipo κ -AA formen un agregado.

Los estudios sobre rendimiento en Cheddar sugieren en primer lugar, que los niveles de incorporación de grasa y de proteínas en este queso elaborado con leche del tipo κ -AA eran menores que los obtenidos que con el tipo κ -BB. Numerosos informes identifican una clara ventaja del tipo κ -BB en la retención de grasa. Se han reportado valores de retención de grasa en la cuajada del 80,9 y del 94,5% para las variantes κ -AA y κ -BB, respectivamente, y se asociaron al tamaño de las micelas.

Estacionalidad

Las diferencias por estación observadas en la composición de la leche son el resultado de la influencia de la lactancia, de la cantidad y origen del forraje, de factores ambientales; y todos tienen incidencia en el contenido de grasa y en la relación entre la caseína y el porcentaje de nitrógeno total. Para el caso de la caseína como porcentaje del nitrógeno total presente en la leche, en la región de Ontario, Canadá, se han presentado valores de entre 78,1% y 79,7%, mientras que en Escocia estos valores estuvieron entre 76,7 y 78,1%. En países tales como Irlanda se observaron variaciones más pronunciadas, ya que allí la lactancia es estacional, y en condiciones extremas las cifras para la caseína pueden llegar hasta el 70%, a finales de la lactancia. En ese período, en la leche se ven fuertemente afectadas las propiedades de coagulación y las cuajadas obtenidas son muy débiles. La dieta puede tener un efecto muy significativo en la calidad de la leche de finales de la lactación destinada a elaboración de quesos. Los cambios



en la dieta son ampliamente responsables de las diferencias en las variaciones estacionales del contenido graso, que son más significativos que los cambios en el contenido de caseína. El contenido de caseína y la composición son más difíciles de manejar a través de la dieta, pero el contenido de nitrógeno no proteico es susceptible más a los cambios en la alimentación que a los efectos de la lactancia.

Almacenamiento de la leche previo a la elaboración del queso

El almacenamiento prolongado en frío de la leche previamente a la elaboración del queso puede conducir al desarrollo de números elevados de bacterias siccótrofas, las cuales secretan proteasas, que a su vez, degradan la caseína y disminuyen el rendimiento del queso. Los informes sugieren que se produce básicamente una alteración perjudicial en las κ -caseínas, lo cual incide en las propiedades de formación de la cuajada. Para estos casos es muy útil aplicar una terminación a la leche y luego un enfriamiento a 2°C, estas son estrategias eficaces para minimizar el daño a la caseína.

Cálculo de rendimiento comparando dos leches de diferentes niveles proteicos

El siguiente es un cálculo de rendimiento tomando dos leches con diferentes niveles de proteínas de manera de observar la incidencia de este componente en el resultado final expresado en Kg. de queso obtenido.

a) Queso a elaborar: de pasta blanda tipo Cuartirolo

b) Composición del queso:

Materia grasa: 50 % de la materia seca
Humedad: 50 %
Sal: 1,5 %

c) Leche disponible:	<u>Tipo "A"</u>	<u>Tipo "B"</u>
Proteínas:	3,3 %	3,0 %
Materia Grasa:	3,5 %	3,3 %
Lactosa:	4,7 %	4,7 %
Minerales:	0,7 %	0,7 %

d) Cifras de transición (de leche a queso):

Materia grasa: 92 %
Proteínas: 75 %
Minerales: 35 %
Lactosa: 4 %



- e) Cálculo de los Kg. de sólidos no grasos que pasan de 100 Kg. de leche al queso, de acuerdo a las cifras de transición:

	<u>Tipo "A"</u>	<u>Tipo "B"</u>
Proteínas:	$3,3 \times 0,75 = 2,475$	$3,0 \times 0,75 = 2,250$
Lactosa:	$4,7 \times 0,04 = 0,188$	$4,7 \times 0,04 = 0,188$
Minerales:	$0,7 \times 0,35 = \underline{0,245}$	$0,7 \times 0,35 = \underline{0,245}$
Kgs. de sólidos no grasos	2,908	2,683

- f) Cálculo de los Kg. de sólidos no grasos presentes en el queso:

1 Kg. de queso	=	1.000 grs. de queso
		-
50 % de humedad	=	<u>500 grs. de agua</u>
		500 grs. de materia seca
		-
50 % de grasa/Mat. seca	=	<u>250 grs. de materia grasa</u>
Peso de materia seca sin grasa	=	250 grs. de sólidos no grasos
		-
1,5 % de sal sobre peso total	=	<u>15 grs. de sal</u>
		235 grs. de sólidos no grasos sin sal

Peso de los sólidos no grasos presentes en el queso a elaborar: 235 grs.

- g) Cálculo del rendimiento teórico:
Para el caso de la leche Tipo "A"

Esta leche tiene 2,908 Kg. de sólidos no grasos "disponibles" por cada 100 Kg. y se necesitan 0,235 Kg. para elaborar un kilogramo de queso, por lo tanto:

$$\begin{array}{r} 1 \text{ Kg. de queso} \text{ -----} 0,235 \text{ Kg. de sólidos no grasos} \\ X \text{ -----} 2,908 \text{ Kg. de sólidos no grasos/100 Kg. de leche} \end{array}$$

$$X = 12,37 \text{ Kg. de queso/100 Kg. de leche}$$

Por lo tanto el rendimiento posible con la leche Tipo "A" es de 12,37%

Para el caso de la leche Tipo "B"

$$\begin{array}{r} 1 \text{ Kg. de queso} \text{ -----} 0,235 \text{ Kg. de sólidos no grasos} \\ X \text{ -----} 2,683 \text{ Kg. de sólidos no grasos/100 Kg. de leche} \end{array}$$

$$X = 11,42 \text{ Kg. de queso/100 Kg. de leche}$$

Por lo tanto el rendimiento posible con la leche Tipo "B" es de 11,42%

- h) Para cada caso de debe utilizar un porcentaje de materia grasa en la leche diferente, esta cantidad está en relación a los "sólidos no grasos" disponibles, para ello se efectúan los siguientes cálculos de estandarización:



Para el caso de la leche Tipo "A"

Cada kilogramo de queso, de acuerdo a la composición establecida, debe tener 0,250 Kg. de materia grasa.

De 100 Kg. de leche y de acuerdo a lo calculado en el rendimiento se obtendrán 12,37 Kg. de queso, por lo tanto se necesitarán:

$$12,37 \times 0,250 = 3,0925 \text{ Kg. de materia grasa}$$

Como sólo el 92% de la grasa que contiene la leche está disponible para fabricar el queso (cifras de transición), por medio del siguiente cálculo se determina el nivel de materia grasa necesaria en la leche estandarizada:

$$\% \text{ de materia grasa necesaria} = \frac{3,0925 \times 100}{92} = 3,36 \%$$

Para el caso de la leche Tipo "B"

Con esta leche se obtienen 11,42 Kg. de queso por cada 100 Kg.; por lo tanto:

$$11,42 \times 0,250 = 2,855 \text{ Kg. de materia grasa}$$
$$\% \text{ de materia grasa necesaria} = \frac{2,855 \times 100}{92} = 3,10 \%$$

Estos cálculos demuestran dos aspectos principales:

- los Kg. de queso obtenidos están en relación directa con el nivel de proteínas que contenga la leche de origen.
- El nivel de materia grasa en la leche se debe adecuar, a través de la estandarización, con el nivel proteico que posea la leche.

Como resultado se puede observar claramente la diferencia en el rendimiento o kilogramos de queso que se obtienen entre una leche de 3,30 % de proteínas y otra de 3,00 % del mismo componente.

Con la primera se obtienen 12,37 Kg. de queso; y con la segunda 11,42 Kg.

La diferencia es de 0,95 Kg. de queso/100 Kg. de leche.

Si se toma como modelo una planta quesera que procesa 100.000 Kg. de leche promedio diario; dicha empresa obtendrá 950 Kg. menos de queso. En el curso de un año de producción, con los mismos costos fijos y variables, se perderá de obtener 346.750 Kg. de queso por haber trabajado con una leche que posee



0,30% menos de proteínas. Estos valores expresados en dinero representan una pérdida muy importante para cualquier empresa.

Conclusiones

Una de las consideraciones más importantes a tener en cuenta en la elaboración del queso, es la conservación del contenido y calidad de las caseínas, en relación al contenido de nitrógeno total de la leche. Estos se ven afectados por la raza, momento de la lactancia, y proteólisis bacteriana durante el almacenamiento. El contenido de caseína y su composición influyen en la formación de la cuajada y en la capacidad de ésta para retener la grasa y el resto de los componentes. En la actualidad, aparentemente las estrategias de manejo genético proporcionan el medio más efectivo para mejorar la calidad proteica de la leche destinada a la fabricación del queso.

Resumen

“En el mundo actual, las proteínas en la leche son el valor agregado de este producto que determina su calidad composicional, nutricional y tecnológica, aquellos países que no comprendan este mensaje no alcanzarán los niveles de competitividad que demanda el comercio internacional de lácteos”.

El vocablo proteínas deriva de la palabra griega **proteoís** que significa “de primera clase”, lo que pone de manifiesto la enorme importancia biológica de estas sustancias en la naturaleza y en la vida de las personas.

Las proteínas son largas cadenas constituidas por eslabones, donde cada eslabón es una sustancia más pequeña denominada aminoácido, juegan un papel fundamental en los sistemas biológicos. Sin proteínas no habría vida. Nuestro cuerpo es un edificio conformado por ladrillos de proteínas.

Las proteínas son polímeros muy complejos, constituidos por 20 aminoácidos diferentes.

“Convengamos que tenemos una reserva no totalmente explotada, de altísima calidad biológica y de muy bajo costo, constituida por las proteínas de la leche”. “Los gobiernos deben otorgarle a la lechería de sus pueblos una función estratégica de manera que garantice la adecuada alimentación de las personas, fijando políticas de promoción y desarrollo”. “Sólo aquellos niños que reciben su cuota diaria de proteínas serán adultos que puedan aspirar a tener un desarrollo normal, los subalimentados manifestarán, tarde o temprano, problemas físicos y de coeficiente intelectual”.

En referencia a la calidad composicional, uno de los aspectos más relevantes a controlar en una leche cruda es su nivel en proteínas. Este parámetro arroja una información de suma utilidad a la hora de tener que determinar el destino comercial que se le dará a la leche en cuestión. Para una empresa de fabricación de productos lácteos, siempre le resultará más conveniente destinar las leches



más ricas en proteínas a la elaboración de productos concentrados (quesos y leche en polvo preferentemente), que utilizarla para la gama de los llamados productos frescos. La causa está fundamentada en el incremento de los rendimientos industriales que ofrece estas leches, con las lógicas consecuencias favorables en los beneficios económicos obtenidos.

Países como Canadá, Bélgica, Dinamarca, Suecia, Holanda, Argentina, Austria, España, Alemania, Estados Unidos, Francia, Australia y Nueva Zelanda; sólo por nombrar a los principales productores de leche en el mundo, utilizan el control de proteínas en leche cruda como criterio para el pago de la misma. Las leches más ricas en proteínas arrojan mayores beneficios para el productor lechero y para el sector industrial.

Cuando la leche se transforma en queso se concentran las proteínas y la grasa, mientras que los otros componentes, particularmente el agua, se eliminan en forma de suero.

El rendimiento, al igual que la composición del queso, está determinado por las propiedades de la leche, fundamentalmente por la cantidad de proteína que se transfiere de la leche al queso, lo que hace de la proteína, un componente "clave". También se debe considerar la influencia que ejerce el almacenamiento de la leche a bajas temperaturas y los fenómenos de proteólisis.

En la actualidad, aparentemente las estrategias de manejo genético proporcionan el medio más efectivo para mejorar la calidad proteica de la leche destinada a la fabricación del queso.

BIBLIOGRAFÍA

BANKS, J.M.; The quality of milk in relation to manufacture. J. Soc. Dairy Technology, 1990.

BERRA, Carlos; ¿Por qué proteína?, II Seminario Internacional sobre Calidad de leche "Competitividad y Proteína", Colanta, 1999.

FENNEMA, Owen; Food Chemistry, Third Edition, Year 2000.

FOX, CHAPMAN & HALL; Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology; Vols. 1 & 2, 2nd edition, London 1993.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION; Milk protein: definition and standardization. Brussels; IDF, 1995. 127 p. (IDF/FIL 9502).

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION; Protein: definition. Brussels; IDF, 1994. 87 p. (IDF/FIL 9403).



INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION; Milk protein polymorphism: Brussels; IDF, 1997. 480 p. (IDF/FIL 9702).

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION; Practical Guide for Control of Cheese Yield. Brussels; IDF/FIL, 2000.

WALSTRA, Pieter; Practical Guide for Control of Cheese Yield. Department Of Food Science Wageningen Agricultural University the Netherlands, 2000.

