



# QUESERÍA INDUSTRIAL



*Autores:*

Vladimir Suárez Solís

Omar Martínez Mora

María Ruilova Cueva

Favián Maza Valle

Henry Peláez Rodríguez

Vladimir Suárez Solís

Omar Martínez Mora

María Ruilova Cueva

Favián Maza Valle

Henry Peláez Rodríguez

ISBN: 978-9942-8949-2-2



**QUESERÍA INDUSTRIAL**





Primera Edición, septiembre 2021

Quesería Industrial

**ISBN:** 978-9942-8949-2-2 (eBook)

Editado por:

Universidad Técnica de Babahoyo

Avenida Universitaria Km 2.5 Vía a Montalvo

Teléfono: 052 570 368

© Reservados todos los derechos 2020

Babahoyo, Ecuador

[www.utb.edu.ec](http://www.utb.edu.ec)

E-mail: [editorial@utb.edu.ec](mailto:editorial@utb.edu.ec)

Este texto ha sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos.

Diseño y diagramación, montaje y producción editorial

Universidad Técnica de Babahoyo

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

*Queda prohibida toda la reproducción de la obra o partes de la misma por cualquier medio, sin la preceptiva autorización previa.*



## **PREFACIO**

La obra presenta un esbozo sobre los orígenes y evolución del queso como alimento a lo largo de la historia hasta nuestros días. Partiendo de una exposición detallada de la materia prima principal, la leche, se analiza la composición y características físico-químicas principales de ésta, que permiten evaluar su calidad para la fabricación de quesos. Especial atención se ha prestado a la descripción minuciosa de los distintos eventos tecnológicos que forman parte de la producción de una amplia gama de quesos, incluyendo los fundidos. Se explican los factores a tener en cuenta para la obtención de un adecuado rendimiento, así como su control y métodos de cálculo y expresión. Se identifican las causas posibles de defectos y alteraciones más frecuentes, así como las vías de erradicación o atenuación. Brinda una interesante información abreviada acerca de algunos de los quesos más famosos a nivel internacional.

Se propone como una herramienta de trabajo y de consulta para técnicos y especialistas de pequeñas y medianas empresas productoras del sector quesero, alumnos universitarios de las carreras de alimentos, de escuelas de Lactología o Quesería y todos aquellos interesados en ampliar sus conocimientos sobre el arte de la quesería.

Los Autores



## CONTENIDO

CAPÍTULO I .....	1
ORIGEN, DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN .....	2
Origen .....	2
Definición .....	3
Clasificación .....	4
CAPÍTULO II .....	7
LA LECHE COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE QUESO .....	8
Composición de la leche .....	8
El agua .....	9
La grasa .....	10
Proteínas .....	12
Lactosa .....	14
Sales minerales .....	15
Enzimas .....	16
Vitaminas .....	17
Gases .....	18
Pigmentos .....	18
Materia celular .....	19
Características físico-químicas de la leche .....	19
Acidez .....	19
Densidad .....	20
Temperatura de Ebullición y Congelación .....	20
Viscosidad .....	20
Calidad de la leche para la fabricación de queso .....	21
CAPÍTULO III .....	23
PREPARACIÓN DE LA LECHE PARA QUESO .....	24
Clarificación .....	24
Estandarización .....	25
Homogeneización .....	27
Pasteurización .....	29
La ultrafiltración (UF) .....	30

CAPÍTULO IV .....	35
USO DE CULTIVOS INICIADORES.....	36
Definición y funciones de un cultivo iniciador .....	36
Formas en que se presentan .....	39
Los microorganismos NSLAB .....	41
CAPÍTULO V .....	43
ADITIVOS UTILIZADOS EN QUESERÍA .....	44
CAPÍTULO VI.....	48
COAGULACIÓN DE LA LECHE .....	49
La coagulación enzimática .....	49
Enzimas coagulantes .....	50
La coagulación acida .....	52
CAPÍTULO VII.....	54
TECNOLOGÍA DE LA ELABORACIÓN DE QUESOS .....	55
Corte, calentamiento y tratamiento del coágulo y grano.....	57
Corte de la cuajada.....	57
Calentamiento de la cuajada.....	58
Lavado de la cuajada y del grano .....	60
Desuerado .....	61
Moldeo, prensado, salado y oreo de los quesos .....	62
Moldeado.....	62
Prensado .....	64
Salado .....	65
Oreo.....	69
Maduración .....	69
Lactosa .....	70
Proteínas .....	70
Grasa.....	72
Regulación de la maduración.....	73
La corteza del queso .....	75
Tecnología de queso sin corteza.....	75
CAPÍTULO VIII.....	78

RENDIMIENTO QUESERO .....	79
Factores influyentes .....	79
Control del rendimiento .....	82
CAPÍTULO IX.....	84
PRINCIPALES FACTORES QUE DETERMINAN LAS CARACTERÍSTICAS DE UN QUESO .....	85
CAPÍTULO X.....	88
QUESOS FUNDIDOS .....	89
Definición .....	89
Fundamento teórico .....	89
Importancia .....	90
Materias primas .....	91
Queso .....	91
Las sales fundentes .....	92
El agua .....	96
Derivados lácteos .....	97
Otras materias primas o aditivos.....	97
Factores reguladores del proceso .....	98
Temperatura .....	98
Duración .....	98
El vapor .....	98
La agitación .....	99
El vacío.....	99
El nivel de pH y acidez.....	99
Proceso de elaboración.....	99
Elaboración de la fórmula .....	99
Operaciones básicas .....	100
Cálculos técnicos .....	101
CAPÍTULO XI.....	104
QUESOS ANÁLOGOS.....	105
Definición .....	105
Similitud con los quesos fundidos .....	105
Materias primas .....	105

Proteínas .....	105
Grasas .....	105
Hidrocoloides .....	106
Otras materias primas.....	107
Proceso tecnológico .....	107
Cálculos técnicos .....	107
CAPÍTULO XII.....	112
DEFECTOS DE LOS QUESOS.....	113
Quesos enzimáticos duros y semiduros .....	113
Defectos de sabor y olor .....	113
Defectos de consistencia .....	118
Defectos de aspecto al corte.....	120
Defectos en el aspecto exterior.....	123
Defectos de color de la masa.....	128
Defectos provocados por insectos .....	129
Quesos blandos .....	130
Defectos de sabor y olor .....	130
Defectos de consistencia .....	133
Defectos en aspecto exterior .....	134
Defecto de color de la masa .....	135
Quesos fundidos .....	136
Defectos de sabor y olor .....	136
Defectos de consistencia .....	137
CAPÍTULO XIII.....	139
ASPECTOS NUTRICIONALES DEL QUESO .....	140
CAPÍTULO XIV.....	143
CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS DE LOS QUESOS MÁS CONOCIDOS INTERNACIONALMENTE .....	144
Parmesano.....	144
Emmental.....	144
Mozzarella.....	145
Roquefort .....	145
Cheddar .....	146

Manchego .....	147
Gouda .....	147
Camembert .....	148
Feta.....	148
Pecorino Romano .....	149
Gruyere .....	149
Brie .....	150
BIBLIOGRAFÍA .....	151
ANEXOS .....	154

# **CAPÍTULO I**

## **ORIGEN, DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

## ORIGEN, DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

### Origen

El consumo regular de leche animal se remonta a la época en el que el hombre dejó de ser nómada y comenzó a domesticar animales principalmente ovejas y cabras que pudieran satisfacer sus necesidades de alimentación y vestido. Los orígenes de la elaboración del queso están en discusión y no se pueden datar con exactitud, aunque se estima que se encuentran entre el año 8000 a. C. (cuando se domestica la oveja) y el 3000 a. C. Sin embargo, existen evidencias arqueológicas precisas de que hace más de 6000 años las vacas fueron ordeñadas por el hombre en grandes jarras semejantes a las cántaras actuales. Es probable, por lo tanto, que la leche se obtuviera de las vacas en forma primitiva mucho tiempo antes. Puede decirse con certeza, que la leche se acidifica rápidamente en los climas cálidos, igual que los jugos de frutas sufrían fermentaciones alcohólicas y de esta forma, el queso y la mantequilla crudos o no acabados, se convirtieron en los primeros derivados lácteos. La mantequilla y el queso tienen una historia muy antigua, se mencionan ya en las primeras escrituras conocidas y casi sin excepción por todos los clásicos de la literatura universal. Es probable que ambos fueran hechos en primera instancia por accidente, es decir, la mantequilla por la agitación de la leche en un tiempo cálido y el queso al transportar la leche en estómagos de animales la acción de sus enzimas coagulantes convertía la leche acidificada en una masa sólida.

Los orígenes de la elaboración del queso no se conocerán nunca con certeza, pero se sabe que el queso fue consumido en Asia varios milenios (a.n.e.) y se menciona frecuentemente en la Biblia. Se han encontrado en murales de tumbas del Antiguo Egipto, datadas sobre el 2300 a. C., inscripciones donde se muestra la manufactura del queso.

La mitología de la Antigua Grecia atribuía a Aristeo el descubrimiento del queso. En La Odisea de Homero (siglo VIII a. C.) se describe a un Cíclope haciendo y almacenando quesos de oveja y quesos de cabra. En los tiempos de la Antigua Roma era un alimento que se consumía a diario, y su proceso de fabricación no distaba demasiado a como se hace actualmente fuera del ámbito industrial. Roma extendió sus técnicas en la manufactura del queso por gran parte de Europa, introduciéndolas en regiones sin conocimiento de ellas hasta el momento.

Desde la época del Imperio Romano hasta alrededor de 1600 fueron pocos los avances experimentados por la quesería como industria. Sin embargo, el comercio se volvió más sistemático y las tiendas de venta de quesos comenzaron a surgir. Los mercados de queso, bien establecidos, eran lugares habituales en las grandes ciudades del siglo XVI.

Muchas de las variedades actuales son centenarias por tradición. Así tenemos que el Roquefort posee una historia de más de 1000 años y el Cheddar es conocido hace ya más de 500 años. El Roquefort se menciona en los registros del Monasterio de Conques de 1070. Como muchas invenciones su descubrimiento fue accidental. Se dice que un pastor dejó en una cueva un queso crudo y regresó por él algunas semanas más tarde, cuando un moho verde había

crecido en el interior del agrietado y reseco queso. Al notar que éste poseía un atractivo sabor, lo contó a los monjes del lugar quienes desarrollaron el hoy famoso en el mundo queso Roquefort.

A pesar de los avances en la ganadería lechera, desde 1600 en adelante no surgieron avances significativos en la tecnología del queso hasta alrededor de 1870 cuando fue puesto en el mercado un cuajo comercial preparado por Hansen en Dinamarca.

Alrededor de 1900 tuvieron lugar cinco mejoras relevantes en la tecnología del queso: el uso de la acidez titulable como medida de control durante la elaboración; la introducción de cultivos puros de estreptococos lácticos como “iniciadores”; el calentamiento moderado o la pasteurización de la leche para destruir los microorganismos indeseables; la maduración o fermentación refrigerada introducida en EEUU y el comienzo de la fabricación del queso fundido en 1911 por Kraft. Desde 1900 a 1945 fueron pocos los avances realizados con la excepción del descubrimiento de los bacteriófagos en Nueva Zelandia en los años 30 como la causa principal del fallo del cultivo “iniciador”. En años más recientes tuvieron lugar grandes logros en cuanto a la mecanización de los procesos en quesería, los métodos de empaque, la concentración de la leche mediante técnicas de filtración a nivel molecular (Ultrafiltración, Ósmosis Inversa, Microfiltración).

Actualmente, el desarrollo de la tecnología en la industria quesera en los países altamente industrializados se ha apoyado más en la ingeniería que en nuevas ideas científicas, lo que ha permitido crear líneas de producción continua, en las que la leche se introduce por un extremo y la cuajada moldeada sale por el otro.

## **Definición**

La gran variedad de tipos de quesos hace difícil una simple definición. Así tenemos que la que expresa “la cuajada de la leche producida por la actividad enzimática y la subsecuente separación del suero del coágulo para dar una cuajada más sólida que es el queso”, no abarca los quesos de suero, ácido, crema y otros producidos por técnicas nuevas (ósmosis inversa) y por lo tanto no es aceptable universalmente.

El Código de Principios referente a la leche y los productos lácteos y normas derivadas proyectado por la FAO/OMS ofrece la siguiente:

“Queso es el producto fresco o madurado obtenido mediante drenaje (del líquido) después de la coagulación de la leche, crema, leche descremada, suero de mantequilla o una combinación de ellos”. Esta tampoco es aplicable al queso de suero ni a los obtenidos por procesos novedosos. Existe una segunda definición en dicho código para el queso de suero: “Es el producto obtenido por la concentración o coagulación del suero, con o sin adición de leche o de grasa láctea”.

En este caso la definición es aplicable a varios quesos europeos: Ziger (Alemania), Mysost, Gjetost, etc. (países escandinavos), Urda (Rumania) y Ricotta (Italia).

Resulta muy difícil, si no imposible, dar una definición corta, clara y concisa del queso que abarcara todos los productos agrupados bajo esta denominación. En este sentido la definición de

Davis parece ser una de las más completas: “Es la cuajada o sustancia formada por la coagulación de la leche de ciertos mamíferos por el cuajo o enzimas similares en presencia de ácido láctico producido por microorganismos añadidos o espontáneos, de la cual, parte de la humedad ha sido eliminada por el corte, calentamiento y/o prensado, que ha sido colocada en un molde y madurada por la permanencia durante algún tiempo a temperaturas y humedades adecuadas”.

Resumiendo la definición anterior, la elaboración del queso consiste esencialmente en tres etapas:

- 1.- Coagulación de la leche por el cuajo y el ácido láctico.
- 2.- Rompimiento de la cuajada y eliminación de la mayor parte del suero.
- 3.- Maduración de la cuajada parcialmente desuerada.

## **Clasificación**

La clasificación de los quesos puede variar de un país a otro, y se toman en cuenta uno o más de los siguientes aspectos técnicos: tipo de leche, forma y tamaño, tipo de corteza, forma de coagulación, consistencia, contenido de materia grasa, forma de preparación y maduración.

Antes de profundizar en este aspecto es necesario tener una concepción clara del significado de los términos variedad, variante y sinónimo.

**Variiedad:** El término variedad se usa para distinguir quesos bien definidos como son Cheddar, Roquefort, Gorgonzola, Gruyere, etc.

**Variante:** El término variante es usado para distinguir grados dentro de una variedad, por ejemplo: Cheddar Inglés, Cheddar Americano, Cheddar Neozelandés, etc. También se usa comúnmente la palabra con este propósito en el ramo del queso (comercio, industria, etc).

**Sinónimo:** Se utiliza cuando la misma variedad se vende bajo diferentes nombres por razones legales, históricas o geográficas. Ejemplo de sinónimos son el Port du Salut, Port Salut y Saint Paulin. Algunos nombres comerciales pueden ser considerados como sinónimos. Algunos sinónimos aparecieron como resultado de los efectos de nuevos métodos de fabricar o empacar variedades tradicionales.

La gran cantidad de variedades de quesos, aparte de las variantes dentro de cada variedad debido al tamaño, forma, envasado o revestimiento, así como el lugar de fabricación, tipo de leche, etc., hace extremadamente complicada la clasificación de los quesos.

Es obvio que no resultará fácil tener en cuenta características como tamaño, forma, peso, color, aspectos externos y porcentajes de grasa en extracto seco (GES), contenidos de sal, de humedad en materia desgrasada, etc.

A continuación, presentamos una clasificación muy amplia que no incluye el tipo de leche. Otros aspectos que se omiten son: forma, aspecto externo, tipo de corteza y demás.

Tabla 1. Clasificación de los quesos según su consistencia

Consistencia firmeza	HQD (%)	Contenido de grasa	GES (%)	Contenido de humedad	H (%)	Temperatura de cocción	°C
Muy duro	<51	Alto	>60	Muy alto	55-80	Alta	55
Duro	49-56	Entero	45-60	Alto	45-55	Media	40
Semiduro	54-63	Medio	25-45	Medio	35-45	Baja	35
Semiblando	61-69	Bajo	10-25	Bajo	<34	Sin cocción	30
Blando/Fresco	>67	Descremado	<10				

H.Q.D. Humedad del queso desgrasado

G.E.S. Grasa en extracto seco

Tabla 2. Método de maduración

Cultivos iniciadores	Sin ojos Con ojos
Mohos	Superficie (blanco) Interno (Azul)
Variado	Superficie mucilaginoso No madurado

Veamos otro ejemplo de clasificación del queso respecto a las características de maduración que contiene variedades representativas, por lo que quizás resulte un poco más útil.

Tabla 3. Clases de queso según su maduración

Clases de queso	Ejemplos de Variedades
Muy duro	Parmesano
Duro (con ojos gaseosos)	Cheddar
Duro (con ojos)	Emmental
Semiduro	Port du Salut
Blando (no madurado)	Cambridge
Blando (madurado)	Couloumier
Madurado de corteza untada	Limburg
Madurado de corteza con hongos	Camembert
Madurado interno con hongos	Roquefort
Coagulación ácida	Cottage
Muy graso (Crema)	Crema

Resumiendo, se puede afirmar que dada la gran variedad de quesos existentes resulta muy difícil establecer una división rígida entre ellos, por cuanto las características que sirven para

agruparlos son múltiples y no siempre son comunes a todas las variedades y algunas de estas no pueden ser racionalmente ubicadas en los grupos de algunos sistemas.

Así, considerando el método de coagulación, se podrían dividir en quesos al ácido y al cuajo. De acuerdo a la maduración se podrían agrupar en frescos, no madurados y madurados y estos a su vez se podrían subdividir en madurados por bacterias y por hongos (aunque en estos últimos también actúen bacterias). Según la textura podrían ser con ojos o sin ojos. En cuanto a la consistencia (la característica más usada en muchas clasificaciones) se podrían dividir en blandos, semiblandos, firmes, semiduros y muy duros.

Según el método de fabricación y tratamiento del grano, se podrían agrupar en quesos de pasta cruda y cocida. En fin, el número resultante de las clasificaciones y sus combinaciones es muy grande y se prestaría a confusiones por cuanto nos llevaría a agrupar quesos que en realidad poseen características muy distintas en el mismo grupo determinado a penas por un pequeño aspecto de elaboración.

La Federación Internacional de Lechería (FIL) completó entre 1962-1964 la primera lista de quesos producidos en el territorio de los países miembros. Esta lista se complementó varias veces y constituyó la base del catálogo preliminar publicado por la FIL en 1971. Este catálogo enumera las características de las variedades de acuerdo con los encabezamientos siguientes:

1. País de origen
2. Tipo de leche (vaca, oveja, búfala, etc)
3. Tipo de queso (duro, semiduro, blando, fresco, coagulación o de suero)
4. Características internas (textura abierta o cerrada, ojos grandes, medianos o pequeños, rajaduras, veteados con hongos azules-verdes o blancos, adición de especias o hierbas)
5. Características externas (corteza dura o blanda, seca o untada, hongo blanco o verde, parafinado sin corteza)
6. Peso del queso
7. Grasa en extracto seco (% mínimo)
8. Humedad (% máximo)
9. Humedad en materia desgrasada

El catálogo ampliado en 1981 por la FIL incluye 510 nombres de quesos elaborados en 29 países. A todas luces es el trabajo más completo en lo que respecta a la agrupación o clasificación de los quesos dada la relativamente amplia información que ofrece al respecto.

## **CAPÍTULO II**

### **LA LECHE COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE QUESO**

## LA LECHE COMO MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE QUESO

### Composición de la leche

Históricamente la leche de varias especies de mamíferos ha sido utilizada en la elaboración de quesos. Sin embargo, la leche es extremadamente variable en su composición según la especie, de un animal a otro, por lo que solo se puede hablar de una composición probable o aproximada. No obstante, la elaboración del queso no depende solamente de los macrocomponentes (proteína, grasa, lactosa, sales minerales), sino también de su microestructura, como los ácidos grasos, caseínas, albúminas, globulinas y otros, de sus características organolépticas, físico-químicas y de la naturaleza de su microflora.

Existen ciertas diferencias en la composición de la leche, las que pueden estar dadas por los factores siguientes: raza, período de lactación, alimentación, condiciones de manutención, estado de salud del animal, época del año, clima, método de ordeño, región geográfica, características individuales del animal y varios otros. Por esta razón, es común utilizar el término “composición promedio o aproximada” cuando se hace referencia por ejemplo a la de la leche de una raza, región o período del año. A modo de ilustración, presentamos una composición aproximada dada por R. Scott para la leche de vaca:

Tabla 4. Composición química aproximada de leche de vaca

Macrocomponentes	%	Microcomponentes																								
Grasa	3,75	Principales triglicéridos y algunos diglicéridos (C4-C18, C18:2, C18:3, C20:2, C20:3)																								
Lípidos	0,05	Lecitina, cefalina, esfingomielina																								
Proteínas	3,38	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Caseínas</td> <td style="width: 33%;">2,78%</td> <td style="width: 33%;">α-Lactoalbúmina</td> <td style="width: 33%;">0,13%</td> </tr> <tr> <td>α-Caseína</td> <td>1,67%</td> <td>β-Lactoglobulina</td> <td>0,35%</td> </tr> <tr> <td>β-Caseína</td> <td>0,62%</td> <td>Inmunoglobulina</td> <td>0,08%</td> </tr> <tr> <td>γ-Caseína</td> <td>0,12%</td> <td>Seroalbúmina</td> <td>0,04%</td> </tr> <tr> <td>κ-Caseína</td> <td>0,37%</td> <td>Lactosa</td> <td>5,00%</td> </tr> <tr> <td>Proteínas Séricas</td> <td>0,60%</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Caseínas	2,78%	α-Lactoalbúmina	0,13%	α-Caseína	1,67%	β-Lactoglobulina	0,35%	β-Caseína	0,62%	Inmunoglobulina	0,08%	γ-Caseína	0,12%	Seroalbúmina	0,04%	κ-Caseína	0,37%	Lactosa	5,00%	Proteínas Séricas	0,60%		
Caseínas	2,78%	α-Lactoalbúmina	0,13%																							
α-Caseína	1,67%	β-Lactoglobulina	0,35%																							
β-Caseína	0,62%	Inmunoglobulina	0,08%																							
γ-Caseína	0,12%	Seroalbúmina	0,04%																							
κ-Caseína	0,37%	Lactosa	5,00%																							
Proteínas Séricas	0,60%																									
Sales minerales	0,90	Calcio, magnesio, sodio, potasio, fosfatos, citratos, cloruros, sulfatos (hierro, manganeso, cobre, cobalto, etc.)																								
Agua	87,00																									
Pigmentos		Caroteno, riboflavina																								
Enzimas		Lipasas, proteasas, reductasas, fosfatasas, catalasas, lactoperoxidasas, etc.																								
Vitaminas		Liposolubles: A, D, E y K Hidrosolubles: C y del grupo B																								
Gases		Oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, etc.																								
Materia Celular		Células epiteliales, leucocitos																								
Microorganismos		Bacterias (de la forma normal de la ubre) Contaminantes (bacterias, hongos, levaduras)																								

Veamos la composición aproximada de la leche de otras especies que siguen a la leche de vaca en volumen de producción a escala mundial y que se destinan también a la elaboración de quesos en diferentes latitudes:

Tabla 5. Composición química de la leche de diferentes fuentes

Componentes	Búfala	Cabra	Oveja
Grasa %	6,32	3,32	6,04
Proteínas %	4,78	3,30	5,35
Lactosa %	5,36	4,27	4,51
Sales Minerales %	0,75	0,75	0,96
Sólidos Totales	17,24	11,69	16,93
Calcio mg/100g	172,00	95,00	198,00
Fósforo mg/100g	126,00	104,00	116,00
Sodio mg/100g	34,00	44,00	53,00
Potasio mg/100g	126,00	14,00	180,00
Magnesio mg/100g	15,00	40,00	16,00

Por ser la leche de vaca la más utilizada universalmente en la elaboración de quesos, en lo adelante al referirnos a la leche se sobreentenderá de vaca.

### **El agua**

El contenido de agua en la leche oscila generalmente entre 86-89%. Ella condiciona el estado físico del producto, sin su participación no pueden tener lugar los procesos físico-químicos y biológicos. La mayor parte (83-86%) está constituida por el *agua libre*, en la que se encuentran disueltos la lactosa, sales minerales y ácidos orgánicos e inorgánicos, así como compuestos aromáticos y otros. El *agua libre* juega un papel primordial en la elaboración del queso, ya que en su presencia ocurren múltiples reacciones químicas, y se desarrollan los procesos microbiológicos.

Solo un 3-3,5% del total del agua en la leche es *agua enlazada* con las proteínas y otras sustancias e incluye el agua de hidratación y de cristalización. El *agua enlazada* rodea las partículas de proteínas y otros compuestos, formando sobre su superficie una capa compacta que impide su unión. El agua de hidratación es captada por las proteínas, que poseen la capacidad de hincharse. El agua de cristalización se encuentra fuertemente enlazada a las sustancias cristalinas, especialmente la lactosa. *El agua enlazada* alcanza hasta un 25% en el queso. En ella no pueden ocurrir los procesos microbiológicos.

## La grasa

La grasa de la leche es una fuente de componentes responsables en parte del sabor y el aroma, así como del cuerpo en la maduración del queso. El efecto que ejerce la grasa depende no solo de la variedad de queso, sino también de la composición y características físicas de ella misma. La grasa presente en la leche se encuentra en forma de una emulsión acuosa de pequeños glóbulos, que en la leche bovina alcanzan un tamaño entre 0,1 y 22µm, en dependencia de la raza de cada animal.

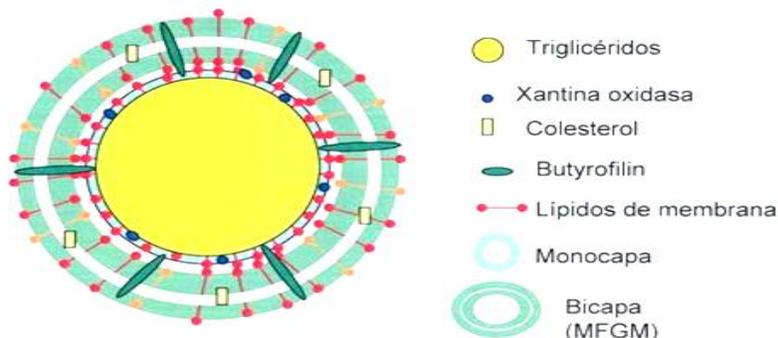
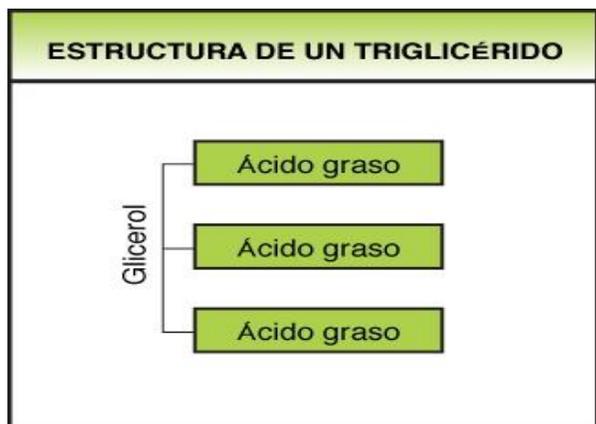


Figura 1. Estructura general del glóbulo de grasa de la leche bovina

Dentro de los glóbulos, la grasa láctea constituye una formación u ordenación extremadamente compleja de ácidos grasos que se encuentran unidos a una molécula de glicerol. Si al glicerol está unido un ácido graso, estamos en presencia de un monoglicérido, si se unen dos, se forma un diglicérido, mientras que la combinación de glicerol con tres ácidos grasos recibe el nombre de triglicérido. El núcleo central del glóbulo de grasa está compuesto mayormente de triglicéridos, aunque los di y monoglicéridos también están presentes, además de pequeñas cantidades de ácidos grasos libres.

Los triglicéridos componen el 98% de la grasa láctea. Suelen ser mezcla de diferentes tipos de ácidos grasos y de la proporción relativa de cada tipo depende la naturaleza de la grasa. A su vez, la composición de ácidos grasos puede variar en dependencia de la alimentación, la época del año, el período de lactancia, las características del animal y otras causas.



Los ácidos grasos se distinguen por el número de átomos de carbono (desde 4 hasta 26) y por los enlaces dobles de la cadena. En caso de no tener enlaces dobles, todos los carbonos de la cadena están unidos al máximo número de átomos de hidrógeno y entonces el ácido graso se llama *saturado*. Si hay un enlace doble, dos de los átomos de carbono carecen de un átomo de hidrógeno cada uno y entonces recibe el nombre de *monoinsaturado*.

Los ácidos grasos poliinsaturados poseen dos o más enlaces dobles en su cadena.

La longitud de la cadena de carbonos y el grado de saturación rigen las propiedades de cada tipo de ácido graso. Así tenemos que los ácidos grasos de cadenas más largas y carentes de dobles enlaces, tienden a tener bajos puntos de fusión y suelen ser sólidos a la temperatura de 20-25 °C, mientras que los insaturados son líquidos.

Los triglicéridos son generalmente inactivos y solamente cuando se encuentran en posición de ser atacados por las enzimas, se descomponen total o parcialmente. También actúan como solventes para otros lípidos y compuestos hallados en la grasa. Fosfolípidos, cerebrósidos, esteroides (colesterol), pigmentos (carotenoides), antioxidantes (tocoferoles) y otras sustancias como aldehídos, cetonas, etc, pueden estar presentes en el glóbulo de grasa. Algunos de estos componentes contribuyen al sabor y pueden ser liberados en la lipólisis de la grasa.

La distribución de los ácidos grasos en el radical de glicerol es muy diversa, pero cerca del 40% de la grasa está compuesta por los ácidos oleico y palmítico con un ácido de cadena corta entre ellos (Ej. óleo-capro-palmítico). Pueden encontrarse grasas totalmente saturadas (Ej. Palmito-mirístico-esteárico), pero frecuentemente está presente un ácido insaturado (Ej. Óleo-butírico-palmítico u óleo-caprílico-esteárico). No se han hallado, sin embargo, triglicéridos del tipo trioleico o tripalmítico.

La degradación de los ácidos grasos produce cetoácidos y cetonas dando origen al sabor y al aroma. Si bien el sabor del queso proviene de una mezcla química extremadamente compleja, es a partir de los ácidos grasos de cadenas más cortas (C4-C14) que se derivan cetonas de gran importancia.

La acidez es un término frecuentemente usado para denotar la presencia de ácidos grasos libres volátiles, generalmente ácido butírico. La lipólisis de las grasas simples libera ácidos grasos indivisibles del radical de glicerol. Una agitación violenta o la homogeneización pueden hacer las grasas libres más accesibles para las lipasas.

Tabla 6. Rango de variación de los ácidos grasos en las grasas de leche de vaca.

Ácido graso	Variación	
	%min.	%máx.
Butírico C4	2,7	4,5
Caprónico C6	1,3	2,2
Caprílico C8	0,9	2,9
Cáprico C10	1,8	3,9
Láurico C12	2,0	5,0
Mirístico C14	7,0	11,5
Palmítico C16	22,5	29,5
Esteárico C18	7,0	14,2
Oleico C18:1	30,0	41,0
Otros ácidos*	2,5	8,2

\*Incluye linoleico, linolénico, araquidónico, etc.

El sabor rancio puede producirse intencionalmente de forma controlada. Así tenemos que algunos queseros italianos adicionan lipasas para producir sabores fuertes “típicos”.

Los ácidos de cadena corta (Ej. butírico) pueden hallarse disueltos en el suero junto con el fórmico, acético y el propiónico. El grupo de lípidos asociados a las grasas, a pesar de estar presente sólo en pequeñas cantidades, es importante durante el procesamiento debido a su influencia sobre otros componentes.

Este grupo de lípidos incluye los esteroides (colesterol), cerebrósidos y particularmente los fosfolípidos. Estos últimos son los más tensoactivos de los lípidos e incluyen la lecitina y la cefalina. Los fosfolípidos están íntimamente asociados con las proteínas, con la porción lipídica de las lipoproteínas, especialmente las de la membrana del glóbulo de grasa.

En fin, la grasa láctea confiere al queso un sabor agradable, mejora su consistencia, amortigua la compactación fuerte de la caseína, suaviza la estructura, permite la retención de agua y aumenta el rendimiento.

### **Proteínas**

Las proteínas en la leche pueden dividirse en dos grandes grupos principales:

- ✓ El complejo caseínico, que existe fundamentalmente en estado de suspensión coloidal y
- ✓ Las proteínas séricas que se encuentran en solución en el suero.

El primero alcanza aproximadamente el 77-80% del contenido proteínico total de la leche, mientras que en el segundo es del 17-20%.

Las proteínas consisten en series de aminoácidos unidos en una formación, frecuentemente en forma de hélice, que da a la proteína su carácter y capacidad de reaccionar.

Si la forma es de hélice, las espirales se cruzan con el fin de proveer mayor estabilidad. De este modo algunas proteínas son elásticas y pueden contraerse, mientras que otras muestran un carácter más rígido.

Cuando la proteína se desnaturaliza por el calor o por el ácido, estas características cambian y la proteína resulta menos afectada por influencias externas.

La caseína, la principal proteína láctea, está presente generalmente en forma de micelas. La micela es un complejo compuesto de muchas unidades de caseína que a su vez están compuestas de cadenas de aminoácidos. Las secuencias de aminoácidos de las caseínas individuales han sido explicadas en muchos trabajos, ellas determinan cambios en las propiedades de cada variante. Una unidad de caseína completa está formada por aproximadamente 40% de  $\alpha$ -caseína, 35% de  $\beta$ -caseína, 15% de  $\kappa$ -caseína y 10% de otros componentes (en peso).

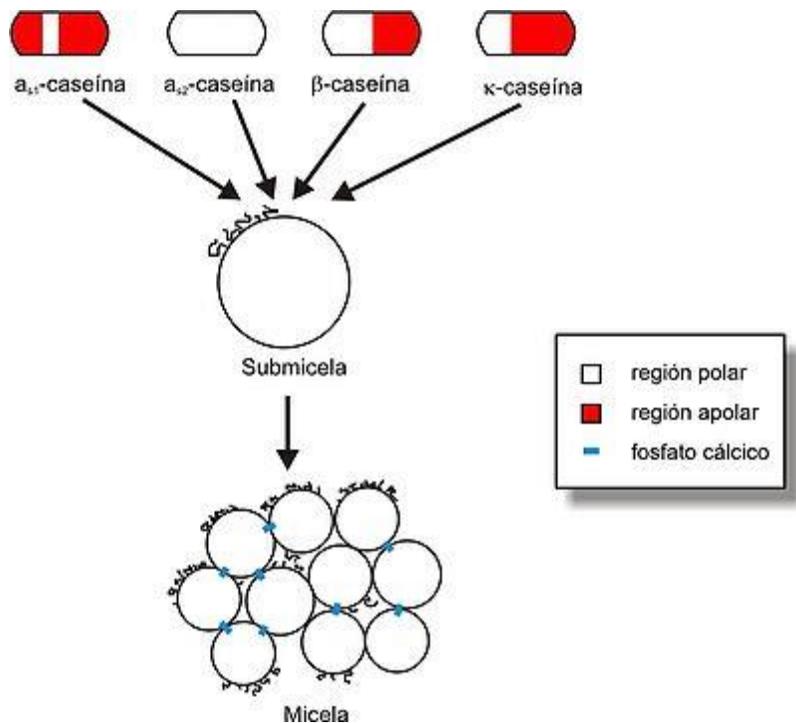


Figura 2. Miscelas de caseína

La  $\alpha$ -caseína se ha determinado en cuatro variantes, las que están asociadas genéticamente con algunas razas. Se han demostrado algunos de los efectos de estas variantes genéticas de las proteínas lácteas en cuanto a la tensión de la cuajada, pH y la estabilidad al calor, específicamente cuando la  $\beta$ -lactoglobulina está presente.

La variante A de la  $\alpha$ -caseína consta de 186 aminoácidos, mientras que las variantes B, C y D tienen 199. En la maduración del queso las  $\alpha$ -caseínas pueden descomponerse en péptidos más pequeños ( $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\alpha_{s3}$ ,  $\alpha_{s4}$ ,  $\alpha_{s5}$ ) cada uno con un sabor diferente según el aminoácido terminal. Algunos autores han sugerido que la fenilalanina como ácido terminal causa amargor, otros han hallado que la solubilidad de las caseínas varía considerablemente.

La  $\beta$ -caseína constituye el 30-35% del complejo caseínico y su cadena polipeptídica tiene 209 aminoácidos. Sus variantes son  $\beta$ -caseína A y B (Jersey),  $\beta$ -caseína D (Cebú) y el tipo E (Piamontesa).

Las  $\gamma$ -caseínas son una parte de la cadena de la  $\beta$ -caseína y al menos existen 4 variantes con ligeras diferencias en la longitud de la cadena: R, TSB, S y TSA2.

La  $\kappa$ -caseína tiene 169 aminoácidos en su cadena y consta de dos variantes, A y B. Representa sólo el 11-15% del complejo caseínico. No obstante su pequeña proporción en la micela, la  $\kappa$  caseína tiene gran importancia en la leche destinada a la elaboración de queso, por su capacidad estabilizadora de la  $\alpha$ -caseína y su resistencia de coagulación. Todas las variantes de  $\kappa$ -caseína estabilizan las variantes de  $\alpha$ -caseína.

El contenido de proteínas del suero lácteo es aproximadamente 0,6% incluyendo 0,3% de  $\beta$ -lactoglobulina y 0,13% de  $\alpha$ -lactoalbúmina, además de seroalbúmina e inmunoglobulinas. Las proteínas del suero se encuentran en solución y no forman coloides a la manera de las caseínas. La  $\beta$ -lactoglobulina pasa al estado de agregación cuando se somete al calentamiento y en la leche puede reaccionar con la  $\kappa$ -caseína, originando un mayor tiempo de floculación. Además, la interacción entre la  $\beta$ -lactoglobulina y la caseína tiende a formar cuajadas más suaves que pierden la humedad más lentamente.

Las proteínas del suero no forman cuajadas tan elásticas o con la capacidad de encogerse, de la caseína y por tanto tienden a retener humedad, favoreciendo así el crecimiento de las bacterias. En quesería, las proteínas del suero están envueltas en la cuajada, pero al ser solubles, una parte se libera con el suero cuando el coágulo se rompe. La parte que permanece en la cuajada participa en la formación del cuerpo y ayuda a crear una reserva de aminoácidos que actúan como metabolitos para las bacterias que contribuyen al desarrollo del sabor y el aroma.

Tanto el calostro como la leche mastítica tienen un alto contenido de proteínas del suero y no son utilizables debido a las dificultades que causan en el secado de las cuajadas.

### **Lactosa**

El contenido medio en lactosa de la leche es de 5%. La lactosa es un glúcido reductor que pertenece al grupo de los disacáridos, su hidrólisis produce una molécula de glucosa y otra de galactosa. Es menos dulce y menos soluble que la sacarosa. En la leche se encuentra en estado de solución verdadera.

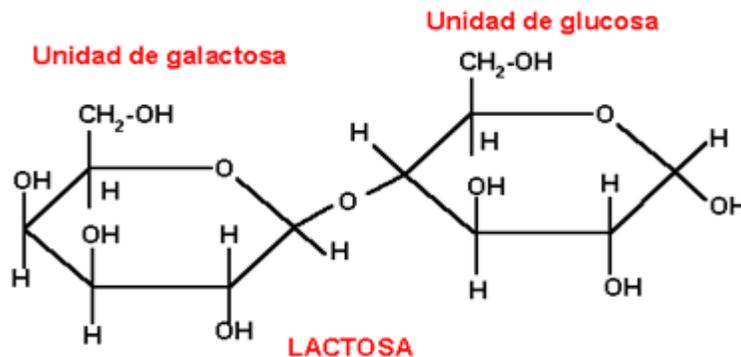


Figura 3. Estructura de la Lactosa

La lactosa puede ser objeto de fermentación. Por acción de los microorganismos pueden producirse fermentaciones acidolácticas, propiónicas, alcohólicas o butíricas. Así, pueden obtenerse los ácidos, láctico, propiónico, y butírico, gas carbónico, alcohol y muchos otros compuestos intermedios y finales que confieren al queso un determinado sabor.

La evolución más frecuente y a la vez más importante es su transformación en ácido láctico, por numerosas bacterias.

Esta reacción se acompaña, en general, de la producción de sustancias secundarias en cantidades más o menos apreciables, según los gérmenes responsables de la degradación y las condiciones en las que actúan. Algunas de estas sustancias, como el diacetilo, desempeñan un papel importante en la formación del aroma de los productos lácteos.

El ácido láctico puede ser transformado también en ácido propiónico y gas carbónico por acción de las bacterias propiónicas. Esta es una de las fermentaciones que se producen durante la maduración de los quesos de pasta cocida (Gruyere, Emmetal). La fermentación propiónica es la causa de los “ojos” cuyo conjunto constituye la “abertura” del queso.

El ácido láctico puede incluso, dar origen al ácido butírico, cuando sobre él actúan gérmenes anaerobios del género *Clostridium*. En la formación de este ácido, de olor desagradable, se desprende el hidrógeno, provocando la hinchazón de los quesos.

### ***Sales minerales***

Resulta prácticamente imposible determinar con precisión la composición salina de la leche. Por análisis químico se determinan los aniones y los cationes, pero no sus uniones entre sí. Por otra parte, las materias minerales se encuentran en la leche en dos formas que están en equilibrio: soluble y coloidal. Este equilibrio es lábil y puede modificarse a cada instante por diversos factores como la temperatura, el pH y otros.

Las sustancias normalmente clasificadas como “cenizas” o materias minerales tienen una importancia extrema en las leches destinadas al queso.

Estas cenizas contienen una gran cantidad de elementos metálicos: Potasio, Sodio, Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre, Cobalto, Cinc, Cromo y Níquel; así como elementos no metálicos: Azufre, Cloro, Fósforo, Yodo, etc. Las cenizas incluyen los radicales sulfato, fosfato y cloruro, pero los citratos se destruyen durante el proceso de incineración, en igual forma que el fósforo de las caseínas y las lecitinas, se transforma en ácido fosfórico y el azufre de los prótidos se convierte en sulfatos. Es por ello que el contenido de cenizas en la leche es más bajo (alrededor de 0,7%) que el de las denominadas sales minerales.

En general, se han informado unos 250 elementos en la leche de vaca, aunque algunos de ellos dependen de la alimentación del animal.

A pesar de que algunos componentes se encuentran solo como trazas son muy importantes en cuanto a las enzimas y otras estructuras. Ejemplos típicos son: el cobalto que forma el centro de la vitamina del complejo B12, el magnesio en la arginasa, el molibdeno en la xantina oxidasa y el hierro en la xantina oxidasa y la lactoperoxidasa.

Las sales de mayor importancia para los procesos de la elaboración del queso son las de calcio y magnesio de los ácidos fosfórico y cítrico. El magnesio parece ser el único no capacitado para contribuir a la formación de la micela, pero si para mantener un equilibrio estable en la leche. Es el calcio (como fosfato) el que integra la estructura del complejo caseínico. Aunque el pH y la temperatura influyen sobre el equilibrio, aproximadamente dos tercios del calcio es coloidal y un

tercio está en solución. El calcio reactivo es menos de la décima parte del total de la leche, ya que la mayoría se encuentra en complejos con fosfato, citrato y caseínas. La cantidad de calcio disponible afecta el tamaño de los agregados de caseína por lo que la adición de cloruro de calcio antes de la coagulación tiende a incrementar el tamaño micelar de la caseína. Por otra parte, la dilución de la leche con agua antes de la coagulación puede dispersar las micelas en unidades más pequeñas.

## Enzimas

Las enzimas constituyen un grupo de proteínas que tienen la capacidad de provocar reacciones químicas y de afectar el curso y la velocidad de tales reacciones. Realizan su actividad sin ser consumidas, por lo que también se les llama *biocatalizadores*. Su acción es específica, es decir, cada tipo de enzima cataliza exclusivamente un tipo de reacción.

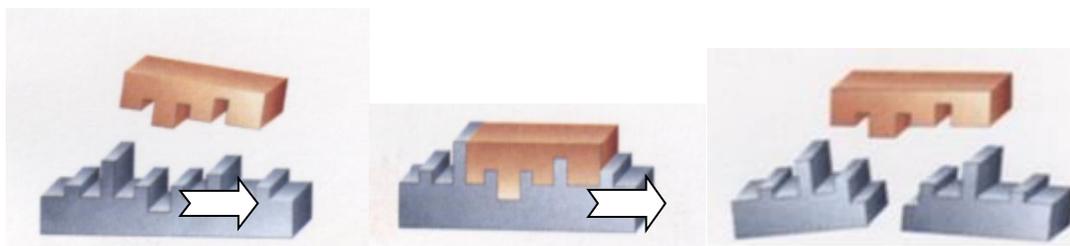


Figura 4. Mecanismo de acción de las enzimas

Se han encontrado en la leche aproximadamente 40 enzimas, unas naturales, otras producidas por los microorganismos presentes. Las principales halladas normalmente en la leche incluyen lactoperoxidasa, catalasa, aldolasa, lactasa y los grupos de fosfatasas, lipasas, esterasas, proteasas, amilasas, oxidasas y reductasas.

Las proteasas en la leche provocan reacciones de suma importancia en la producción de quesos, ya que se encargan de catalizar la hidrólisis de las uniones de los aminoácidos de la cadena proteica, dando origen a las peptonas, péptidos y aminoácidos libres.

La lipasa hidroliza los glicéridos con liberación de ácidos grasos y glicerina. Además de la que está presente en la leche, puede ser segregada por numerosos microorganismos (bacterias y mohos). Se inactiva por calentamiento a 70° C durante unos segundos, aunque las de origen microbiano pueden resistir 80° C y más.

La lactasa ejerce su acción sobre la lactosa, provocando la hidrólisis de ésta en dos monosacáridos: glucosa y galactosa.

La fosfatasa se destruye mediante una pasterización ordinaria (75 °C/20 s). Esta propiedad es utilizada para determinar si se ha alcanzado la temperatura de pasteurización, mediante la realización de una prueba de comprobación denominada *test de la fosfatasa de Scharer*, frecuentemente empleada en el control de la calidad.

La lactoperoxidasa es altamente estable al calor y por ello su presencia o no en la leche se ha utilizado para caracterizar el tratamiento térmico entre pasteurización y ultra alta temperatura (UHT). La pasteurización a 68 °C no la afecta, a 73 °C durante 15 segundos se reduce al 70-85 %, pero a 80 °C por 15 segundos se desactiva completamente, al igual que a temperaturas superiores a los 100 °C.

## **Vitaminas**

Al grupo de las *liposolubles* pertenecen las vitaminas A, D, E y K.

La vitamina A: Se forma en la mucosa intestinal de los animales a partir de los carotenos  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ . Estos son de intenso color amarillo y confieren a la leche y al queso una tonalidad característica, lo que es más señalado en los climas fríos en los meses de verano, cuando el ganado consume pastos naturales. El caroteno es de estos isómeros, el de mayor actividad biológica.

Los rayos ultravioletas de la luz solar son el factor de conservación de las pro vitaminas ergosterol y 7-dehidrocolesterol en vitamina D, cuya forma principal es la D3. Es estable al calentamiento y la oxidación y está relacionada con el metabolismo del calcio y el fósforo y el mantenimiento de los niveles apropiados de estas sustancias en la sangre y los huesos.

Los tocoferoles:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\Delta$  constituyen las fracciones componentes de la vitamina E. Son poderosos antioxidantes y preservan las grasas de la rancidez y la vitamina A de la oxidación. Su papel en la maduración del queso no está claramente determinado, pero su capacidad antioxidante puede tener algún efecto sobre aquellos sabores que se deben a las grasas en el queso madurado.

La vitamina K: Es estable al calor, pero lábil a la oxidación y a la luz. Su función esencial es mantener una actividad coagulante normal en la sangre. No se ha determinado su participación en la maduración del queso.

En el grupo de las vitaminas *hidrosolubles* se incluyen las del grupo B y el ácido ascórbico (vitamina C).

Las vitaminas del grupo B: Son constituyentes esenciales de las propiedades nutritivas del queso, así como de la actividad metabólica de los microorganismos. La Tiamina (vitamina B1) es un nutriente esencial para el crecimiento del ser humano. La pasteurización destruye un 2-3% mientras que la esterilización destruye casi completamente esta vitamina. La Riboflavina (vitamina B2) proporciona el color verde amarillo característico del suero. Es resistente al tratamiento térmico normal y aunque su contenido decrece durante la maduración del queso, algunos microorganismos pueden incrementarlo.

La Niacina: Denominada también Acido Nicotínico o vitamina PP, es resistente al tratamiento térmico de la leche para queso y en su mayoría pasa al suero.

La Piridoxina (Vitamina B6): Está presente en el suero mayormente en forma libre. Es resistente a la pasteurización y esencial en procesos metabólicos de los microorganismos. Está relacionada con muchas reacciones enzimáticas que incluyen la interconversión de aminoácidos. Estas reacciones son de gran importancia en el desarrollo del sabor del queso.

El Ácido Pantoténico: Es resistente al tratamiento térmico normal, forma parte del cofermento A de gran importancia en la síntesis de los ácidos grasos, triglicéridos, fosfolípidos, ácido cítrico y otros. Interviene en reacciones que tienen lugar durante la maduración del queso.

La Biotina (vitamina H) y el ácido fólico: Integran también el grupo de la vitamina B. Ambas sustancias intervienen en reacciones enzimáticas importantes en el metabolismo de los microorganismos. También intervienen en la maduración del queso y revisten una importancia nutricional.

La más importante nutricionalmente dentro del grupo, es quizás la vitamina B12 o cianocobalamina. Es lábil a los ácidos, álcalis y la luz. Su pérdida durante el tratamiento térmico de la leche es aproximadamente el 10%. Es la más compleja de todas las vitaminas y está enlazada a las proteínas de la leche.

El ácido ascórbico o vitamina C: Tiene un carácter esencial desde el punto de vista nutricional. Es sensible al calor, sobre todo prolongado. La pasteurización a baja temperatura (61-65°C/30min) la destruye en un 20-30% mientras que la pasteurización HTST no la afecta mucho. Es susceptible a la oxidación enzimática, a la aireación y a la presencia de contaminación metálica (hierro y cobre). Su presencia en el queso es nula o muy baja durante la maduración. Alrededor del 65-90% de esta vitamina se pierde en el suero.

## **Gases**

Durante la obtención, conservación, transportación y procesamiento, la leche tiene contacto con el aire, cuyos gases se disuelven en ella siguiendo la ley general de disolución de los gases en el agua. El contenido total de gases en 1 litro de leche puede alcanzar 60-80 ml, de ellos el 50-70% corresponden al CO<sub>2</sub>, 5-10% al Oxígeno y 20-30% al Nitrógeno. De la misma forma, en el transcurso de la clarificación, el bombeo o la transportación, la cantidad de Oxígeno puede aumentar, permitiendo el desarrollo del potencial de oxidación-reducción y con ello la aparición en la leche de un gusto oxidado durante la conservación. Por otra parte, cuando ocurre la pasteurización, el Oxígeno disuelto y el gas carbónico se volatilizan, provocando la disminución del potencial de oxidación-reducción y la acidez titulada de la leche.

## **Pigmentos**

La leche contiene pigmentos solubles en grasa, pertenecientes al grupo de los carotenoides, precursores de la vitamina A: el caroteno y la xantofila, que provienen de las plantas que consume el animal. Son responsables de la tonalidad amarilla de la leche y la mantequilla. La tonalidad amarillo-verdosa que presenta el suero obtenido de la fabricación de queso, se debe a la

presencia del lactocromo y la lactoflavina (conocida también como Riboflavina o vitamina B2), compuestos solubles en agua.

### ***Materia celular***

La leche contiene elementos celulares, los cuales se encuentran incluso en las secreciones de animales sanos, aunque el número y tipos de células pueden variar considerablemente. Las células provienen de los conductos del canal del pezón, cisterna y conductillos de la ubre, aunque algunas pueden llegar a la leche desde la superficie externa de la ubre y los pezones, células epiteliales. El contenido celular es con frecuencia una indicación útil de la enfermedad de la ubre. La leche de una ubre normal debe contener menos de 200000 leucocitos por mililitro.

### **Características físico-químicas de la leche**

#### ***Acidez***

La expresión de la acidez de la leche se realiza de dos formas: la *acidez titulada* y la *acidez activa*.

La primera, llamada también *acidez total*, es un concepto totalmente convencional, que se expresa en varias formas (grados Dornic = °D, Thörner = °T, Soxhlet Henkel = °SH, Normales = °N o % de ácido láctico)\* todas ellas basadas en la titulación de cierta cantidad de leche con una solución de hidróxido de sodio o potasio, de concentración variable, de acuerdo al sistema de expresión. La *acidez titulada* está determinada por la composición de la leche, en primer lugar, por el contenido de fosfatos y citratos, las sustancias proteicas, el CO<sub>2</sub> disuelto y otros compuestos químicos capaces de reaccionar con un álcali, en presencia del indicador fenolftaleína.

Por su parte, la acidez activa expresa la concentración de iones H<sup>+</sup> en la leche a través del conocido indicador pH. La leche posee propiedades anfóteras condicionadas por la peculiaridad de sus proteínas de contar con la presencia de grupos amínicos, de carácter básico y carboxilos, de carácter ácido, capaces de reaccionar con el ácido añadido (o base). Los fosfatos también contribuyen a este fenómeno mediante su transformación de monofosfato a difosfato de sodio o potasio y viceversa. Lo mismo ocurre con los citratos. Estos fenómenos explican el estrecho margen en que se mantiene el pH de la leche.

No existe una dependencia directa entre la acidez titulada y la acidez activa. Esta última, dentro de ciertos límites, no puede caracterizar la frescura de una leche, ya que el aumento de la acidez titulada hasta 21 – 22 °T (~0,20% ácido láctico), prácticamente no varía el valor del pH. En un queso fresco, la acidez titulada puede alcanzar hasta más de 200 °T (1,8 % de ácido láctico), mientras que el pH no es inferior a 5.

La acidez normal de la leche recién ordeñada puede alcanzar 15-18 °T (0,14-0,17 % de ácido láctico), mientras que el pH oscila entre 6,6 y 6,8 (\*Ver Anexo 1).

## ***Densidad***

La relación que existe entre una masa de leche y el volumen que ocupa a la temperatura de 20 °C se denomina densidad y su valor medio se encuentra entre 1,027 y 1,032 g/cm<sup>3</sup>. Este indicador depende de la temperatura (disminuye cuando ésta aumenta), de la composición (disminuye con el aumento del contenido de grasa, y aumenta con el incremento de la cantidad de proteínas, lactosa y sales minerales) y de la presión que actúa sobre ella.

Generalmente se mide utilizando un areómetro o densímetro, especialmente calibrado para este fin y cuya lectura se expresa con frecuencia en grados de areómetro, tomando los dos últimos dígitos de la medición (1,030 g/cm<sup>3</sup> o 30 grados).

La densidad de la leche varía cuando ocurre una falsificación por adición de agua. Cada 10 % de adición de agua provoca una disminución media de 0,003 g/cm<sup>3</sup> o 3 grados de areómetro. Igualmente aumenta si se le extrae crema o si se añade leche descremada.

## ***Temperatura de Ebullición y Congelación***

La leche hierve a una temperatura ligeramente superior a la del agua, de 100,17 a 100,55 °C. Las pequeñísimas variaciones en el punto de ebullición, apenas perceptibles, se deben a las variaciones en el contenido de sustancias sólidas de la leche.

El punto de congelación de la leche se encuentra entre -0,54 a -0,57 °C. La determinación del punto de congelación en el crioscopio se utiliza para comprobar la adulteración de la leche con agua. La adición de 1 % de agua aumenta la temperatura de congelación en 0,006 °C aproximadamente. Al inicio del período de lactación el punto de congelación es más bajo, aumenta después y al final disminuye nuevamente.

## ***Viscosidad***

La viscosidad de la leche es la expresión de la resistencia que experimenta al moverse cada una de sus partículas en relación con las otras que le rodean, o sea la fricción interna de sus partículas. La leche tiene una viscosidad mayor que el agua y depende en gran medida del contenido de caseína y grasa, del grado de dispersión de la micela de caseína y los glóbulos de grasa, de sus niveles de hidratación y agregación. Las proteínas de suero y la lactosa influyen en menor en la viscosidad. Durante la conservación y los distintos tratamientos a los que se somete la leche (bombeo, homogeneización, pasteurización, etc.) la viscosidad se incrementa debido al aumento del grado de dispersión de la grasa, al crecimiento de las partículas proteicas, a la adsorción de las proteínas en la superficie de los glóbulos de grasa, etc. El valor medio de la viscosidad de la leche normal es de 0,0013 a 0,0022 Pa.s, con una media de alrededor de 0,0018 Pa.s

## Calidad de la leche para la fabricación de queso

La calidad de la leche para la elaboración de queso depende de sus características organolépticas, físico-químicas y de la naturaleza de su microflora. Es idónea cuando posee un color, sabor, olor y composición (en lo que se refiere a sus proteínas, grasas y sales minerales) normales y cuando cuenta con una microflora apropiada y buena aptitud para la coagulación.

La leche que se destine a la elaboración de queso debe ser objeto de una rigurosa selección, ante todo por sus indicadores organolépticos, ya que defectos de sabor, color y olor provocarían los correspondientes defectos en el queso. En cualquier caso, deberá cumplir todos los requerimientos sanitarios y las reglas veterinarias para la evaluación de la leche de animales enfermos. Debe preverse que la leche obtenida de vacas enfermas con mastitis influye negativamente en la calidad del queso.

Para conseguir un buen rendimiento en queso resulta indispensable que la leche tenga una adecuada riqueza en todos sus componentes, sobre todo en caseína y grasa.

La aptitud de la leche para coagular bajo la acción del cuajo constituye una de sus requisitos fundamentales en quesería. Si se añaden a la leche procedente de distintas vacas cantidades iguales de cuajo, podrá observarse que presentan distintos tiempos de coagulación. Las diferencias pueden ser muy grandes. Los tiempos de coagulación de las leches de mezcla son más uniformes, pero también varían.

El tiempo de coagulación de una leche depende de su acidez. En las leches de elevada acidez (bajo pH), el cuajo es más activo y la gelificación de la caseína más rápida. También influyen otros aspectos, como la temperatura de la leche y su composición, que puede variar por los factores ya explicados.

La leche que coagula mal bajo la acción del cuajo, produce una cuajada blanda que desuera mal, lo que alarga el tiempo total de elaboración del queso. La capacidad de la leche para la coagulación se ve afectada negativamente por el calentamiento a temperaturas de pasteurización. Este efecto se debe a la precipitación de las sales de calcio y al descenso de la acidez provocado por el desprendimiento de  $\text{CO}_2$ . Por esta razón se hace necesario incorporar sales cálcicas a las leches pasteurizadas que se destinan a la fabricación de queso. La pasteurización reduce además el diámetro de las micelas de caseína, lo que también afecta negativamente la coagulación.

La leche cruda procedente de vacas que han ingerido grandes cantidades de ensilado o bagazo de cervecería, coagula mal, debido a un contenido insuficiente de sales de calcio. Basta suplir este, para mejorar su coagulación.

Sobre la coagulación por el cuajo influyen también el tiempo y la temperatura de almacenamiento de la leche después de su pasteurización. Se ha comprobado que almacenada a  $5^\circ\text{C}$  tarda más en coagular que a  $20^\circ\text{C}$ . En cualquier caso, nunca lo hace tan bien como la leche cruda. Este fenómeno está relacionado con las transformaciones que sufren las proteínas

y las sales en el curso de la pasteurización. Es absolutamente necesario medir la capacidad de la leche para la coagulación, antes de añadir el cuajo.

El calostro, la leche ordeñada durante los primeros días después del parto, no es apta para la fabricación de queso, debido a su composición diferente de la leche normal. Las industrias queseras sólo utilizan leches obtenidas después de los 10-11 días posteriores al parto. Hacia el final de la lactación se modifica otra vez la composición de la leche, se vuelve salina por lo que deja de ser apropiada para el queso.

La microflora de la leche interviene en forma decisiva en la calidad del queso fabricado, la flora de la leche procede de la ubre, aparatos y utensilios de ordeño, el pienso e incluso del aire, y es cualitativamente muy variada.

La leche fresca, recién ordeñada, posee propiedades bacteriostáticas, por lo que los microorganismos no pueden desarrollarse en ella. Contiene inhibidores como lacteninas (lisozimas). Si la leche recién ordeñada se mantiene a 4-5° C, conserva durante mucho tiempo sus propiedades bacteriostáticas, pero aunque carezca de microorganismos nocivos, no puede destinarse a la fabricación del queso sin tratamiento previo. Es necesario someterla a un proceso de maduración, a fin de elevar un poco su acidez, alrededor de 0,01-0,03% de ácido láctico, consiguiéndose así solubilizar sus fosfatos insolubles y modificar algunas de sus propiedades físicas y coloidoquímicas.

La maduración de la leche es consecuencia de la proliferación de las bacterias, que la fermentan produciendo ácido láctico. La fermentación debe interrumpirse en el momento adecuado, en dependencia del tipo de queso a fabricar.

Son diversos los métodos que pueden emplearse para la maduración de la leche. La leche fresca se recolecta en tanques y se mantiene a 8-10° C durante 10-15 horas hasta alcanzar el aumento de la acidez requerido. También pueden incorporarse a la leche fresca fermentos preparados a partir de cultivos lácticos puros, con lo que se garantiza un aumento de la acidez hasta 0,16-0,18 % de ácido láctico.

El método más seguro para madurar la leche pasteurizada consiste en añadirle fermentos bacterianos, para lo cual se pasteuriza primero a 72-74° C, se enfría luego a 20-22° C y se le añade un 0,5-0,8% de cultivo de cepas seleccionadas. Una vez alcanzada la acidez requerida, se enfría a 10-12° C y se conserva hasta su uso.

También puede madurarse la leche mezclando la fresca con 15-40% de leche ya madura (la proporción adecuada varía con el tipo de queso).

## **CAPÍTULO III**

### **PREPARACIÓN DE LA LECHE PARA QUESO**

## PREPARACIÓN DE LA LECHE PARA QUESO

### Clarificación

La clarificación centrífuga ha sido utilizada durante muchos años para eliminar impurezas de la leche que los filtros ordinarios no retienen. La centrifugación de la leche por un clarificador operado a 6000 r.p.m o más, suprime muchas de las materias de pequeño tamaño que tienen una gravedad específica superior a 1,032 Kg/l, en particular, suciedades, células y aglomeraciones de microorganismos. La leche se clarifica normalmente a 32-38 °C.

A pesar de que la clarificación es un proceso más eficiente que la simple filtración, algunos autores señalan que el uso de la clarificación se ha descontinuado en la elaboración de quesos, entre otros motivos, debido a que los conglomerados de bacterias, reducidos a grupos más pequeños, tienen mejor acceso a los nutrientes y crecen más rápidamente en la leche. Sin embargo, el principio de la centrifugación continuó desarrollándose hasta llegar a la bactofugación.

La bactofugación de la leche está encaminada a eliminar, por centrifugación las bacterias y esporas. Desafortunadamente el volumen de bactofugado es aproximadamente del 3% del volumen total de la leche y el contenido de proteínas alcanza 6,8%, las que constituyen pérdidas muy elevadas en leches destinadas a la elaboración de quesos.

En la industria láctea la Microfiltración se utiliza para la reducción del número de bacterias en la leche descremada, lactosuero y salmueras. También se utiliza para la reducción del contenido de grasa del suero destinado a la elaboración de concentrados proteicos y para el fraccionamiento de proteínas.

Las técnicas clásicas empleadas para incrementar la conservación y la seguridad de la leche se basan en los tratamientos térmicos, tales como la pasteurización y la esterilización. Dichas técnicas modifican algunas propiedades sensoriales de la leche como, por ejemplo, su sabor. La microfiltración constituye una alternativa a los tratamientos térmicos cada vez más empleada para reducir la presencia de bacterias y mejorar la seguridad microbiológica de los productos lácteos, preservando su sabor. La leche fresca microfiltrada se conserva durante más tiempo que la leche fresca pasteurizada tradicionalmente. Por otra parte, existe una novedad en la tecnología de las membranas aplicada a la fabricación que garantiza una seguridad higiénica similar a la "termización" de la leche desnatada a 50 °C, lo que se aprovecha para eliminar microorganismos no deseados de la leche fresca utilizada para elaborar quesos a base de leche cruda.

Debido a la alta eficiencia en la reducción de bacterias, la *microfiltración* permite la producción de quesos duros y semiduros sin necesidad de aditivos químicos para inhibir el crecimiento de las esporas de *Clostridium*.

Las membranas usadas para la *microfiltración* tienen un tamaño de poro de 0,1 – 10 µm. Estas membranas de micro-filtración retienen todas las bacterias.

## Estandarización

La estandarización de la leche persigue dos objetivos:

1. Elaborar un queso cuya composición cumpla con los patrones o estándares establecidos y
2. Lograr el uso más económico de los componentes de la leche, en armonía con la aceptación de los consumidores.

Desde hace años la leche para queso se estandariza en cuanto a su contenido de grasa en muchos países. Quesos de variados niveles de grasa han aparecido en los mercados: 50, 45, 40, 30, 20% de grasa en materia seca. La mayoría de los países tradicionalmente queseros estandarizan la leche para queso, mientras que en otros estandarizan solo los de queso que tienen normas establecidas.

Como ya se ha explicado, la composición de la leche varía con la época del año, por lo que el queso puede sufrir, algunas veces, desbalances en la relación grasa/proteína. Como estos componentes constituyen fundamentalmente el cuerpo del queso, resulta razonable estandarizar la leche a la relación grasa/proteína (caseína) que brinde una calidad satisfactoria y estable durante todo el año.

Para estandarizar la relación grasa/proteína de la leche destinada a la elaboración de quesos es necesario conocer el contenido de caseína en la leche. Mediante el método de formol o un analizador de proteína se puede calcular el contenido de caseína. Esto puede calcularse también sobre la base de los datos de leches procesadas anteriormente y que fueron debidamente analizadas.

Para garantizar un máximo rendimiento en grasa hay que establecer una relación óptima entre el contenido en caseína y grasa de la leche, lo que exige conocer el rendimiento en cada variedad de queso, de la grasa, la caseína y el resto del extracto seco de la leche.

Existen varios métodos o procedimientos para determinar el contenido de grasa en la leche destinada a la fabricación del queso como componente de mayor variabilidad y en dependencia del contenido de grasa deseado en este. Analicemos algunos.

Mediante la siguiente fórmula es posible calcular el contenido de grasa en el extracto seco del queso:

$$y = 100 \frac{f}{f + \frac{\beta}{\alpha} r}$$

Dónde: y- Porcentaje de grasa en el extracto seco del queso;

f- Porcentaje en grasa de la leche o mezcla destinada al queso;

$\alpha$ - Porcentaje de la grasa que pasa al queso;

$\beta$ - Porcentaje de extracto magro de la leche que pasa al queso;

r- Porcentaje de extracto magro que contiene la leche destinada al queso

Supongamos que para la fabricación de un queso se parte de una leche de  $f = 2,8\%$  de contenido de grasa y  $r = 8,0\%$  de extracto magro, de los que respectivamente pasan al queso  $\alpha = 90\%$  de grasa y  $\beta = 38,5\%$  de extracto magro, entonces sustituyendo en la fórmula anterior tenemos:

$$y = 100 \frac{2,8}{2,8 + \frac{38,5}{90} \times 8} = 45\%$$

Contando con estos datos es posible calcular por adelantado, para cada tipo de queso, el porcentaje de grasa que necesita tener la leche para elaborar un queso con el contenido de grasa en el extracto seco requerido. En este ejemplo puede decirse que para elaborar un queso con porcentaje de grasa en el extracto seco de 45%, la leche debe contener 2,8% de grasa.

La ecuación anterior puede reorganizarse despejando  $f$ , es decir, en función de determinar el contenido de grasa que debe contener la leche para la fabricación de un queso de contenido de grasa en el extracto seco prefijado o normado:

$$f = \frac{\beta * ry}{100 - y}; \text{ sustituyendo } f = \frac{\frac{38,5}{90} \times 8 \times 45}{100 - 45} = 2,8\%$$

Estos valores no son exactos, constituyen una aproximación cercana a la realidad que deben ser precisados en la práctica de sucesivas producciones.

Otro procedimiento aproximado está basado en la determinación del contenido proteico por el método del formol:

$$G = \frac{K \times Prot \times G/ES}{100}$$

G= grasa de la leche normalizada

K= índice que depende de la grasa en extracto seco del queso

Prot= contenido de proteína en la leche

G/ES= contenido de grasa en extracto seco en el queso

Tabla 7. Valores de K según el contenido de grasa en extracto seco en el queso.

Grasa extracto seco	Valor de K
40	1,90
45	2,02
50	2,09 - 2,15

Una relación normal de caseína/grasa para el queso Cheddar es 0,7:1. De esta forma, si la caseína alcanza 2,7% en la leche, el porcentaje de grasa requerido será de  $2,7/0,7 = 3,85\%$  o si la caseína es de 2,1% se requerirá  $2,1/0,7 = 3,0\%$ .

Las cantidades de leche entera, descremada, crema o leche estandarizada pueden calcularse por métodos tradicionales como el cuadrado de Pearson o el método del triángulo.

El uso de silos de gran capacidad hace menos complicada la estandarización en línea mediante el empleo de una centrífuga descremadora-estandarizadora capaz de extraer una cantidad conocida de crema.

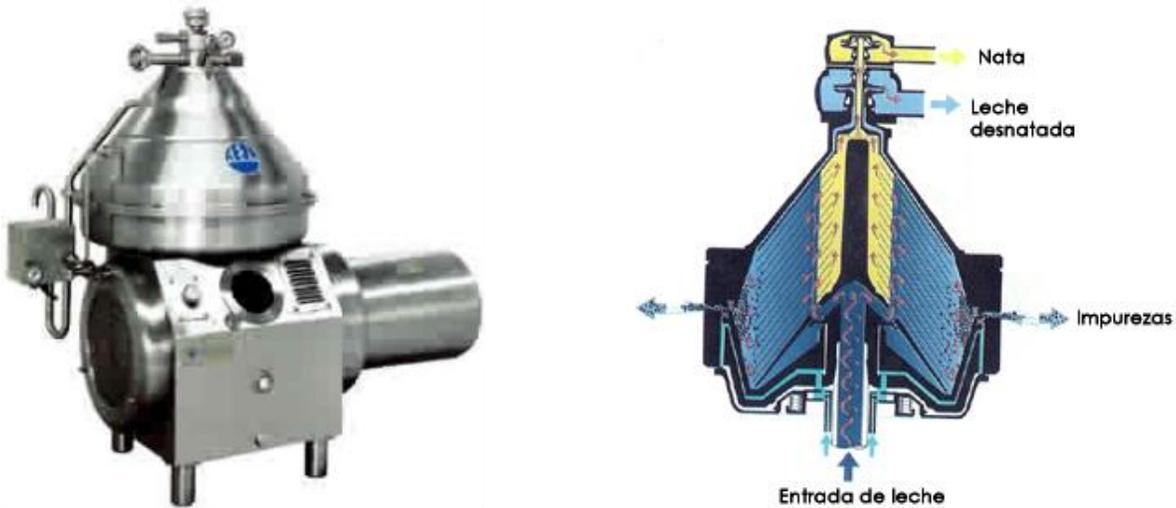


Figura 5. Separadora centrífuga

Tabla 8. Recomendaciones de la FIL para normalización de la leche mediante la relación cas/g ó g/cas y el contenido de grasa en extracto seco en el queso

% CASEINA EN LA LECHE	% DE GRASA EN LA LECHE ESTANDARIZADA SEGÚN EL % DE GRASA EN EL QUESO		
	30 % Ges	40% Ges	45% Ges
2,51	1,55	2,35	3,15
2,59	1,60	2,40	3,18
2,66	1,65	2,42	3,25
2,70	1,68	2,45	3,30
2,78	1,70	2,50	3,35
2,89	1,75	2,60	3,50
CAS/G	1,6	1,11	0,8
G/CAS	0,62	0,90	1,25

## Homogeneización

La homogeneización reduce los glóbulos de grasa a un tamaño menor por el efecto de altas presiones a las que se somete la leche al pasar a través de un conducto cuyo diámetro se hace cada vez más estrecho hacia la salida, donde ocurre un fuerte impacto que fracciona los glóbulos de grasa. La membrana del glóbulo de grasa original, necesaria para cubrir estos glóbulos más

pequeños, resulta inadecuada y se requiere suplementarla con proteínas del suero y otras, así como componentes lipídicos.

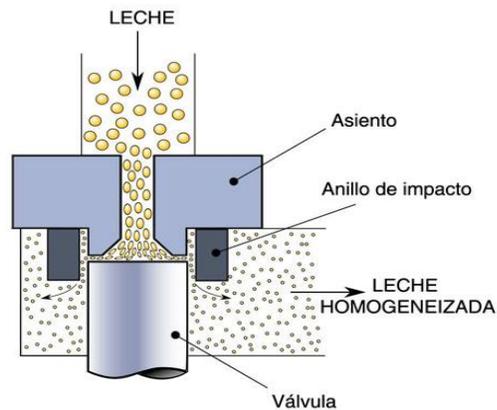


Figura 6. Principio de la homogeneización

El calentamiento de la leche previo a la homogeneización es responsable de alteraciones en los balances de sales/proteínas. Además, la duración del recorrido entre el homogeneizador y el intercambiador de calor prolonga el tiempo de retención aumentando el tiempo total de tratamiento térmico. Al alterarse las membranas del glóbulo de grasa se produce un acceso de las enzimas lipolíticas a la sustancia grasa.

Algunos quesos, cuyo sabor está dado por la descomposición de los ácidos grasos, los azules, maduran más rápidamente si la grasa es homogeneizada. Normalmente la leche es separada en descremada y crema (25% de grasa) y solo la crema es homogeneizada, uniéndose nuevamente antes del tratamiento final.

También se emplea este tratamiento en quesos frescos de coagulación ácida y de contenido alto y medio de grasa.

Entre los efectos de la homogeneización está un incremento de la viscosidad, produce una cuajada más suave para un mismo contenido de grasa y una disminución en la pérdida de grasa en el suero. El color de la leche está influenciado por el tamaño de los glóbulos de grasa, ya que generan un efecto de dispersión de la luz, así como las micelas de caseína y el fosfato de calcio coloidal. Cuanto menor sea el tamaño de los glóbulos de grasa, más intenso será el color blanco de la leche, de ahí que, el color de la leche, que al ser obtenida es blanca-amarillenta, sea blanca al homogeneizarla.

Las presiones de homogeneización varían de acuerdo con la experiencia previa en las leches utilizadas y oscilan entre 50-175 kg/cm<sup>2</sup>. Presiones más bajas (70-105 kg/cm<sup>2</sup>) son suficientes generalmente. La temperatura de homogeneización óptima es de 70° C, aunque con frecuencia en la leche para queso se utiliza 57° C.

La leche homogeneizada no es adecuada para la producción de quesos duros y semiduros debido a que la cuajada será demasiado blanda y difícil de desuerar.

## Pasteurización

Se entiende por Pasteurización un sistema cuidadosamente controlado de temperatura y tiempo que cumple los requerimientos legales para tratamiento de la leche, con el objetivo de destruir los sistemas de microorganismos o enzimas que pueden ser nocivos al proceso de elaboración del queso o de las bacterias patógenas que pueden afectar al consumidor.

Por cuanto la pasteurización puede destruir bacterias o enzimas útiles en el proceso de elaboración de queso, algunos fabricantes prefieren usar temperaturas más bajas, con el fin de preservar algunas de las enzimas presentes en la leche cruda (principalmente Lipasas).

El tratamiento térmico de la leche se compone de dos partes. Una es la temperatura a la cual se calienta y la segunda es el tiempo durante el cual se mantiene a esa temperatura, llamado comúnmente tiempo de retención. Este último es una parte esencial de la eficiencia del tratamiento térmico, ya que no todos los microorganismos y enzimas son destruidos inmediatamente a la temperatura del tratamiento.

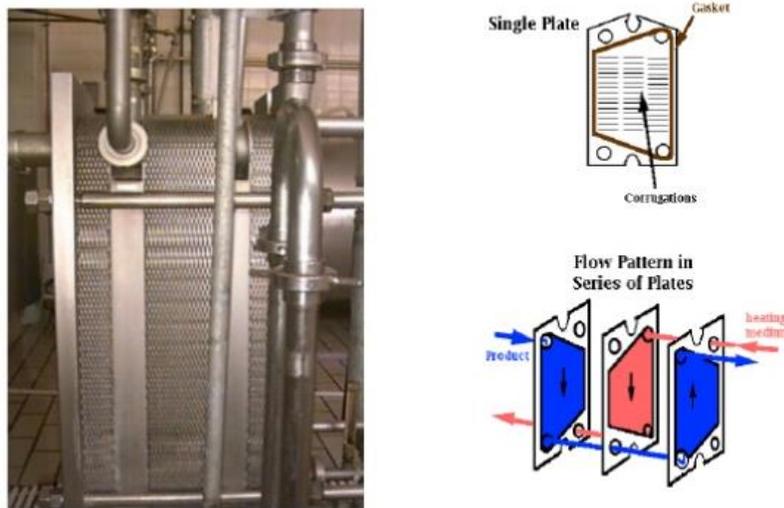


Figura 7. Pasteurizador de placas

Tabla 9. Sistemas en uso para el tratamiento de las leches para queso.

Temperatura	Retención
75-95 °C	-
71-75 °C	15-40 s
61-65 °C	20-45 min

Algunos queseros aplican la denominada “termización” de la leche para quesos (65 °C/15-20 s o sin retención) en los casos en los que se desea no afectar determinadas enzimas o bacterias termorresistentes (propiónicas).

La pasteurización tiene las siguientes ventajas en la elaboración de quesos:

- Obtener quesos con sabores y aromas más puros, aunque menos característicos en comparación con los productos de más alta calidad en zonas tradicionales.
- Destruir el 100% de las bacterias patógenas que existan en la leche y el 99% de la flora saprofita.
- Destruir las bacterias del grupo Coli, las levaduras y enzimas de la leche.
- Controlar más fácilmente los métodos de producción y la velocidad de maduración.
- Producir queso estandarizado todo el año.
- Madurar el queso a temperaturas más altas que la usada para queso de leche cruda.
- Obtener productos de más larga conservación.
- Aumentar ligeramente el rendimiento.
- Disminuir apreciablemente la producción de queso de inferior calidad.

Entre las desventajas de la pasteurización podemos citar:

- Ausencia del sabor y cuerpo típico.
- Maduración más larga.
- Estimula el uso de leches de baja calidad.
- Incrementa los costos de producción.

### **La ultrafiltración (UF)**

La ultrafiltración (UF) empezó a usarse en 1969 cuando tres investigadores franceses, Maubois, Mocquot y Vassal, patentaron una técnica que denominaron Proceso MMV, en un primer momento empleado para elaborar queso Camembert, aunque en la actualidad ha sido ensayado en otros.

La ultrafiltración es una técnica de fraccionamientos y de concentración de solutos en la cual un flujo de parte de la solución alimentada al equipo UF se bombea a presión a través de una membrana porosa. Esto permite la separación selectiva de las macromoléculas (proteínas) y partículas (glóbulos de grasa), que son retenidas por las membranas de las moléculas de bajo

peso molecular (lactosa y sales) que atraviesan las membranas disueltas en el agua. Esta separación se realiza bajo condiciones ligeras de temperatura y pH, lo cual disminuye notablemente la desnaturalización de las proteínas y las afectaciones sobre los componentes biológicos como las vitaminas y enzimas.

Las mayores aplicaciones de la tecnología ultrafiltración (UF) en la industria del queso se dirigen a la producción de quesos frescos que tradicionalmente han sido elaborados con leches tratadas a altas temperaturas (Havarti, St Paulin, Camembert, Feta, Ricotta, Cottage y Quarg.) Los quesos elaborados con esta tecnología pueden contener cantidades elevadas de proteínas de suero, lo que conduce a un producto de alto rendimiento. En quesos duros y semiduros se emplea un concentrado de UF con un contenido de sólidos inferior al requerido ya que no es económicamente factible incrementar más la concentración de sólidos. En estos casos se obtiene una cuajada con separación de suero, pero en una cantidad muy inferior a la obtenida con la tecnología tradicional.

Ante la necesidad de mejorar y optimizar los procesos en la práctica de las líneas de producción el uso de la filtración por membranas para concentrar sólidos de una solución acuosa ha derivado hacia la aplicación de las técnicas de filtración tangencial: procesos físicos de separación transmembrana que permite separar o concentrar los constituyentes de una mezcla líquida en función de sus propiedades. Es un proceso en el que una solución fluye bajo presión sobre la superficie de unas membranas como resultado de la presión aplicada y en función de las propiedades de la membrana, el solvente y ciertos solutos pasan a través de ella, mientras otros son retenidos. El sistema separa una corriente de entrada en dos efluentes, el retenido o retentado y el filtrado, llamado también permeado.

En el esquema se observa como la leche que se concentra (solución que contiene la proteína) fluye tangencialmente sobre las membranas mientras, bajo la influencia de la presión aplicada, el agua con los solutos de bajo peso molecular, la atraviesan.

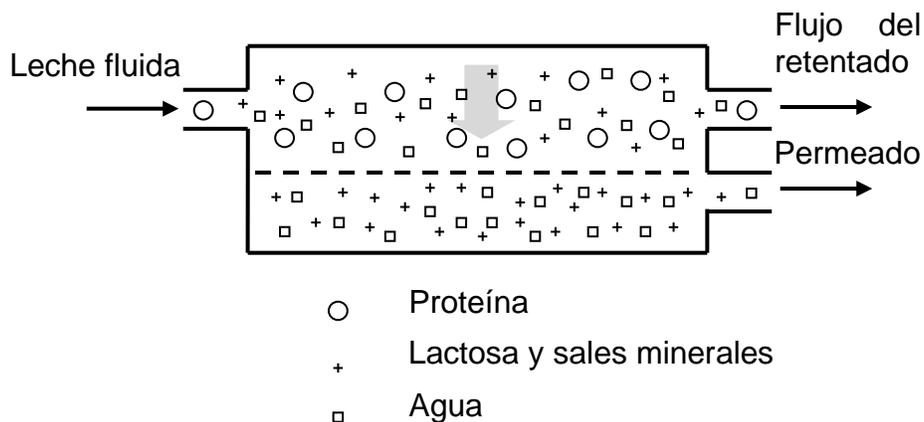


Figura 8. Filtrador tangencial

Junto a las proteínas se tienen algunas partículas como glóbulos de grasa, coloides o sólidos suspendidos.

En la actualidad la filtración tangencial emplea diferentes tipos de membranas, clasificándolas según el tamaño de poro de la misma. De acuerdo al tamaño de partícula que puede retener la membrana, el proceso se definirá por el tamaño de poro o por el peso molecular de corte. La técnica de filtración tangencial según el tamaño de partícula retenida se puede clasificar en Microfiltración (MF), con capacidad para retener partículas de  $0,1\mu$  a  $0,5\mu$ , bajo presión de 0,5 a 3 bar; la UF con dominio de  $0,01\mu$  a  $0,1\mu$  (3000 100000 Da) y presiones de 2 a 10 bar; Nanofiltración (NF), que retiene partículas de 150 1000 Da utilizando presiones de 10 30 bar y la Ósmosis Inversa (OI) con retención de partículas de un peso molecular de 50 a 150 Da a presión de 10 a 80 bar (Ver figura 9).

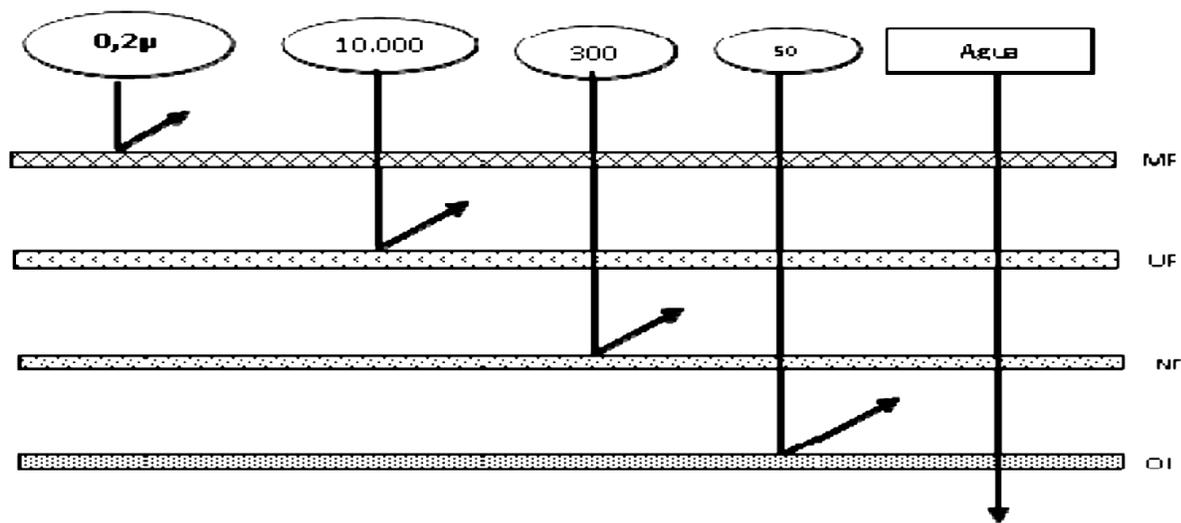


Figura 9. Características de los procesos de membrana de acuerdo al peso molecular.

En esta tecnología se puede concentrar la leche entera o descremada por UF. En el último caso se realiza la separación de la grasa de la leche antes de concentrar para después reincorporarla ya homogeneizada (ver diagrama tecnológico).

La ultrafiltración puede ser utilizada por 4 vías de proceso:

1. Preconcentración de la leche en 2 veces: El concentrado se procesa utilizando los equipos convencionales de quesería con la ventaja de que se incrementa la eficiencia de la planta. Se logra un ligero incremento del rendimiento debido al aumento de la recuperación de la grasa y las proteínas.
2. Producción de un "prequeso". La leche se concentra hasta el contenido de sólidos final requerido en el tipo de queso en cuestión y el concentrado se moldea, después de haberle adicionado el cultivo y cuajo. Como en este caso es insignificante el drenaje de suero, se

incrementa significativamente el rendimiento. Algunos quesos como el Feta y Camembert se producen por este método. El concentrado UF no puede procesarse en cubas convencionales y ya se han desarrollado nuevos equipos para estos fines.

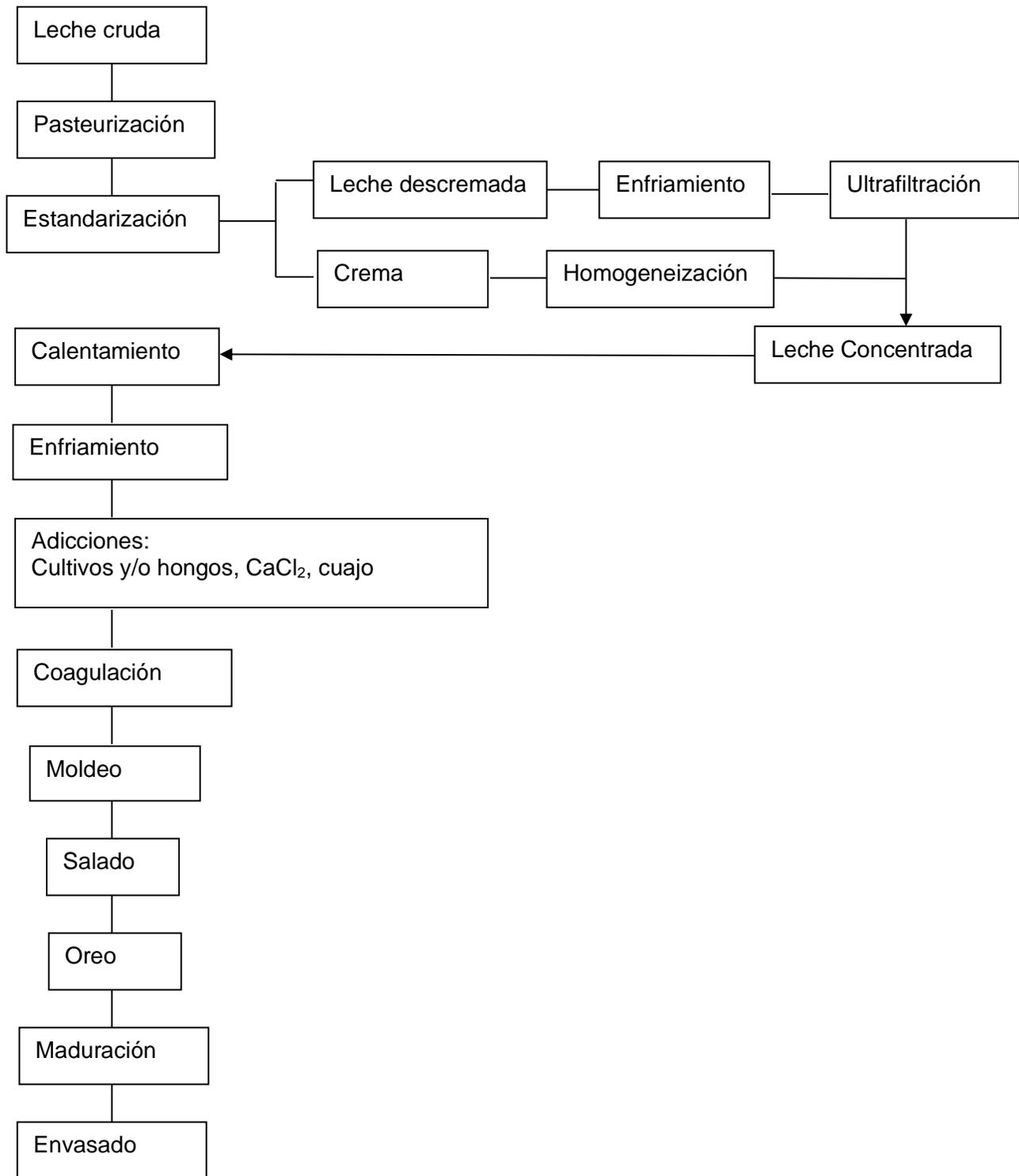
3. Producción de un concentrado, seguido del corte de la cuajada (después de la adición del cultivo y el cuajo). Este método permite alguna texturización del producto final como es el caso de la fabricación del Feta, el Mozzarella y el Danish Blue. Aunque aumenta el rendimiento son necesarios equipos especiales.
4. Ultrafiltración del suero de la fabricación de queso para concentrar las proteínas, las cuales se reincorporan a la cuba de queso en forma de pasta (Slurry). Por este método solo pueden esperarse rendimientos relativamente pequeños sin afectar la calidad del producto.

La aplicación de esta tecnología redonda en ventajas muy significativas, como son:

- a. Alta recuperación de proteínas debido a la incorporación de proteínas del suero.
- b. Alta recuperación de grasa debido a que las pérdidas en el suero son mucho menores.
- c. Volumen reducido de leche (concentrado) a procesar y menor cantidad de suero a manipular.
- d. Empleo de menor cantidad de cuajo y sal.
- e. Se requieren plantas más pequeñas.
- f. El proceso continuo es más fácil.
- g. El tiempo de fabricación se reduce a una hora.

Por esta tecnología se elabora aproximadamente la mitad de la producción anual mundial del queso Feta.

# DIAGRAMA TECNOLÓGICO DE LA ELABORACIÓN DE QUESOS CON LECHE CONCENTRADA POR ULTRAFILTRACIÓN





**CAPÍTULO IV**

**USO DE CULTIVOS INDICADORES**

## USO DE CULTIVOS INICIADORES

### Definición y funciones de un cultivo iniciador

El cultivo iniciador en quesería es un cultivo de microorganismos seleccionados que al crecer en la leche y la cuajada ayuda a la producción del queso madurado a través de su actividad metabólica.

La seguridad que representa la elaboración de quesos y otros productos fermentados a partir de leche pasteurizada y fermentaciones dirigidas tiene una importancia fundamental desde el punto de vista económico e higiénico-sanitario.

Las bacterias acidolácticas y los cultivos a partir de ellas se pueden clasificar en:

*Homofermentativas*: durante la fermentación producen gran cantidad de ácido láctico, como los *lactococcus lactis* y *lactococcus cremoris*; del tipo Mesófilos.

*Hétérofermentativas*: Durante la fermentación no solo producen una pequeña cantidad de ácido láctico, si no que producen aromas, sabores y en ocasiones gas carbónico generando “ojos” en la masa del queso. Un ejemplo son las del genero *diacetylactis* (Mesófilas), o las propiónicas que se utilizan en la fermentación de los quesos con ojos de gran tamaño.

Primeramente, los cultivos iniciadores convierten la lactosa en ácido láctico, se reduce el pH del sistema y esto genera una multitud de reacciones en el proceso de elaboración del queso. En segundo lugar, y con casi la misma importancia, las enzimas de las bacterias del cultivo iniciador, vivas o muertas, producen la degradación de los componentes de la leche en precursores de sustancias responsables del cuerpo del sabor y del aroma.

Las tres actividades más importantes de los cultivos iniciadores bacterianos son:

- a) Lipólisis: hidrólisis de los ácidos grasos de la grasa láctea en cetoácidos, cetonas, ésteres, etc., algunos de los cuales son responsables del sabor y aroma.
- b) Glicólisis: conversión de la lactosa en ácido láctico.
- c) Proteólisis: degradación de las cadenas de las proteínas en sustancias más simples como peptonas, péptidos, aminoácidos, etc.

Las bacterias, verdadera materia viva, están sujetas a las influencias externas. Pueden cambiar su actividad metabólica en un medio desfavorable, pueden mutar, los agentes bacteriostáticos (detergentes, compuestos químicos volátiles, etc) pueden inhibir su actividad metabólica o sus células pueden ser destruidas por bacteriófagos o por agentes bactericidas (antibióticos o agentes esterilizantes como el cloro).

Los cultivos lácticos para la elaboración de quesos y otros productos lácteos acidificados son preparados actualmente por laboratorios especiales, en los que los productores pueden adquirirlos periódicamente. El cultivo puede estar compuesto por una, dos, tres o más cepas de

bacterias. Su selección dependerá de la actividad requerida para obtener las características del producto a elaborar.

Los más comúnmente utilizados en quesería son:

**Mesófilos** (se desarrollan a temperaturas entre 20 y 35°C.)

*Streptococcus lactis*

*Streptococcus cremoris*

*Streptococcus diacetylactis*

*Streptococcus citrovorum*

*Streptococcus paracitrovorum*

*Geotricum candidum*

*Leuconostoc citrovorum*

*Leuconostoc dextransicum*

*Penicillium Roqueforti*

*Penicillium glaucum*

*Penicillium camemberti*

**Termófilos** (se desarrollan a temperaturas entre 35 y 50°C.)

*Lactobacillus casei*

*Lactobacillus lactis*

*Lactobacillus Bulgaricus*

*Lactobacillus Helveticum*

*Streptococcus termophilus*

*Streptococcus Durant*

*Propionibacterium shermani*



Figura 10. Funciones de los cultivos iniciadores

Tabla 10. Características de algunas de las especies bacterianas que tienen aplicación en la quesería.

Especies bacterianas	Características
<p><b>Homofermentativas mesófilas:</b></p> <p><i>L. lactis</i></p> <p><i>L. Cremoris</i></p>	<p>Acidificante rápida, salvo las variedades proteasa (-). Sensible a fagos. Más resistente a la sal. Sobrevive a temperaturas más altas (40 °C).</p> <p>Menos acidificante y menos rápido, menos sensible a fagos. Muy sensible a la sal y a los antibióticos. Más termosensible (no más de 35-37 °C).</p>
<p><b>Héterofermentativas mesófilas:</b></p> <p><i>L. diacetylactis</i></p> <p><i>Leuconostoc cremoris</i></p> <p><i>Leuconostoc mesenteroides</i></p> <p><i>Lactobacillus rhamnous</i></p> <p><i>Lactobacillus paracasei</i></p>	<p>Menos rápido, aromatizante, productor de gas, sensible a fagos.</p> <p>Aromatizante (diacetilo) y gasógeno (CO<sub>2</sub>). Crece entre 20 y 30 °C</p> <p>Más gasógeno y crece entre 30 y 35 °C</p> <p>Menos aromático</p> <p>Más proteolítico</p>
<p><b>Homofermentativas termófilas:</b></p> <p><i>Str. termophilus</i></p> <p><i>Lactobacillus bulgaricus</i></p>	<p>Menos acidificante y más rápido. No se desarrolla por debajo de 18 °C y si a 50 °C. Resistente a fagos y muy sensible a la sal.</p> <p>Más acidificante, menos rápido y no fermenta la galactosa. Soportan pH de 3,5. Crecen lentamente a &lt;35 °C y la óptima es 45 °C</p>

Los *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Leuconostoc cremoris* y *Streptococcus diacetylactis* se utilizan frecuentemente en quesos de baja temperatura de cocción.

El *Streptococcus lactis* produce ácido rápidamente, lo que reduce el tiempo de elaboración. El *Streptococcus cremoris* crece más lentamente y produce un queso de buen sabor. Por tanto, un cultivo puede consistir en una asociación apropiada de cepas de *Streptococcus lactis* y

*Streptococcus cremoris*. Algunos autores consideran que los cultivos de mesófilos mezclados producen más ácido que las bacterias individuales.

Cuando se requiere más sabor en las variedades de quesos blandos se adiciona *Streptococcus diacetylactis* al cultivo iniciador. Tanto el *Streptococcus cremoris* como el *Streptococcus diacetylactis* utilizan el citrato para producir diacetilo, aunque también se produce CO<sub>2</sub>, por lo que no se recomienda para quesos de pasta cerrada.

El CO<sub>2</sub> producido junto con el diacetilo conforma una pasta de textura abierta y es beneficioso para algunos quesos (ejemplo los madurados con mohos). También produce pequeños ojos en algunas variedades (Gouda, holandés, etc).

Los *Leuconostoc cremoris* y *Leuconostoc dextranicum* producen viscosidad y se han usado para estabilizar los cultivos iniciadores cuando es necesario almacenarlos por un tiempo.

La ventaja del rápido crecimiento de bacterias fuertemente ácidas es la inhibición amplia de otras indeseables (*Coliformes*, *Staphylococcus aureus*).

Los quesos con altas temperaturas de cocción (ejemplo Gruyere, Emmental) requieren de cultivos termófilos (*Streptococcus termophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus helveticum*, *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus lactis*).

La simbiosis entre *Lactobacillus bulgaricus*, que tiene actividad proteínásica y el *Streptococcus termophilus*, cuya actividad es dipeptidasa, es característica de ese cultivo iniciador. Los cultivos termófilos también producen metabolitos que estimulan las bacterias propiónicas en el queso Emmental creando los ojos característicos.

Estos cultivos pueden ser adquiridos en diversas formas, cada una de las cuales presenta ventajas y desventajas, de acuerdo a las condiciones de operación de cada productor.

Otros microorganismos que se utilizan en la elaboración de queso son:

En el caso de los mohos, el género más utilizado es el *penicillium*. En la elaboración de quesos con moho blanco, como el Camembert, se usa el *penicillium Candidum*. A la hora de elaborar quesos con moho azul, como el Roquefort o el Cabrales, se usa el *P. Roqueforti*. En el caso de cortezas naturales, podemos encontrar otros mohos como el *P. Commune*.

También están las levaduras, que se utilizan para estimular el crecimiento de otros microorganismos y se aplican en la superficie del queso dando un color “rojizo” y olores muy potentes a establo.

### **Formas en que se presentan**

Las formas en que se presentan los cultivos iniciadores pueden ser:

1. Cultivos líquidos en leche entera o descremada (la leche debe ser libre de antibióticos).
2. Cultivos liofilizados normalmente secados al vacío hasta 5% de humedad.

3. Cultivos líquidos congelados.
4. Cultivos secados por atomización.
5. Cultivos congelados a menos de 40 °C.
6. Cultivos concentrados congelados envasados en contenedores a menos de 196°C.
7. Cultivos liofilizados concentrados de mezclas de bacterias.
8. Cepas individuales liofilizadas, en paquetes de papel metálico, conteniendo  $5 \times 10^{11}$  ufc/g en unidades de actividad conocidas. Una unidad de actividad del cultivo es igual a la requerida para producir 150 mmol de ácido láctico en leche descremada a 30 °C en 4 horas.

Los tipos 1, 2 y 3 requieren de cultivos intermedios (madre, técnico e industrial). Los tipos 4, 5, 6, 7 y 8 se usan directamente en la cuba para su inoculación.



Figura 11. Cultivos ácido lácticos comerciales

La adición directa de cultivos iniciadores selectos para dirigir las fermentaciones alimentarias permite un buen control del proceso fermentativo y, además, favorece la estandarización de los productos finales. Sin embargo, los microorganismos aislados de ecosistemas tan complejos como los quesos tradicionales, suelen poseer una gama de actividades metabólicas mucho más rica que la que poseen los cultivos industriales. En este contexto, existe una tendencia reciente que promueve el aislamiento de cepas salvajes a partir de quesos tradicionales para ser utilizadas como nuevos cultivos iniciadores funcionales que permitan la obtención de sabores, aromas y texturas más típicos

La cantidad de cultivo iniciador a utilizar puede oscilar entre 0,5-5% y estará en dependencia de su actividad y los objetivos que persiga el quesero para cumplir con la receta de una variedad dada.

## Los microorganismos NSLAB

Los microorganismos que constituyen la flora láctica secundaria o adventicia conocida como NSLAB por sus siglas en inglés (non starter lactic acid bacteria), podría definirse como gérmenes que contaminan la leche de forma natural tras su ordeño, quedando en la misma de forma reiterada y constante. Habitualmente el tratamiento térmico que se aplica a la leche para la eliminación de los microbios patógenos, destruye una parte significativa de la microbiota indeseable. Sin embargo, el grupo de los NSLAB sobrevive por dos motivos principales. El primero es porque al estar en una proporción relativamente elevada pueden sobrevivir una pequeña cantidad de ellos; y el segundo, porque poseen una elevada termo-resistencia, es decir, gran parte de ellos salen indemnes del tratamiento de higienización.

El grupo se desarrolla espontáneamente en todos los quesos, ya sea en aquellos obtenidos en ambientes industriales, con leche pasteurizada y cumpliendo estrictas normas de seguridad y calidad, como en los productos artesanales preparados con leche cruda. Esta flora se compone fundamentalmente de lactobacilos mesófilos, heterofermentativos facultativos del grupo II, principalmente *Lactobacillus casei*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus* y *L. plantarum*, aunque también incluye otros lactobacilos, *pediococos*, *micrococos* y *Leuconostoc spp.*

La existencia de estos microorganismos en el queso es conocida desde larga data, sin embargo, el estudio de la influencia de las NSLAB en la calidad del producto final es un tema cuya importancia ha generado un interés creciente entre los fabricantes de queso. En efecto, en los quesos obtenidos industrialmente se utilizan volúmenes grandes de leche que representan una gran mezcla, cuya calidad es controlada, pasteurizada, y el cuajo y el fermento son de características claramente definidas y constantes en el tiempo. La tecnología de fabricación también sigue un patrón generalmente constante, de manera tal que las NSLAB constituyen el único factor importante que aún no ha sido controlado. Algunos autores atribuyen hasta el 80 % de los defectos detectados en quesos a las NSLAB, mientras que otros han señalado que tienen una importancia menor, y finalmente otros consideran que esta flora adventicia puede jugar aún un rol benéfico en la generación de sabor y aroma. Como es evidente, no existe un claro consenso de cuál es el papel de esta flora en la calidad de quesos.

En este contexto, la estrategia que se recomienda para superar los posibles defectos asociados al crecimiento de una flora láctica adventicia, es el agregado de fermentos de lactobacilos mesófilos, conocidos como fermentos adjuntos, de afinado, de maduración, o secundarios, entre otras denominaciones. Los lactobacilos mesófilos también pueden ser parte de la formulación del fermento primario, pero aún en ese caso se consideran como un adjunto, más allá de la forma o el momento de su agregado a la tina, porque no contribuyen significativamente a la acidificación durante la elaboración del queso.

Para el desarrollo de estos cultivos adjuntos, se aíslan lactobacilos de quesos de buena calidad, que presenten características sensoriales favorables y ningún defecto, y se estudian mediante ensayos *in vitro* e *in situ* para determinar sus características tecnológicas. Se buscan adjuntos que contribuyan de manera directa al sabor y aroma del queso, mediante el incremento

de la proteólisis secundaria, el catabolismo de los hidratos de carbono y los aminoácidos libres presentes en el queso, y, en menor medida, la expresión de sus actividades estearasas.

Aún aquellos adjuntos que no intensifiquen el sabor y aroma del queso, pueden ejercer una influencia indirecta positiva en la calidad, ya que permiten controlar el crecimiento de microorganismos adventicios, potencialmente perjudiciales. Esta estrategia mejora los estándares de inocuidad y calidad del alimento.

Finalmente, los fermentos adjuntos de lactobacilos pueden tener características multipropósito, ya que se ha comprobado que algunas cepas de *L. casei*, *L. paracasei* y *L. plantarum*, aisladas de queso, poseen potencialidad como cultivos probióticos.

Los fermentos adjuntos, para ser adecuados, no deben contribuir a la acidificación durante la elaboración del queso, deben crecer rápidamente en la cuajada, alcanzar altas densidades al comienzo de la maduración y mantener altos recuentos ( $\sim 10^7 - 10^8$  UFC/g) durante largos períodos. Asimismo, deben producir un balance de efectos deseables y ningún defecto en el producto final.

## **CAPÍTULO V**

### **ADITIVOS UTILIZADOS EN QUESERÍA**

## ADITIVOS UTILIZADOS EN QUESERÍA

Independientemente de los cultivos iniciadores, los mohos externos e internos y los coagulantes, existen una serie de aditivos utilizados en la preparación de las leches para quesos, con el objetivo de mejorar la calidad microbiológica, las características físico-químicas y tecnológicas de la misma.

Algunos aditivos son controlados en muchos países mediante las leyes o códigos de procedimiento. Los más comúnmente usados son:

Sales para restaurar el balance de calcio en la leche tratada térmicamente.

Sal inhibidora de determinados microorganismos indeseables en la leche que originan problemas tecnológicos.

Ácidos utilizados solos o como complemento del ácido láctico y reguladores del pH de la leche.

Enzimas puras o preparados enzimáticos con diversa función tecnológica.

Agentes colorantes o blanqueadores.

Saborizantes (especias, hierbas, cerveza, vinos, licores, vegetales, jamón, etc).

Existe un control por parte de la FAO/OMS que periódicamente establece una serie de recomendaciones en la utilización y dosificación de estos productos. De esta forma, el Comité de Expertos de la FAO recomienda el uso de un conjunto de aditivos en las "cantidades acostumbradas", es decir, según aconsejen "las buenas prácticas de elaboración", tales como cloruro de sodio, ácido láctico, ácido cítrico, fosfórico, propiónico, agua oxigenada, pimaricina, etc.

La función que cumplen las sales de calcio en la leche comprende la aceleración de la coagulación y el mejoramiento de la estructura de la cuajada, lo que influye positivamente en la reducción de las pérdidas de grasa y proteínas en el suero, así como en la sinéresis.

La capacidad del cuajo de coagular la leche está directamente ligada al contenido de sales de calcio que ésta posee. Un contenido deficiente de las mismas debido a un elevado tratamiento térmico, puede retardar y hasta impedir la coagulación, debido a la disminución de la forma ionizada del calcio, la reducción del diámetro de las micelas de fosfocaseinato o la alteración de las proteínas séricas. También las leches mastíticas o conservadas en refrigeración durante largo tiempo o simplemente deficientes en calcio, pueden afectar la coagulación.

El balance del calcio entre las formas solubles, coloidal y en complejos, es sumamente delicado. El éxito de la coagulación depende de este balance pues cuando no existe o es alterado por el tratamiento térmico, el enfriamiento durante la conservación u otras irregularidades en la propia leche, surge la necesidad de añadir sales de calcio, especialmente cuando se emplean coagulantes microbianos o vegetales.

La forma más común de adición de cloruro de calcio a la leche es mediante una solución estandarizada (generalmente al 40% P/P) que permite su fácil distribución. Deben utilizarse las cantidades indicadas, ya que si se añade demasiado cloruro se corre el riesgo de obtener quesos de gusto amargo, de pasta dura y seca con cuerpo áspero. Una adición insuficiente de cloruro de calcio impide a la cuajada alcanzar la consistencia deseada. Generalmente, no se necesita más de un 0.02% de cloruro de calcio para una coagulación satisfactoria, incluso cuando se han usado altas temperaturas al calentar la leche.

EL momento escogido para la adición del calcio puede ser durante la preparación de la leche a su recibo, a una temperatura de 5-10 °C a la que deberá permanecer por espacio de 6 a 12 horas, o la forma tradicional que se practica durante el llenado de la cuba quesera.

Algunos autores recomiendan el uso del fosfato dibásico de calcio para los cuajos de pepsina, la adición de 0,01% reduce el tiempo de coagulación de 30 a 18 minutos y el 0,04% lo reduce sólo a 9 minutos.

Soluciones de hidróxido de calcio o lactato de calcio han utilizadas con éxito por algunos queseros.

El contenido de calcio de una muestra de leche bovina, puede ser de 0,123%, mientras que las máximas ventajas para la coagulación ocurren con 0,142%. Por esta razón la adición de 0,02% de cloruro de calcio es permitida por muchas autoridades y es satisfactorio para ayudar a la coagulación por cuajo.

Las sales inhibidoras han constituido una práctica tradicional en la producción de los tipos de quesos menos ácidos, entre otros, Edam, Gouda, Suecia, para prever el crecimiento de microorganismos productores de gas, causantes de la hinchazón de los quesos. El nitrato de sodio, un agente oxidante, ha sido usado para controlar el crecimiento de las bacterias del grupo Aerógenas. El nitrato en combinación con la sal en el queso Gouda ayuda al control de las bacterias butíricas sin afectar el de las propiónicas, ambas formadoras de gas y tampoco afecta el crecimiento de las bacterias acidolácticas. La cantidad usualmente empleada de nitrato de sodio es de 20-30 g por 100 litros de leche. El surgimiento de defectos de color en el queso puede deberse a la reacción de ciertos aminoácidos (tiroxina) con el nitrito formado después de la reducción del nitrato. Esto ha llevado a limitar el uso del nitrato de sodio en las leches para queso, pero la posible acción carcinogénica debido a la producción de nitrosaminas, ha causado otra limitación mayor aún en el uso de nitratos. A pesar de los riesgos para la salud, algunos métodos todavía recomiendan el uso del nitrato en quesos.

El acidulante más usual en la leche y en el queso es el ácido láctico, producido in situ por las bacterias acidolácticas que crecen en la leche y la cuajada. El uso de ácidos para la acidificación química de la leche está ampliamente extendido. El queso Ricotta se acidifica por ácido láctico o acético. También se ha utilizado sirope de limón y vinagre. El queso Impastata y el Mozzarella se han empleado vinagre (0,03%) antes de adicionar el cuajo a la leche. El queso blanco ha sido elaborado utilizando ácido acético glacial como acidulante (1,25L diluido en 10L para 450L de

leche). El jugo de la lima se usa en la India para el queso Bandal y el vinagre de palma se emplea en Filipinas para hacer la cuajada del Kesong puti.

En casos extremos de pobre coagulación de la leche, se ha utilizado ácido fosfórico (grado alimentario) para añadirlo antes de la coagulación y la adición de cloruro de calcio. El ácido fosfórico de 10% de fortaleza, se diluye en proporción de 4 litros de agua y se añade lentamente a 1000 litros de leche, mientras se agita vigorosamente.

Algunas firmas productoras de enzimas han logrado introducir el uso de otros tipos de enzimas distintas de las coagulantes, con funciones y mecanismos de actuación diferentes. Entre estas podemos destacar lipasas, proteasas, peptidasas, lactasas, relacionadas con los programas de maduración acelerada de quesos, A esta grupo pertenece también la lisozima, utilizada para producir la lisis de las bacterias esporuladas como el *Clostridium tyrobutiricum*. Su rango óptimo de actuación es a pH 6-7 y temperatura entre 10 y 55 °C. La dosis recomendada es de 20-25g mínimo hasta 35g máximo de lisozima en polvo por cada 1000 L de leche y entre 100 y 150 ml de lisozima líquida (solución al 22%) por cada 1000 L de leche, que en ambos casos no inhibe los cultivos iniciadores.

El color de la leche y por ende del queso, es un factor importante en la preferencia del consumidor del producto.

Hay dos colores de importancia para la leche y por tanto para el queso: el debido a riboflavina, contenida mayormente en el suero y el debido al caroteno, el pigmento carotenoide de la grasa láctea.

La riboflavina es amarilla en solución con una fluorescencia amarillo verdosa que tiende a dar las cuajadas un tinte verdoso. La mayor parte de este color se pierde en el suero y por tanto su efecto en el queso es pequeño. Sin embargo, el intenso color amarillo naranja debido a los carotenoides es más significativo.

Existe una diferencia entre el color de las leches invernales y las del verano, cuando las vacas consumen pastos frescos, por consiguiente, los queseros han tratado de mantener el color uniforme durante todo el año, usando anatto o beta caroteno en la leche de invierno.

El anatto (bija) es el color extraído por el hidróxido de sodio de la semilla de la *Bixa Orellana*. El color está compuesto de unidades de tinte amarillo y rojo y en el queso se convierte en un tinte de las proteínas enlazadas a la caseína. Es muy susceptible de oxidación por el peróxido de hidrógeno, desprendido por reacciones de origen bacteriano y por el aire. Compuestos sulfhídricos hallados en quesos madurados también actúan como catalizadores oxidativos. El cobre y el hierro también aceleran la oxidación del tinte por el peróxido de hidrógeno. De este modo, es frecuente hallar manchas blancas en el color rojo de las cuajadas contaminadas.

El anatto extraído por aceites vegetales es usado como tinte de la grasa, preferentemente en la mantequilla, pero también ha sido usado para quesos con alto contenido de grasas.

En la fabricación de los quesos azules con sus vetas verdosas desde hace muchos años se practica el blanqueado del color amarillo naranja del caroteno. El peróxido de benzoilo ha sido el agente utilizado para blanquear el color de la crema de estos quesos.

Para enmascarar los colores amarillos intensos en algunos quesos se usa el tinte verde clorofila, en proporciones de 3-10g por 100 kg de leche.

El caroteno ha sido utilizado para colorear el queso Cheddar, pero sólo ha tenido éxito en valores bajos. El color del caroteno es demasiado amarillo para algunos de los quesos más intensamente coloreados.

Los ingredientes usados en quesería están controlados por regulaciones en varios países. Sin embargo la FAO/OMS ha hecho las siguientes recomendaciones (que se revisan de tiempo en tiempo).

Ingredientes que deben ser usados en cantidades acostumbradas:

Cloruro de sodio

Ácido Láctico

Ácido Cítrico

Ácido Fosfórico

Peróxido de hidrógeno y Catalasa

Clorofila

Riboflavina

Pimaricina (antimicótico)

Otros ingredientes tienen límites de uso. Los estándares máximos para algunos ingredientes son:

Annato y beta caroteno, solos o en combinación 0,06% P/P

Cloruro de Calcio 0,02% P/P

Ácido sórbico o sus sales de calcio y sodio 0,1% P/P calculado como ácido sórbico (uso antimicótico)

Enzimas de origen animal o vegetal para desarrollo de sabor No más de 0,1% P/P

Nitrato de sodio o calcio 0,02% P/P

Bicarbonato de sodio o carbonato de calcio 3% P/P (usado en Quarg o cuajadas ácidas)

Nisina No más de 0,25% P/P

Fosfato Dosis máxima: 0,002% P/P



**CAPÍTULO VI**

**COAGULACIÓN DE LA LECHE**

## COAGULACIÓN DE LA LECHE

En la práctica quesera, de acuerdo con el método empleado, se habla de quesos elaborados por coagulación enzimática y ácida. Aunque ciertas sales como los sulfatos de sodio y magnesio, el cloruro de calcio, etc., pueden coagular la leche, lo cierto es que por distintas razones no tienen utilización práctica en quesería como coagulantes.

### La coagulación enzimática

La coagulación enzimática comprende dos fases específicas:

- a. La desestabilización enzimática de la micela de caseína y
- b. Su posterior agregación y precipitación.

En la primera fase, que es casi independiente de la temperatura, se produce la ruptura enzimática de la cadena aminoacídica de la k- caseína al nivel del enlace fenilalanina 105 – metionina 106, produciéndose la separación en para-k-caseína insoluble (residuo de aminoácidos 1-105) y macroglicopéptido soluble (residuo de aminoácidos 106-148) junto con la cadena peptídica terminal.

Por ser la k-caseína el coloide protector de la micela de caseína, ubicada hacia su parte exterior y que ejerce una acción estabilizante sobre esta, al quedar destruida, permite el posterior ataque de las otras fracciones de caseína por las enzimas. Este proceso es irreversible.

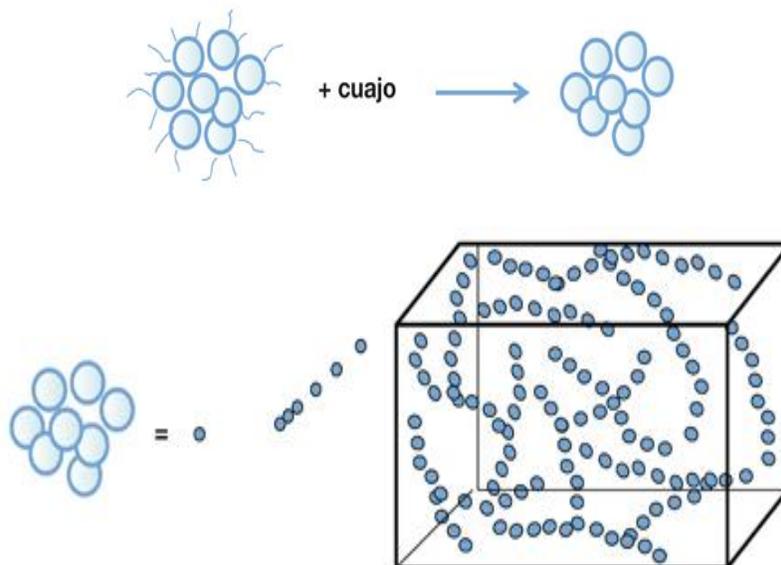


Figura 12. Separación de la caseína por acción de enzimas proteolíticas (Cuajo)

La agregación y precipitación se produce sin que exista un cambio de pH cuando los iones de Ca del sistema forman ligazones intermicelares, la micela adquiere un tamaño mayor del que el sistema tolera y se produce la precipitación. Por lo tanto, en ausencia de Ca iónico no se produce la agregación y la caseína no coagula.

El contenido normal de iones de Ca en la leche (0,03M/L) es suficiente para asegurar la coagulación. No obstante, algunas leches normales carecen de suficiente ión Ca y la coagulación es muy lenta o no se produce. En general, esta fase requiere temperaturas mayores de 15° C y para que se note una reacción debe ser superior a 20° C.

El cuajo, quimosina o renina ataca a las moléculas de  $\alpha$  y  $\beta$  caseína, comenzando por la unión fenilalanina 23- fenilalanina 24 y luego a otros puntos de la cadena polipeptídica. Las otras enzimas hidrolizan a la caseína de diferentes modos y con distintos productos terminales. Cada enzima tiene un pH óptimo de ataque a la caseína y un rango de pH fuera del cual no lo hace.

Esta reacción proteolítica secundaria es de capital importancia en la fabricación de los quesos y en ella radica el principal problema en la búsqueda de sustitutos del cuajo.

### **Enzimas coagulantes**

Son tres las fuentes y orígenes de estas enzimas: animal, vegetal y microbiano.

En la práctica quesera el agente coagulante habitual durante muchos años ha sido el cuajo: extracto enzimático del cuarto estómago (abomaso, también llamado cuajar) del ternero lactante, es decir, el animal bovino entre los 10-30 días de nacido, que no ha ingerido hierba todavía. El cuajo extraído de los terneros contiene 88-94% de renina o quimosina y 6-12% de pepsina, mientras que en los extractos de los bovinos adultos esta relación es casi inversa, 90-94% de pepsina y solo 6-10% de renina. Como se ve, la cantidad de renina y pepsina en los cuajos está en dependencia de la edad del animal y de la alimentación. Se ha utilizado extracto de los estómagos de otros animales, entre ellos el cabrito, cordero, búfalo y cerdo.

La renina del ternero es más activa a pH 6,2-6,4 mientras que la pepsina es más activa en la zona fuertemente ácida (pH 1,7-2,3) por lo que ambas actividades se complementan y son ampliamente utilizadas en mezclas coagulantes. (Ej: cuajo de renina/pepsina bovina 50/50 y 25/75 y cuajo de renina/pepsina porcina 50/50).

Muchos extractos de origen vegetal son capaces de coagular la leche, entre ellos, el más usado ha sido el látex, obtenido de la higuera (*Ficus Carica*). Sin embargo, el uso en quesería de estos extractos se informa solamente en lugares aislados, debido a que son excesivamente proteolíticos, con relación a su bajo poder coagulante, o donde no es fácil la adquisición de otros coagulantes tradicionales. Entre los inconvenientes que limitan su utilización tenemos defectos de sabor y textura, con producción de amargor y gustos inaceptables. Otros ejemplos del uso de compuestos vegetales se refieren a la papayina, la bromelina y la ricina.

En los últimos decenios las enzimas producidas por cepas microbianas diversas han despertado gran interés. Si bien se ha investigado los *Bacillus subtilis*, *polymyxa* y *masentericus* y se les reconoce como proteasas ácidas activas, aptas para la coagulación de la leche, sus efectos proteolíticos secundarios son muy inconvenientes.

Las tres fuentes microbianas de enzimas coagulantes más adecuadas son, hasta el presente, el *Mucor pusillus*, el *Mucor miehei* y la *Endothia parasítica*. Algunas de las propiedades de estas enzimas se parecen bastante a la renina, pero en otras difieren radicalmente.

En la constante búsqueda de coagulantes más costeables, en años recientes se ha comenzado a extender el uso de los llamados “cuajos clonados” obtenidos mediante técnicas de ingeniería genética, a partir de cepas de bacterias *Escherichia coli*, levaduras *Kluyveromyces lactis* y hongos *Aspergillus Níger*. Sin embargo, el uso de estos coagulantes está prohibido en algunos países.

La fuerza del cuajo mide la capacidad o poder coagulante y se expresa como la relación entre el volumen de la leche coagulada por una unidad de volumen de cuajo en unas condiciones determinadas. Alais, indica que la fuerza del cuajo representa el número de volúmenes de leche fresca procedente de mezcla, coagulados por un volumen de cuajo en 40 minutos a 35°C.

Para determinar la cantidad de cuajo a ser usado en un volumen de leche determinado, conociendo el tiempo de coagulación, se puede calcular a partir de la expresión siguiente:

$$C = \frac{Vx2400/t}{Fc}$$

Dónde:

C- Cantidad de cuajo necesario para la coagulación kg o L.

V- Volumen de leche a coagular, L

t- Tiempo de coagulación deseado, s.

Fc- Fuerza del cuajo a utilizar.

2400=Segundos presentes en los 40 minutos en que un cuajo normal coagula la leche a 35°C.

La selección adecuada del coagulante está vinculada directamente con el tipo de queso y la duración de la maduración de éste. Es recomendable utilizar el más idóneo a fin de reducir su incidencia en el costo por unidad del queso elaborado. Veamos en la siguiente tabla cual puede ser una selección adecuada en base al tipo de queso y su maduración.

Tabla 11. Empleo de Coagulante según el tipo de queso

TIPO DE QUESO	TIPO DE COAGULANTE	RAZONES
Queso tierno: < 1 mes	Cuajo bovino(<25% de *Q) o coagulante microbiano	Aparición más rápida de sabor con pepsina bovina y microbiano que con quimosina, en menos de 1 mes.
Queso semicurado: de 1 a 3 meses	Cuajos (Q >25%) y extractos de cuajo (Q > 75%)	Comportamiento similar de la Q y la PB en cuanto al sabor hasta los dos meses. Mejor sabor, cuerpo y textura con la Q a los 3 o 4 meses que con la **PB. Microbiano no es idóneo, por pérdida creciente de sabor a partir de 1 mes.
Queso curado: > 3 meses	Extracto de cuajo	Aumento del sabor a partir de un mes y aumenta con el tiempo.
Queso blanco (sin madurar)	Coagulante microbiano	Producto con vida muy corta y el cuajo solo tiene como función coagular y no dar sabor
Queso fresco (tipo quark)	Coagulante microbiano	Es una coagulación ácida y se usa una mínima dosis que aporte consistencia

\*Q- quimosina

\*\*PB- pepsina bovina

### La coagulación ácida

Puede producirse por fermentación natural o por adición de ácidos. Carece de la fase enzimática de ataque a la caseína y transformación en paracaseína.

La precipitación se produce, contrariamente a la coagulación enzimática, por la modificación electrostática del sistema que neutraliza cargas negativas de las micelas hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína (pH 4,6) y luego intercambia iones calcio por iones hidrógeno, de la misma forma que una resina intercambiadora de iones. Por lo tanto, el punto bivalente capaz de mantener la estabilidad del coágulo no se forma y este es mucho más inestable que el coágulo enzimático.

Las cuajadas ácidas son esencialmente desmineralizadas. Por no producirse la destrucción irreversible de la k-caseína, la coagulación ácida es reversible (la neutralización de los iones H<sup>+</sup> provoca la redisolución). A diferencia de la coagulación enzimática no experimenta sinéresis natural, es decir, que mientras no se intervenga mecánicamente sobre ella, el gel metaestable no se desestabiliza y no pierde agua. La cuajada ácida es una cuajada porosa, poco contráctil que dificulta la acción mecánica y por tanto la expulsión del suero retenido en el interior del grano de

cuajada. Este tipo de cuajada se utiliza en la elaboración de quesos frescos tipo Cottage y queso para untar.

Cuando la coagulación por acidificación se realiza por medio de microorganismos esta es lenta. Con el fin de acelerar el proceso es viable ajustar la temperatura de coagulación a la temperatura de crecimiento de los microorganismos.

Tabla 12. Características de los dos tipos habituales de coagulación de leche.

	Coagulación por acción del cuajo	Acidificación espontánea
Proceso bioquímico	Acción enzimática, lactosa poco degradada	Fermentación láctica
Modificación de la caseína	Transformación en paracaseína Separación de una parte no proteínica	Ninguna transformación química de la proteína
pH	6,8	4,6
Constitución del coágulo	Fosfoparacaseinato de Ca	Caseína pura (desmineralizada)
Naturaleza del coágulo	Gel elástico impermeable	Cuajada friable sin cohesión
Sinéresis	Natural	Nula

Alais indica que las cuajadas en quesería son en general de un tipo mixto. La cuajada por acción del cuajo, de la que se parte para la fabricación de todo tipo de queso, se modifica progresivamente bajo la influencia de la acidificación fermentativa que a medida que avanza disminuye la carga mineral.



**CAPÍTULO VII**

**TECNOLOGÍA DE LA ELABORACIÓN DE QUESOS**

## TECNOLOGÍA DE LA ELABORACIÓN DE QUESOS

Las más de cuatrocientas variedades más conocidas de queso tienen un origen común en la leche. Las diferentes variedades se producen alternando ciertas condiciones durante la elaboración. La fabricación de los quesos tiene dos etapas bien definidas: la primera es la elaboración de la cuajada que tiene por objetivo la producción de una cuajada de cuerpo, textura, acidez y humedad deseados, así como la forma. La segunda etapa es la maduración, durante la cual los microorganismos y las enzimas actúan en la cuajada bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad, para producir los sabores y otras características físicas que distingan al queso terminado. En algunas variedades, las etapas de elaboración de cuajada son relativamente cortas, mientras que las operaciones de maduración pueden continuar por muchos meses e incluso años. Otras variedades, por ejemplo, el queso Cottage, no requiere maduración, sino que están listas para ser consumidas tan pronto como se elaboran en la tina. El procedimiento general que determina la naturaleza del queso terminado comprende lo siguiente:

1. Recepción, pesaje, muestreo, enfriamiento y almacenamiento de la leche cruda.
2. Pretratamiento: clarificación, estandarización y pasteurización de la leche, agregado de cultivos indicadores.
3. Incorporación de aditivos: cuajo, cloruro de calcio, colorantes.
4. Tratamiento de la cuajada: corte, calentamiento y tratado del grano.
5. Desuerado
6. Moldeado
7. Prensado
8. Salado
9. Maduración

Estas operaciones son comunes a la elaboración artesanal e industrial y se repiten en un amplio rango de métodos o recetas de variedades de quesos.

Las principales operaciones señaladas hasta el punto tres ya han sido tratadas anteriormente.

Una etapa de gran importancia en la elaboración de quesos es la coagulación de la leche. Después de controlada la composición química, la condición biológica y las propiedades físicas de la leche, se controlan las características de la cuajada mediante el ajuste de los coagulantes, la temperatura y la acidez.

Los coagulantes que se usan normalmente en la elaboración de quesos con extractos enzimáticos o la acidez desarrollada en la leche mediante los cultivos acidolácticos o ambos en su conjunto. Las enzimas del cuajo producen en la leche normal, una cuajada semejante a la jalea, que puede ser suave o firme según la intención del quesero. Una cuajada elaborada por cuajo es normalmente elástica, suave, homogénea y puede ser cortada por un cuchillo en forma regular.

La reacción de la cuajada fresca obtenida por el cuajo es poco ácida y por ello las condiciones son más favorables al desarrollo de numerosos grupos de microorganismos que en la cuajada obtenida por el ácido, en la que la elevada acidez restringe el desarrollo de las bacterias.

Las variaciones extremas de temperatura a que se somete la leche, afectan la velocidad de coagulación y la tensión de la cuajada, debido a los cambios provocados en las concentraciones de los iones calcio y del fosfato de calcio coloidal. La leche cruda mantenida a temperaturas bajas, inferiores a 10 °C, se vuelve progresivamente menos sensible a la acción del cuajo. Esta disminución de la sensibilidad es tanto más evidente cuanto más baja es la temperatura y más largo el período de almacenamiento.

La firmeza de la cuajada formada por el cuajo se controla regulando la cantidad de enzimas, la temperatura de coagulación y la acidez al adicionar el cuajo. Mayores cantidades de cuajo, temperaturas de coagulación más altas y acidez mayor, son variantes que pueden usarse para aumentar la firmeza de la cuajada cuando se desea un coágulo típico.

La acidez de la leche actúa favorablemente activando la eficiencia del cuajo y liberando los iones de calcio de los compuestos coloidales solubles.

Por esto, cuanto más alta es la acidez más rápidamente se verifica la coagulación por el cuajo y más consistente será la cuajada, pero esta queda menos mineralizada con la acidez alta de la leche y el queso puede quedar menos plástico, incluso con el defecto de "apelmazamiento".

La acción combinada de la cantidad de cuajo y del ácido afecta las características de la cuajada y el modo por el cual es expelido el suero: la falta de actuación normal de uno de ellos puede retardar el desuerado y dar un queso defectuoso.

La eficiencia máxima de coagulación de un cuajo se desarrolla entre 40-42 °C. Por debajo de 10 °C y sobre 65 °C el cuajo no actúa (sí sobre la k caseína, transformándola en paracaseinato de Ca).

Para la mayor parte de los quesos los límites normales de trabajo son de 28-35 °C. En este rango se trata de obtener una coagulación más lenta y una cuajada más suave de acuerdo con el tipo de queso.

Por regla general, los quesos blandos requieren una temperatura de coagulación baja, mientras que los duros necesitan temperaturas más elevadas.

Se pueden obtener diferencias definidas en la textura de la cuajada empleando diferentes temperaturas de coagulación. La leche cuajada entre 21-25 °C produce quesos blandos, semejantes a la jalea, mientras que la procesada a 30 °C da una cuajada más firme y entre 32-34 °C esta es francamente consistente y medio elástica (como un flan). La elasticidad de la cuajada aumenta en forma directa con la temperatura hasta 41 °C.

En condiciones normales de trabajo los primeros signos de la coagulación pueden percibirse entre 5 y 8 minutos después de la adición del cuajo. Esto puede comprobarse dejando caer unas

gotas de agua en la superficie de la leche desde una altura mínima. En el momento en que ha empezado la coagulación, el agua deja de mezclarse con la leche y aparece como una gota individualizada, transparente en la superficie.

El tiempo total de coagulación para los quesos semiduros y duros varía entre 25-45 minutos, mientras que para los blandos tarda entre 1-2 horas y media o más.

Cuanto más rápida es la coagulación más tendencia tiene la cuajada a volverse dura y paralelamente, más rápida es su retracción. Por el contrario, una coagulación lenta produce una cuajada relativamente blanda que tarda en contraerse.

En estas circunstancias es de primordial importancia la regulación de la velocidad de coagulación para cada tipo de queso y la exactitud en determinar el final de la coagulación antes de continuar con el proceso de elaboración.

El momento en que la coagulación se completa y la cuajada está lista para cortar puede verificarse por la forma y el aspecto que presenta la superficie de un corte en V practicado con una espátula metálica con la que se levanta el trozo de la cuajada cortada. El corte debe ser nítido y las superficies brillantes, dejando salir suero límpido.

A pesar de que se han creado aparatos para indicar el punto final de la coagulación, no ha sido posible desplazar la experiencia práctica del quesero, quien empíricamente sabe cuándo se ha llegado a tal punto.

## **Corte, calentamiento y tratamiento del coágulo y grano**



### ***Corte de la cuajada***

El corte de la cuajada aumenta el área total de superficie a través de la cual el suero puede escapar, acelera su salida y también contribuye a hacer posible un calentamiento uniforme de la masa completa. Estas partículas de la cuajada después del corte, son generalmente tan uniformes en forma y tamaño como sea posible con el fin de facilitar los objetivos anteriores y pueden variar desde el tamaño de una semilla de trigo hasta el de una ciruela.

En la superficie de cada grano se forma una ligera película elástica que retiene la grasa y hasta cierto punto el suero adentro del mismo, durante el trabajo mecánico por agitación. Si esta película se endurece muy rápidamente por acción del calor, se formará una piel y el suero encontrará dificultades para salir del grano.

El corte descuidado y prematuro de la cuajada o su desmenuzamiento, en vez del corte, aumenta la pérdida de grasa y de caseína y esta quedará en parte como en “polvo” o “finos de caseína”. El tamaño del grano en que se corta la cuajada tiene una influencia definida sobre la

velocidad de salida del suero y por lo tanto para cada método de trabajo de la cuajada (dentro de tiempos y temperaturas constantes) la humedad final de la masa y del queso dependerá de forma directa del tamaño del grano. Los granos grandes retienen más humedad que los pequeños y por esto conservan más lactosa y consecuentemente la acidez del queso será también más alta. El grano más pequeño desuera más rápidamente, no solo porque la distancia entre el centro y la periferia es más corta, sino también porque cuanto más pequeño sea el grano mayor será la superficie en relación con su volumen.

El corte de la cuajada se realiza por medio de liras, estas son unos rectángulos de metal cruzados por una serie de alambres de acero inoxidable colocados a espacios regulares a la distancia más conveniente para el tipo y variedad de queso a producir. Por lo general se usan dos liras, una de alambres verticales y otra de alambres horizontales.

Luego del corte debe dejarse los granos en reposo durante unos minutos con el objeto de permitir la formación de una fina película en la parte exterior de los granos, a través de la cual se va a presentar la expulsión del suero y también un intercambio de elementos entre el grano y el suero. Este lapso de tiempo no debe prolongarse demasiado, pues en este caso, los granos se van al fondo y se pueden volver a compactar en una sola masa, perdiéndose la operación anterior.

### ***Calentamiento de la cuajada***

Luego del fraccionamiento de la cuajada el grano empieza a presentar cada vez más la tendencia a sumergirse en el suero. La densidad relativa del grano va subiendo y en los quesos duros llega a valores de 1,073 Kg/L.



Para conservar el grano individualizado y evitar que se apelmace formando conglomerados y se pierda el ritmo del desuerado, es necesario mantenerlo en constante movimiento por medio de agitación. Esta agitación debe ser lenta al principio y va aumentando de velocidad a medida que la densidad y consistencia del grano aumentan.

Para aumentar la sinéresis y acelerar la salida del suero, en la mayor parte de los quesos duros y semiduros, se eleva la temperatura, durante la agitación del grano.

El calentamiento de la cuajada acelera la pérdida de humedad. Este efecto se produce porque el calentamiento estimula la acción del cuajo y afecta directamente las características físicas de la cuajada para retener la humedad. Debe tenerse en cuenta que pequeños cambios de temperaturas resultan muy efectivos. Por esta razón es aconsejable calentar la cuajada lentamente de manera que el calor penetre a través de ella, antes de que las capas exteriores de los granos de hayan convertido en una película impermeable. Cuando esto ocurre las partículas

de cuajada deben agitarse vigorosamente para romper dicha película y permitir la salida del exceso de humedad.

La operación de calentamiento, llamada también cocción, tiene otro efecto importante, ya que se relaciona con la producción de acidez de los cultivos lácticos en el queso. Al usar, por ejemplo *Streptococcus lactis* las temperaturas de cocción raramente exceden los 40 °C. En otros tipos de quesos, como el suizo, el calentamiento es lo suficientemente alto como para excluir la acción de microorganismos indeseables y a la vez, favorecer el desarrollo de los cultivos termófilos para una maduración posterior adecuada.

El calentamiento se aplica más lentamente al principio para asegurar la máxima salida del suero del grano y al final se eleva la temperatura más rápidamente. Si por lo menos en la fase inicial se eleva 1°C cada tres minutos se consiguen buenas condiciones de drenaje.

La temperatura máxima de cocción varía con el tipo de queso. Para quesos de pasta relativamente blanda el aumento de temperatura es de 1-5°C (Chanco, Port Salut). Para quesos de texturas más firmes (Cheddar) se aumenta la temperatura del suero unos 6-8°C. En los quesos de pasta cocida (suizo, Parmesano) la elevación de la temperatura de coagulación llega a ser de 20-25°C sobre la temperatura de coagulación.

El aumento de la temperatura origina algunos cambios físicos en la cuajada, disminuyendo la humedad, lo que la hace más firme y en los quesos de pasta cocida le confiere cierta plasticidad a la masa.

La duración del trabajo y calentamiento del grano varían con el tipo de queso y con el tamaño del grano.

El grano pequeño hace posible no solamente un trabajo y calentamiento más cortos, sino también permite que la temperatura se eleve más rápidamente, sin inconvenientes para la salida del suero.

Durante el trabajo muy prolongado del grano, la acidez va aumentando progresivamente lo que conlleva a la consecuente desmineralización de la cuajada. Esto puede provocar que el queso quede más ácido y con menos plasticidad. Un trabajo rápido, pero con la duración suficiente, permite adquirir al queso mejores condiciones de plasticidad.

En condiciones normales y en igualdad de circunstancias de tamaño de grano, acidez, etc, cuanto más se eleva la temperatura, más seco quedará el grano al final del calentamiento.

Una vez alcanzada la temperatura de calentamiento es importante mantenerla constante hasta que finalice el secado del grano. El tiempo puede oscilar entre 15 minutos hasta 2 horas, dependiendo del tipo de queso que se esté elaborando, teniendo en cuenta que mientras mayor es el tiempo de secado, se deben obtener granos de cuajada más secos.



### ***Lavado de la cuajada y del grano***

Para la fabricación de algunas variedades de queso, es necesario aplicar agua en el suero durante el calentamiento o más tarde. En otros tipos, en la cuajada ácida, ya cortada, antes de salar.

La adición al suero de agua simple o con sal, tiene por fin disminuir el contenido de lactosa. De este modo, se frena el desarrollo del ácido láctico formado a expensas de la lactosa.

El agua puede ser caliente o fría y también puede ser aplicada con sal. En los quesos holandeses como el Broadkaas, el agua se agrega a 70°C y se utiliza para calentar la cuajada.

La temperatura de aplicación del agua dependerá del efecto final deseado, pues cuanto más alta sea, menos agua será necesario emplear. La cantidad varía generalmente, según el deslactosado que requiere el tipo de queso, entre el 10-30% del volumen de leche. En general, se aplica solo después de extraer un tercio o un cuarto del suero inicial.

El agua caliente intensifica la sinéresis y el grano pierde humedad y a la vez los fenómenos osmóticos hacen que una parte de la lactosa y del ácido láctico abandonen el grano hacia el suero.

Si se agrega agua fría al suero durante el trabajo del grano o después de calentar la cuajada con agua caliente, la temperatura del suero y del grano baja. Este descenso de la temperatura puede frenar la sinéresis o provocar una histéresis, o sea, la desconcentración de las mallas de caseína del grano de cuajada y por efecto de esta acción el grano se hincha, se ablanda y absorbe otra vez humedad y el queso queda más blando. Los quesos de grano y pasta lavada quedan menos ácidos, su consistencia es más blanda, con textura pastosa y maduran más rápidamente.

Dentro de ciertos límites, cuanto más fría sea el agua (4-7°C) más humedad quedará en el queso.

Algunas variedades de quesos requieren ser colocados en agua fría inmediatamente después de ser extraídos de los moldes. Esto contribuye a enfriar la masa de la cuajada, lo que le confiere una consistencia que permita manipular y transportar el queso fresco, que de otro modo quedaría demasiado blando. Por otra parte, facilita la salida de lactosa y ácido láctico de la capa superficial del queso, lo que mejora su consistencia y en cierta medida imprime flexibilidad a la corteza.

La adición de agua con sal produce cambios en el complejo salino de la proteína que imprime propiedades físico-químicas especiales a la cuajada. En efecto, en este caso, cuanto más ácido está el grano y más alta es la temperatura de tratamiento (dentro de ciertos límites), más húmeda quedará la cuajada y más blando será el queso.

## **Desuerado**

La extracción del suero tiene lugar en dos fases. La primera, antes del lavado de la cuajada y la segunda cuando haya finalizado el secado del grano.

Al terminar el calentamiento y el trabajo adecuado de la cuajada y cuando el grano presenta la consistencia y características apropiadas a cada tipo de quesos, se interrumpe la agitación y se deja el grano bajar al fondo de la tina para enseguida empezar el desuerado.

La interpretación de los signos que marcan el momento en que se debe dar por terminado el trabajo del grano es uno de los momentos más delicados de la fabricación del queso, por cuanto si se interrumpe el trabajo antes de que el grano adquiera la consistencia, humedad y acidez apropiadas, el queso quedará con demasiada humedad, muy blando y posiblemente con acidez exagerada y textura futura friable; al contrario, si se tarda demasiado en empezar el desuerado, el queso quedará seco y duro.

Las manipulaciones mecánicas para separar la cuajada del suero son muy variadas en la práctica. Al menos hay 4 métodos que se emplean frecuentemente.

La cuajada puede colocarse en paños que retienen los granos pero le permiten al suero salir a través de la tela.

Otra práctica consiste en sacar los granos de cuajada y suero de la tina y ponerlos en moldes perforados. Estos moldes pueden no tener tapas ni fondos, de manera que la cuajada descansa sobre una superficie que permite el drenaje. El suero escapa a través de las perforaciones del molde y de la superficie de apoyo. Se realiza un volteo periódico. El queso Camembert constituye uno de estos ejemplos.

Un tercer método usa un paño para reunir los granos de cuajada en una sola masa bajo la superficie del suero. Los bordes del paño se levantan desde la tina y se separan del suero, uniendo toda la masa de cuajada dentro de la bolsa así formada. Este procedimiento se usa en el queso suizo.

Un cuarto método permite a los granos de la cuajada depositarse en el fondo de la tina bajo la superficie del suero. Entonces, el suero que está sobrenadando se elimina a través de la válvula al final de la tina o mediante un sifón. Varios quesos semiduros se elaboran de esta forma. La separación de la cuajada del suero marca el fin de una etapa muy definida en la elaboración de queso. Esta operación no termina con la remoción de suero. La cuajada puede seguir perdiendo suero por muchas horas.

El los tipos de quesos en los cuales se ha calentado la cuajada, por ejemplo Cheddar, esto continua hasta que la temperatura de la cuajada se aproxima a los 20°C y hasta que la acidez desarrollada se aproxima a su máximo o el cambio de acidez se haga muy lento. Durante este intervalo la cuajada puede ser protegida de un enfriamiento rápido para favorecer la acción de los microorganismos productores de ácido.

## **Moldeo, prensado, salado y oreo de los quesos**

### ***Moldeado***

Después del desuere del grano puede ser distribuido inmediatamente en los moldes o acumularse en el fondo de la tina, para formar un bloque que se pre prensa y seguidamente se corta en bloques para que se coloquen en los moldes, o se deja en reposo por un lapso de tiempo para acidificar.

Si el grano es de tamaño uniforme y el bloque de grano es prensado bajo la superficie líquida del suero, el grano se amolda entre sí por efecto de la compresión, el suero va saliendo de los intersticios, por lo menos en gran parte y la masa del queso será compactada con pocas aberturas.

Si el grano se encuentra en poco suero cuando se lleva a los moldes o si el bloque de cuajada se forma y pre prensa después de la extracción del suero, la masa del queso quedará con textura abierta y porosa, con aberturas mecánicas a causa del aire que penetra en los intersticios después de la salida del suero y que después queda encerrado en la masa del queso sin poder salir.

El moldeado del queso tiene por finalidad darle determinado tamaño de acuerdo con sus características y de cierto modo de acuerdo con la tradición y exigencias del mercado. El formato y la relación volumen/superficie es fundamental en los quesos madurados externamente.

La forma de los quesos puede ser esférica, cuadrada, prismática, cilíndrica, de cono truncado, etc.

Al colocar la cuajada en los moldes generalmente se revisten estos de tela de lienzo.

Hoy día se usan moldes de acero inoxidable y plásticos con telas metálicas o fibras sintéticas que sustituyen las de lienzo. En ese sentido, los moldes en madera usados antiguamente ya no son aceptados por algunas autoridades sanitarias por considerarse foco de contaminación

El formato y el tamaño del queso tienen mucha influencia sobre la calidad final del producto pues de ellos depende la relación entre la superficie y el volumen del queso y de esta relación dependen la velocidad e intensidad de salado, la proporción de pérdida de humedad por evaporación, la extensión de la permeabilidad gaseosa del queso, esto es la respiración, la extensión e importancia de la flora superficial, etc.

De acuerdo con la técnica que se use para el moldeado, los quesos se pueden dividir de la siguiente manera: pre prensado, amasado y pescado.

### **Pre prensado**

Al término del procesamiento en la tina se procede al pre prensado y al terminar este, se divide la cuajada en porciones correspondientes a un queso y cada porción se lleva a un molde para su prensado final. En este tipo de queso, el pre prensado se puede hacer en la misma tina o en una

tina especial denominada sedimentador. Cualquiera que sea el procedimiento que se siga, es muy importante que la cuajada se nivele bien y que el prensado se haga bajo suero para mantener la temperatura de los granos. Una vez que se han unido y nivelado los granos de cuajada, se colocaran las planchas para el pre-prensado y se aplicará una presión equivalente a 1-2 veces el peso de la masa de la cuajada. Este prensado se efectúa durante 15-30 minutos. Terminado el pre-prensado se divide la maza en trozos del tamaño correspondiente al tipo de queso que se está elaborando y se lleva a los moldes respectivos.

### **Amasado**

Al término del procesamiento en la tina se efectúa una agitación en seco de los granos de cuajada en la última parte de esta agitación se agrega sal. Luego, se lleva la cuajada seca y salada a los moldes para su prensado.

El queso amasado tiene su origen en el norte de Alemania y Holanda; uno de ellos el Tilsiter. Al terminar la agitación se procede a desuerar completamente y cuando quedan solamente los granos en el fondo de la tina se inicia el amasado. El amasado se realiza con el equipo de agitación de la tina, cambiando los agitadores por unos semejantes a rastrillos. Esta agitación con los rastrillos debe ser fuerte para evitar que los granos se aglomeren.

### **Pescado**



Al término del procesamiento en la tina, esto es, una vez finalizado el calentamiento y la agitación, se mueven en forma conjunta la cuajada y el suero directamente a los moldes y se procede a un prensado suave o incluso este último puede no realizarse, como ejemplo los quesos Havarti y Camembert.

La forma en que se haya efectuado el moldeo de los quesos producirá importantes diferencias

en su textura y maduración. Si se efectúa un amasado de la cuajada antes del moldeo, el enfriamiento de los granos impedirá que estos se unan completamente y en consecuencia el queso terminado va a poseer un gran número de ojos pequeños e irregulares, mientras que en el queso pre-prensado o tipo, la masa va a ser cerrada, a excepción de unos pocos ojos regulares que se producen por el desarrollo de gas durante la maduración.

En los quesos tipo “pescado” la cuajada se lleva directamente a los moldes con el suero y en consecuencia presentan una textura intermedia.

## **Prensado**

El objetivo del prensado es dar la forma característica del tipo de queso correspondiente. Además, es parte importante en el proceso de formación de corteza y eliminación del suero suelto.

Para el prensado se utilizan diferentes tipos de prensas, las cuales pueden ser verticales, horizontales, accionadas de manera hidráulica, neumáticamente, de tornillo o de palanca. Lo importante es aplicar la presión necesaria para cada queso según el tamaño y grado de humedad con que debe quedar el queso. En el prensado, la humedad que principalmente se retira es la que se encuentra entre grano y grano de cuajada.

En el prensado bajo la acción de una fuerza externa (prensa), la relación entre la magnitud de la presión en kilogramos y la masa del queso adquiere una gran importancia. Sin embargo, esta relación no ofrece una idea completa de la presión, ya que ésta depende también del área y la superficie del queso.

Si con la variación de la masa del queso, varía proporcionalmente el área de la superficie de presión y permanece constante la fuerza aplicada a la pieza por kilo de peso, entonces la presión ejercida sobre 1 kg. de queso permanece constante. A su vez, si se aumenta la masa de un queso, pero solo varía su altura y el área de la superficie sobre la que se ejercerá la presión permanece invariable, así como el peso ejercido por kg de queso (de acuerdo con el tamaño del queso) entonces la masa del queso experimentará mayor presión.

En general, los quesos pequeños se prensan bajo una presión de 15-25 kg por 1 kg de queso, durante 2-4 horas; los grandes a 30-40 kg durante 12-24 horas, el Cheddar a 60 kg durante 18-24 horas.

Para calcular la presión que experimenta el queso es necesario conocer la masa del queso, la presión requerida para 1 kg de queso y el área de la superficie de aplicación de la fuerza en el mismo. Veamos un ejemplo de un queso Colby de 16 kg, de peso, con un área de aplicación de 1000 cm<sup>2</sup> (largo 50 cm, ancho 20 cm).

La presión se calcula así:

$$\frac{40 \times 16}{50 \times 20} = 0,64 \text{ kg/cm}^2 = 64 \text{ kPa}$$

Donde:

40= presión requerida para 1 kg de queso, kg

16= masa del queso

50= largo del queso

20=ancho del queso

Para interpretar la lectura dada por el manómetro como presión en las prensas neumáticas se utiliza la fórmula:

$$P = a \frac{p \times S}{S_1}$$

Donde:

P= presión manométrica, atm;

p= presión sobre el queso, kg/cm<sup>2</sup>

S= área de la superficie que experimenta la presión, cm<sup>2</sup>

S<sub>1</sub>= área del pistón neumocilíndrico, cm<sup>2</sup>

a= coeficiente de pérdida de presión (se toma 1,1)

Para el caso que nos ocupa la presión indicada por el manómetro en atmósferas alcanza:

$$P = (1,1) \frac{0,64 \times 1000}{3,14 \times 6,25^2} = 5,2 \sim 5$$

En este ejemplo se tomó 12,5 cm. como diámetro del pistón.

El tiempo de prensado varía también según el tipo de queso y el tiempo correcto depende de varios factores. Normalmente el prensado de un queso amasado es más prolongado que el de un queso pre-prensado. Mientras más alto sea el contenido de materia grasa, más largo es el tiempo de prensado, ya que se aumenta la retención del suero con el contenido de materia grasa.

El prensado de la cuajada debe ser gradual, menor al principio y aumento posterior. Una elevada presión al principio comprime la capa superficial del queso y puede encerrar el suero en pequeñas bolsas en el interior de este.

Como consecuencia del prensado pueden presentarse dos problemas: la adherencia del queso a los moldes o a los paños, esto se debe a que el queso está demasiado blando en el momento de prensarse, y ocurre cuando se ha usado leche demasiado ácida. Un segundo problema lo constituyen las marcas o heridas que pueden quedar debido al prensado con paños. Con los moldes metálicos que no usan paños no hay mayor problema en este aspecto, pero cuando se usan paños, este defecto es muy corriente y para evitarlo, es indispensable dar vueltas al queso durante el prensado y colocar el paño de forma cuidadosa para evitar las marcas o heridas.

### **Salado**

El proceso de separar la cuajada del suero en algunas variedades se estimula mediante la adición de sal. La sal tiene una influencia profunda sobre todas las propiedades físicas de la cuajada. Además, influye en los cambios biológicos durante la maduración. En unas pocas variedades de queso la sal se agrega directamente a los granos de cuajada antes del prensado

(Cheddar). En otros tipos de quesos, la cuajada se moldea primero y se sala. Los quesos se colocan en una salmuera y se agrega sal en superficie. Otros quesos son salados después del prensado, frotando sal directamente sobre su superficie (quesos italianos duros).



El salado constituye el último paso en la elaboración de la cuajada, cuando el queso se sala antes del prensado, o el primer paso en la maduración, si es que se realiza una vez que el queso ha sido moldeado.

Los objetivos principales del salado del queso son impartir cualidades de sabor que lo hacen más apetecible, dar al producto mayor conservación e inhibir o retardar el desarrollo de microorganismos indeseables, seleccionar la flora normal del queso.

Mientras que el primer objetivo es de importancia primordial en los quesos convencionales, en los quesos frescos criollos, que más frecuentemente tienen que ser sometidos a las condiciones de temperatura ambiental, el salado constituye un fuerte y conveniente medio de conservación.

Para poder comprender la acción de la sal como elemento inhibidor del desarrollo de las bacterias se debe relacionar el contenido de sal del queso con su humedad.

De este modo en un queso con 40% de humedad y con un contenido de 3% de sal, el agua formaría con la sal una salmuera en la que el porcentaje de sal está cerca de un 7.5%. Pero si pasado algún tiempo el queso perdiera por ejemplo 20% de su peso por deshidratación, este pasaría a contener solamente 32% de humedad y consecuentemente el porcentaje de sal estaría cerca del 10%.

La cantidad de la sal en el queso puede variar entre 0,8 – 2% pero en algunos como los azules puede subir a 4 - 4,5% y en los madurados en salmuera llega a 5-8%.

Durante el salado, la sal penetra por ósmosis primero en una capa superficial de las partículas de cuajada de queso (0.5% a 1 cm de espesor) y después poco a poco se difunde en forma homogénea por toda la masa. El producto puede perder normalmente de un 2 – 4,5% de su peso según su tamaño y formato y conjuntamente pierde también algo de ácido láctico.

En los quesos convencionales madurados, el salado debe efectuarse solamente después de terminada la fermentación láctica o cuando está bastante avanzada.

El método a emplear para salar y la cantidad de sal a usar dependerán del tipo de queso.

El salado en el suero es usado en la zona tropical de América en la mayoría de los quesos criollos ya que se almacenan en condiciones ambientales de alta temperatura; por esta razón exigen un salado inmediato y con cantidades relativamente altas de sal.

Durante el salado en la masa del queso, la sal se agrega al grano antes de colocarlo en los moldes o a la masa de cuajada molida o picada después que el suero haya alcanzado el grado de acidez deseado para el tipo de queso. En este método la sal actúa en forma muy directa, se dispersa rápidamente y ejerce gran influencia sobre el desarrollo de la flora bacteriana.

En general, la sal en la humedad del queso alcanza concentraciones de alrededor de 5,4% a las 24 horas y a los 45 días puede alcanzar un porcentaje cercano a 6,7%. El contenido de bacterias baja en las primeras 24 horas.

En algunos tipos de quesos convencionales, se agregan cantidades moderadas de sal al suero durante el tratamiento del grano. En este caso la sal es usada para obtener una cierta selección microbiana que controla la velocidad de la formación de ácido, para obtener una textura flexible, una cierta aceleración de la solubilidad de la cuajada y para aumentar ligeramente la humedad del grano.

El salado sobre la superficie del queso, con sal seca, se usa comúnmente en quesos blandos, pero también en algunos quesos duros y muchas veces como complemento de otros métodos.

La sal a emplear debe ser de grano medianamente grueso.

El salado en seco se efectúa en la superficie del queso frotando la sal a fin de distribuirla uniformemente y en general se aplica en fases sucesivas durante varios días, según el tipo de queso.

En el método de salado en salmuera los quesos se sumergen en una solución de sal común (NaCl) en agua. Mientras se encuentra en la salmuera el queso absorbe sal, pierde humedad, ácido láctico y Nitrato de sodio o potasio si se le agrega a la cuajada.

El tiempo que la sal demora en penetrar en el queso varía de 1 a 4 días para quesos semiduros, pero en los duros como el Grana puede tardar hasta 10 días o más.

La velocidad y concentración de la salazón, dependen de varios factores de los cuales los más importantes son:

1. Tamaño y formato
2. Concentración de sal en la salmuera
3. Acidez del queso y de la salmuera
4. Humedad y textura
5. Temperatura de la salmuera

### **Tamaño y formato**

Los quesos grandes tardan más tiempo en absorber la sal necesaria; el formato puede influir también ya que la relación entre la superficie y el volumen depende de la forma del queso; a una mayor superficie corresponde una mayor absorción, es decir, el queso absorbe más fácilmente la sal necesaria.

## **Concentración de sal en la salmuera**

Es evidente que cuanto más salado tenga que ser el queso, más tiempo tendrá este que permanecer en la salmuera. Si la concentración es exagerada se corre el peligro de formar una corteza muy gruesa y muy dura. Para la mayoría de los quesos duros y semiduros se utiliza una salmuera de 20-21°Be. Si la concentración de sal es muy baja la absorción de la sal es muy lenta, la proteína presentará tendencia a disolverse y la corteza quedará viscosa y gelatinosa. Este fenómeno será aún más evidente si al mismo tiempo la acidez de la salmuera es elevada.

## **Acidez de la salmuera**

Mientras se encuentra en la salmuera el queso va perdiendo por ósmosis cierta cantidad de ácido láctico que se va concentrando en la salmuera hasta alcanzar una isotonía.

Para que el salado se haga en forma estándar y la corteza del queso sea normal la acidez de la salmuera debe ser controlable para que sea siempre igual a la del queso (para duros y semiduros debe tener pH 5-5,2).

Si la salmuera tiene una acidez exagerada el queso presentará al término del salado una concentración más alta de ácido en las capas superficiales y en la corteza y en consecuencia la superficie del queso tendrá tendencia a quedar blanda friable y viscosa, además durante la maduración tendrá predisposición al desarrollo de hongos en la corteza.

Si la salmuera tiene una acidez más baja que la del queso, el salado será más lento posiblemente debido a la salida de mayor cantidad de ácido en contracorriente a la entrada de sal, lo que retrasa el proceso de absorción osmótica de cloruro de sodio.

Si los quesos que se introducen en la salmuera presentan una fermentación láctica insuficiente, lo que equivale a una baja acidez, podrían presentar el defecto de adquirir un borde blanco, de textura friable y seca. Este defecto se manifiesta más claramente en los quesos semiduros cuando:

- a) la acidez real del queso es inferior a pH 5,0-5,2;
- b) cuando la concentración de la salmuera es muy elevada y provoca una acción deshidratante exagerada en la corteza del queso;
- c) cuando la humedad del queso es muy baja e impide la deshidratación normal;
- d) si la temperatura del salado es muy alta y el proceso ocurre muy rápido.

## **Humedad y textura**

Los quesos duros de poca humedad absorben la sal más lentamente que los más húmedos y blandos.

En realidad, los fenómenos osmóticos sólo pueden ocurrir mediante la fase acuosa. Por otro lado, como el queso sufre una deshidratación en la salmuera, si el contenido en agua del queso

es más bajo, la deshidratación en los cambios osmóticos tendrá que ser menos intensa y más lenta.

### **Temperatura de salmuera**

Cuanto más baja sea la temperatura de la salmuera, más lenta será la absorción de la sal por el queso.

Las oscilaciones de temperaturas ocasionan variaciones en el proceso final del queso, perjudicando la estándar y por esto, generalmente, se recomienda mantener la salmuera a 10-12°C para efectuar un salado constante, lento y en forma suave, que facilite la formación de una corteza delgada y flexible.

Un método más avanzado es el salado por impregnación al vacío de los quesos, con el que se alcanza una distribución más homogénea de la sal en menor tiempo de salado. La variación de las presiones de vacío permite un ingreso más acelerado del cloruro de sodio al centro del queso, lográndose un salado en 8 horas, de un queso que habitualmente requiere de 48 horas

### **Oreo**

El oreo se lleva a cabo en cámaras especiales con una temperatura y humedad ambiental determinadas (13-15 °C y 75 % de humedad relativa), dependiendo del tipo de queso. Normalmente la humedad de esta cámara es menor que la que luego tendrá en la maduración pues se trata de secar la superficie del queso para que se forme la corteza en los quesos en que ésta es una corteza firme y seca. Si se trata de quesos con cortezas mohosas o blandas esta fase no es imprescindible.

### **Maduración**

El objetivo de la maduración de los quesos consiste en el desarrollo de las características físicas típicas de sabor, color, cuerpo, textura y olor.

Los cambios bioquímicos que ocurren durante el proceso de maduración del queso están relacionados principalmente con la transformación de las proteínas, la grasa y la lactosa, es decir, sus principales constituyentes.

Estos cambios ocurren bajo la influencia de las bacterias, hongos, levaduras, fermentos o enzimas, entre los cuales el papel más importante corresponde a las proteasas. Las proteínas se transforman en múltiples compuestos nitrogenados solubles por la acción del cuajo (quimosina) y de las enzimas proteolíticas de las bacterias y hongos, que conforman la estructura, consistencia, sabor y aroma del queso. La lactosa se descompone totalmente por las enzimas de las bacterias acidolácticas con formación de ácido láctico y otros productos. Las lipasas descomponen la grasa y los fosfolípidos, liberando ácidos grasos, etc. De esta forma, como resultado de complejos procesos microbiológicos y bioquímicos se forman en el queso productos que condicionan sus caracteres organolépticos.

## **Lactosa**

En el proceso de maduración las bacterias ácido-lácticas descomponen rápidamente la lactosa, que a los 7-10 días ha desaparecido totalmente. El producto principal de esta actividad es el ácido láctico.

La dinámica de acumulación del ácido láctico está dada, fundamentalmente, por la composición del cultivo iniciador bacteriano (relación entre los fuertes y débiles formadores de ácido), la temperatura de cocción y la humedad del queso después de prensado.

La cantidad de ácido láctico acumulado determina la magnitud de la acidez activa (pH) y la acidez titulada, las que influyen sobre la velocidad de maduración, así como en la estructura y consistencia del producto.

La acidez titulada crece en todos los tipos de quesos, como regla, con rapidez en las primeras horas y días después de la fabricación. Posteriormente, aumenta con lentitud y al final de la maduración puede reducirse como consecuencia de la acumulación de productos alcalinos de la desintegración de las proteínas. Por otra parte, las bacterias propiónicas, butíricas y otras utilizan el ácido láctico en su actividad metabólica, transformándola en otros compuestos.

Los valores de pH varían desde 4,7 hasta 5,0 en los quesos ácidos y de 4,9 hasta más de 7,0 en los quesos madurados con hongos. Su magnitud tiene un significado importante en la dirección de los procesos bioquímicos (fermentativos) que tienen lugar en el queso, por lo que es necesaria regular la formación del ácido láctico en las distintas etapas de fabricación para mantener el valor óptimo de pH recomendado por las instrucciones tecnológicas.

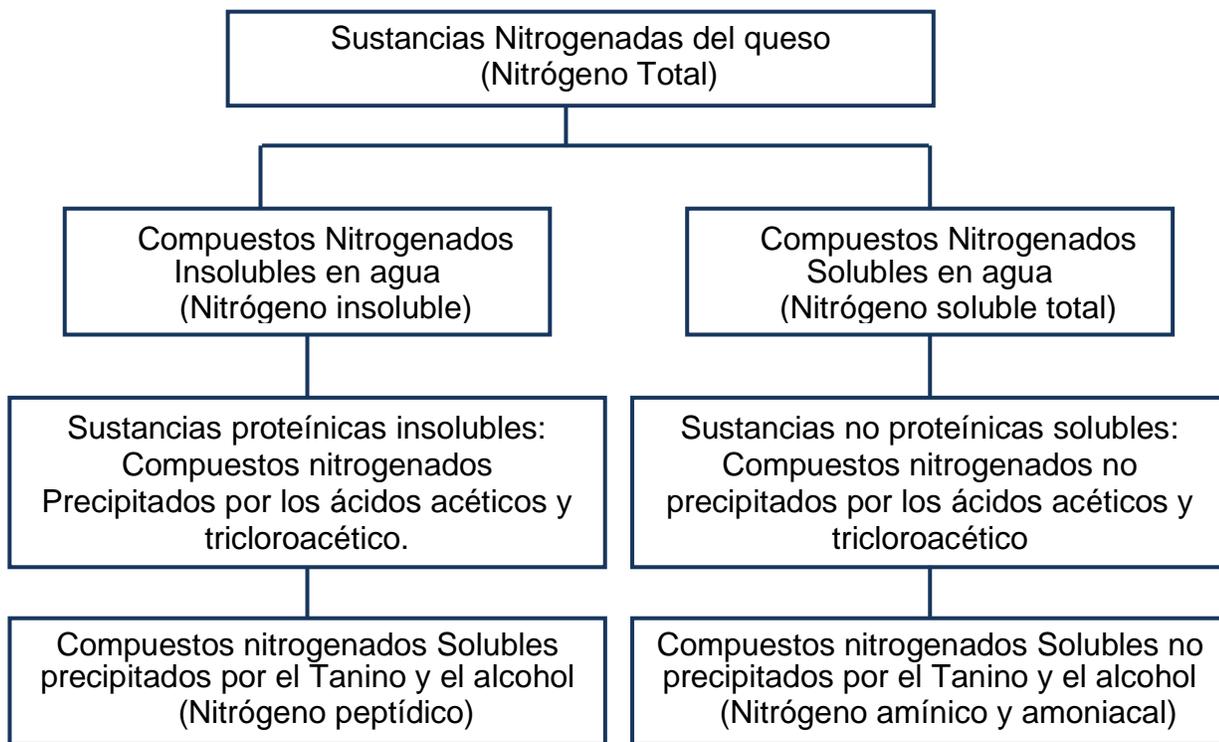
La formación de los “ojos” en los quesos está determinada por las propiedades estructuro-mecánicas de la masa quesera y por la intensidad de la acumulación de gases en ella. En el proceso de maduración del queso, tiene lugar la formación de gases, principalmente CO<sub>2</sub> como resultado de la fermentación propiónica a expensas de la lactosa, el ácido láctico y los lactatos. También se forma amoníaco, hidrógeno y nitrógeno. Una parte de los gases se desprende hacia el exterior y otra queda retenida en la masa formando los ojos. En la composición de la mezcla gaseosa de los ojos se encuentra generalmente CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>.

## **Proteínas**

Los cambios bioquímicos de las sustancias proteínicas se consideran fundamentales en el proceso de maduración de los quesos. Bajo la acción del cuajo y de los fermentos de las bacterias ácido-lácticas se descomponen las proteínas de la masa quesera formando numerosos compuestos nitrogenados.

La quimosina del cuajo provoca la ruptura inicial de la  $\alpha$  caseína y  $\beta$ caseína en fragmentos de gran masa molecular. Las enzimas extra e intracelulares de las bacterias ácido-lácticas actúan principalmente sobre los productos de la desintegración de la paracaseína, aunque son capaces de hidrolizar las fracciones de la caseína. El papel principal en la ruptura fermentativa de las proteínas corresponde a las bacterias ácido-lácticas.

Durante el proceso de maduración del queso, el complejo caseínico se descompone paulatinamente en sustancias proteínicas solubles en agua (polipéptidos de alto peso molecular) después los polipéptidos de mediano y bajo peso molecular (péptidos) y finalmente en aminoácidos. Al mismo tiempo, se produce la separación de los aminoácidos y péptidos de bajo peso molecular de los polipéptidos. Por consiguiente, la ruptura fermentativa del complejo caseínico está acompañada de la formación de compuestos nitrogenados solubles en agua cuya cantidad aumenta constantemente. Sin embargo, entre el 50-80% del complejo caseínico (según el tipo de queso) permanece inalterable. El grado de fraccionamiento de la proteína durante la maduración de los quesos puede determinarse investigando el contenido de las distintas fracciones de los compuestos nitrogenados, de acuerdo con este esquema elaborado por I. I. Klimovski.



Un criterio del grado de maduración del queso está dado por la relación del nitrógeno soluble/nitrógeno total expresado en porcentaje y conocido como Grado Global de Maduración. No obstante, el alcance de la proteólisis medida por el grado global de maduración no es suficiente para caracterizar las transformaciones que ocurren en el queso, es necesario tener en cuenta las proporciones relativas de los componentes solubles de bajo peso molecular, especialmente los aminoácidos y el amoníaco. El contenido de las distintas fracciones en un grupo de quesos hallada por Z. J. Dilanian se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 13. Contenido de Nitrógeno en quesos

CONTENIDO, % DE NITRÓGENO TOTAL						
QUESOS	Nitrógeno Total (%)	Nitrógeno insoluble	Total	Nitrógeno soluble Incluyendo		
				Proteico	Peptídico	Amínico y Amoniacal
<b>Duros</b>						
Suizo	4,39	75,0	25,0	8,5	-	16,5
Soviético	4,34	78,0	22,0	7,4	5,4	9,2
<b>Semiduros</b>						
Holandés	4,19	79,6	20,4	6,6	6,7	7,1
Yaroslav	4,12	77,3	22,7	9,5	5,7	7,5
<b>Blandos</b>						
Roquefort	3,91	45,9	50,5	1,4	41,7	7,4
<b>Madurado en salmuera</b>						
Brinza	3,68	86,2	13,8	4,8	4,2	4,8

La composición de los productos formados a partir de la desintegración de las proteínas es distinta en los diferentes grupos de quesos.

Esto está condicionado por la microflora (cultivo) utilizada, los regímenes de tratamiento térmico del grano, el contenido de humedad, sal, etc.

Al desintegrarse las proteínas en los quesos se acumulan péptidos y aminoácidos libres que influyen notablemente sobre el sabor del producto terminado.

### **Grasa**

En todos los quesos tiene lugar una hidrólisis fermentativa de la grasa láctea.

La fuente principal de las lipasas es la microflora del cultivo, así como la de la corteza del queso. Las enzimas lipolíticas son segregadas por los estreptococos y bacilos ácido lácticos, las bacterias propiónicas mucilaginosas y los hongos microscópicos. El grado de descomposición de la grasa en los quesos duros y blandos no es el mismo. En los blandos la hidrólisis de la grasa ocurre más intensamente mientras que en los duros es mucho más débil.

En todos los quesos se han encontrado ácidos grasos libres: acético, butírico, propiónico, caproico, caprílico, cáprico, etc.

La hidrólisis de la materia grasa desempeña un papel importante en la formación del aroma, aunque no provoca modificaciones notables en la textura del queso.

## ***Regulación de la maduración***

Algunos quesos están listos para ser consumidos tan pronto como la etapa de la elaboración de la cuajada está terminada. Otros, son madurados durante unos pocos días o semanas, otros aún pueden demorar meses y hasta años para desarrollar las características deseadas en el producto terminado.

Las características iniciales van cambiando de acuerdo con el tipo de queso, que al principio es casi blanco, se vuelve poco a poco más amarillo. La consistencia también va cambiando, en unos es cada vez más blanda, mientras que en otros queda cada vez más dura, el olor se desarrolla y el sabor, que al comienzo es ligeramente ácido, se va acentuando y queda más o menos fuerte y por otro lado, la masa, que al principio es elástica, algo gaseosa y poco soluble, va volviéndose más soluble y gana plasticidad.

Estos cambios aparentes de las propiedades físicas y de olor son resultantes de cambios químicos de los diferentes componentes de la cuajada fresca y constituyen el proceso de maduración.

La maduración de los quesos se basa en el control del ambiente. Este sin embargo, no puede ser completamente efectivo sin los controles preparatorios que se han establecido durante la elaboración de la cuajada. En esta etapa se inocularon los microorganismos, se determinaron las propiedades químicas, como humedad, acidez y contenido de sal, se reguló la forma, tamaño, textura y consistencia del queso sin madurar. Si no se mantienen las condiciones adecuadas en el ambiente durante la maduración, se producirán sabores anormales y defectos en el cuerpo, la textura o la apariencia o incluso en la velocidad de maduración. Estos defectos serán consecuencia de la acción selectiva del ambiente sobre los agentes biológicos de la maduración.

La velocidad con que avanza el proceso de maduración depende de las propiedades de la cuajada fresca y del ambiente en que se desarrolla. En general, humedades bajas, acidez alta, alto contenido de sal en el queso y baja temperatura en la cámara se asocian con períodos largos de maduración. El factor principal de control y conducción de la maduración es la temperatura a que se mantiene el producto.

Las temperaturas usadas para conservar y madurar los quesos varían entre 5 y 16°C según el tipo. Algunos quesos especiales se conservan, al final de la maduración entre 1 y 3°C. Otros, por ejemplo, los suizos como el Emmenthal, son expuestos a temperaturas entre 18-22°C durante una parte de la maduración para facilitar la formación de los "ojos" característicos. Las temperaturas más altas aceleran la maduración y las bajas la retrasan. Una aceleración del proceso resulta casi siempre en pérdidas de calidad.

Como la actividad de las enzimas responsables del proceso de maduración es menor que el crecimiento de microorganismos productores de defectos y malos sabores, las altas temperaturas ponen en riesgo la calidad del producto, especialmente cuando la materia prima no es de primera calidad. A temperaturas más altas el queso pierde más humedad que a las bajas.

A temperaturas más altas corresponde un desarrollo más intenso de hongos y mayor pérdida de humedad y por otro lado hay que tener en cuenta que cuanto más blando y húmedo es el queso, resulta más sensible a la acción de la temperatura.

Bajo la acción de temperaturas altas, exageradas, la grasa del queso se funde y sale del grano, quedando la masa con textura granular, harinosa.

Generalmente para los quesos semiduros y duros la temperatura de maduración se establece entre 10-12° C y 12-14°C. Temperaturas más altas son más económicas, pero más peligrosas.

Durante la maduración, el queso debe ser guardado a una temperatura adecuada, de manera que las enzimas y microorganismos que ocasionan diferentes transformaciones puedan actuar sin problema. Generalmente, el efecto deseado se consigue mediante el control de la temperatura de la cámara.



Desde el punto de vista del rendimiento, son favorables las humedades que impidan una evaporación de la humedad del queso sin impedir que se forme la corteza.

Con humedades de la nevera muy bajas se produce excesiva evaporación y rajaduras en la superficie del queso, así como pérdida de peso excesiva.

Las humedades altas favorecen el crecimiento de hongos, que además de los efectos que provocan, consumen mucha agua del queso, causando pérdidas.

Como guía general se pueden considerar las siguientes humedades:

<b>Tipo de queso</b>	<b>%</b>
Blandos y madurados por hongos	95
De textura abierta y medio duros	90
Duros y de textura cerrada	85

La humedad durante el almacenamiento, al igual que la temperatura, depende fuertemente de la técnica de producción y debe estar completamente de acuerdo con ella. Si el queso producido tiene un elevado contenido de agua, la humedad en la cámara puede ser menor que si el queso se ha producido con un contenido menor de agua.

En el almacenamiento de quesos con un contenido relativamente elevado de agua, una humedad relativa del 85-88% será suficiente y para los quesos secos es necesaria una humedad relativa de 90-94%. En el almacenamiento para maduración se usa una humedad de 82-85%.

## La corteza del queso

Durante la maduración de la cuajada moldeada en ambientes en los que la humedad atmosférica y, de ser posible, la composición de la atmósfera será controlada, la parte externa del queso formará una capa semicerrada con un contenido inferior de humedad. Esta parte del queso se denomina corteza. La corteza está constituida por una masa de queso que, al comienzo de la maduración tiene la misma composición que la parte interna del queso. En muchos casos la formación de la corteza se inicia con el salado del queso. Debido a la influencia del gradiente de la sal en la salmuera, del oxígeno, de la deshidratación y de otras reacciones, la corteza adquiere sucesivamente una composición ligeramente distinta de la del interior del queso y a menudo presenta un sabor más amargo.

En el transcurso de la maduración o después de ella, la corteza del queso puede ser sometida a tratamiento o colonizada de forma natural por cultivos de microorganismos deseados, como por ejemplo *Penicillium candidum* o *Brevibacterium linens*. La capa resultante en algunos casos forma parte de la corteza.

El queso sin corteza suele madurar usando una película de maduración. La parte externa de ese queso no forma una corteza con un contenido inferior de humedad, aunque, por supuesto, la influencia de la luz puede causar ciertas diferencias en comparación con la parte interna.

El concepto de superficie del queso se aplica a la capa externa del queso o a partes del mismo, incluso del queso rebanado, desmenuzado o rallado. La expresión comprende el exterior del queso entero, independientemente de que se haya formado o no una corteza.

El queso puede recubrirse antes, durante o después que la maduración ha terminado. Cuando se utiliza un recubrimiento durante la maduración, la finalidad de ese recubrimiento es regular el contenido de humedad del queso y protegerlo contra los microorganismos capaces de contaminarlo.

El recubrimiento de un queso una vez que ha terminado la maduración, tiene como objetivo preservarlo de hongos y otros contaminantes, contra daños materiales que pudiera sufrir durante el transporte y la distribución y/o para mejorar la presentación del producto, darle un aspecto concreto (por ejemplo, un determinado color).

El recubrimiento se distingue fácilmente de la corteza, ya que está hecho con un material distinto al queso y muy a menudo se puede eliminar frotándolo, raspándolo o despegándolo. El queso puede recubrirse con una capa de cera, parafina o plástico, que suele ser impermeable a la humedad.

## Tecnología de queso sin corteza

El desarrollo de la técnica de maduración bajo película (también conocida como maduración sin corteza) fue motivada por diferentes factores. Uno de ellos fue la necesidad de producir bloques mejor adaptados a un alto grado de mecanización. Otro, fue el de reducir los costos reemplazando las técnicas de recubrimiento existentes hasta ese momento y de este modo,

disminuir la manipulación y las pérdidas debidas a la evaporación. Las primeras técnicas (que aparecieron alrededor de 1930 y se utilizaron para el Cheddar) comprenden el recubrimiento de los bloques con aceite mineral. En 1950, J. B. Stine de la Kraft Foods Company presentó dos patentes sobre el uso de un material de envase plástico para bloques de queso suizo; desde entonces, estas patentes han sido de dominio público. Otro factor fue el desarrollo de porciones de queso pre-empacados y de auto-servicio para consumidores en los supermercados, donde las pérdidas provocadas por la eliminación de la corteza se consideraron inaceptables. Esto condujo a la idea del queso sin corteza.

En la década de los 70 la tecnología de maduración de queso sin corteza (*rindless ripening*) comenzó a extenderse con el desarrollo de nuevos materiales de envase basados en polietilenos modificados. En bolsas confeccionadas con dichos materiales se colocaban los quesos recién elaborados (después de salado y oreado), la bolsa se sellaba después de hacer vacío en ella y era sometida a un baño de agua caliente a 95°C durante 3 segundos para conseguir el encogimiento del material (retractilado) que se pega al producto como una piel, eliminando al máximo el oxígeno u otros gases en el espacio comprendido entre la superficie del producto y el envase. En la actualidad esta tecnología se ha modernizado y extendido por el mundo utilizándose en una amplia variedad de quesos duros y semiduros en los que la corteza no tiene un rol principal en la maduración como son: Cheddar, Gouda, Edam, Provolone, Mozzarella y otras muchas variedades. Sus ventajas son incuestionables y podemos resumirlas de la manera siguiente:

Aumento del rendimiento por evitarse las pérdidas de humedad debido a la evaporación en la cámara de maduración.

Eliminación de la mano de obra necesaria para la operación de fregado de los quesos y además se evitan las pérdidas por lavado de la corteza.

Se evitan las pérdidas por eliminación de la corteza, tanto del consumidor directo, como en la venta de queso pre-empacado en porciones en los supermercados.

Mejor presentación y propiedades mecánicas del producto, como resistencia al rasgado y punzado.

Los dos parámetros fundamentales que contribuyen a la estabilidad de los quesos son el pH y la actividad de agua ( $a_w$ ). Sin embargo, ninguno de estos parámetros es suficientemente bajo para garantizar la completa estabilización del producto, con el resultado de que los quesos como clase se encuentran entre los alimentos perecederos por un lado y por otro en los alimentos de humedad intermedia. Si bien el envasado no influye en el pH del queso, la  $a_w$  de la superficie (y en último caso del interior) del queso se afectará con la permeabilidad al vapor de agua del material de envase.

Otro factor que se debe considerar en el envasado del queso (y en realidad, en el envasado de todos los productos lácteos) es el efecto de la luz y el oxígeno.

La luz comienza la oxidación de las grasas incluso a temperaturas encontradas en cabinas de exhibición refrigeradas, lo que da lugar, en el caso de quesos sin madurar, a sabores extraños que se han descrito como “sabor a cartón” o “metálico”. Las reacciones de oxidación iniciadas por la luz pueden continuar aun cuando el queso se proteja de la luz posteriormente, y cualquiera de los iones metálicos que se encuentran en el material de envase catalizará las reacciones. Además, la entrada de oxígeno molecular a través de la película de envase no es conveniente ya que contribuirá a la oxidación de las grasas y al crecimiento de microorganismos perjudiciales.

Existen tres variables que se pueden utilizar para ajustar el proceso de maduración del queso sin corteza: la permeabilidad del material de envase, la temperatura de maduración y el tiempo de maduración.

De los costos totales en la producción de quesos, el proceso de maduración representa una proporción significativamente importante. Con el objetivo de reducir dichos costos, se han realizado numerosos intentos para acelerar el proceso sin detrimento de la textura o sabor (elevación de la temperatura de maduración, incremento de la población de starters, uso de cultivos tratados térmicamente, adición de enzimas exógenas, etc.).

El éxito inicial de los tratamientos enzimáticos se ve reducido, tanto por la pérdida de la enzima en el suero como por cambios prematuros del aroma y sabor. En este sentido, la tecnología de inmovilización de enzimas mediante microencapsulación, se ha propuesto como una alternativa que eliminaría los problemas asociados con la adición directa (pérdida de la enzima en el suero, mala distribución, rendimiento reducido y alteración de la calidad del queso) permitiendo una acción gradual y controlada, de proteasas y lipasas microencapsuladas, que reducirían los tiempos de maduración brindando, por tanto, una salida más rápida del producto al mercado, manteniendo sus características organolépticas.



**CAPÍTULO VIII**

**RENDIMIENTO QUESERO**

## RENDIMIENTO QUESERO

Se entiende por rendimiento la cantidad de queso obtenido a partir de una determinada cantidad de leche. Se puede expresar de las siguientes formas: por el número de kg de queso obtenido a partir de 100kg de leche, por ejemplo: 9,0 u 11; o por el número de kg de leche necesarios para obtener 1 kg de queso, por ejemplo 10 o 12.

Así por ejemplo, si partiendo de 200 kg de leche se obtienen 19,0 kg de queso, el rendimiento será:

$$(100 \times 19)/200 = 9,5 \text{ kg de queso}/100 \text{ kg de leche o } 9,5\% \text{ o también}$$

$$200/19=10,5 \text{ kg de leche /kg de queso}$$

En general, se considera que para la mayor parte de los quesos hacen falta como media 10-11 kg de leche para fabricar 1 kg de queso.

No obstante, el rendimiento depende de las normas legales que regulan la composición de las distintas variedades de queso. En el proceso de fabricación se debe obtener un queso cuya composición responda a la normativa vigente, consiguiendo el mejor rendimiento posible.

### Factores influyentes

El rendimiento varía en función de una serie de factores entre los cuales los más importantes son:

La composición de la leche: El rendimiento aumenta con la riqueza de la leche en extracto seco, especialmente en caseína y en materia grasa. Sin embargo, hay que señalar que el incremento no es proporcional al contenido en materia grasa, sino principalmente al de caseína. Este hecho se debe, por una parte, a que la caseína constituye la estructura básica del queso y por otra, a que no aumenta paralelamente ni al mismo ritmo que el contenido graso de la leche. Así pues, rendimiento expresado con relación a la materia grasa, es comparativamente más bajo con la leche más rica y más alto con la leche que contiene menos grasa. El rendimiento también puede modificarse por algunos de los tratamientos previos que sufre la leche antes de la coagulación.

La composición del queso: El rendimiento varía con el contenido en humedad: cuanto mayor es la cantidad de agua en el queso, más alto es el rendimiento. Por este motivo el rendimiento es muy diferente en los quesos duros, semiduros y blandos.

Las técnicas de fabricación: Cada tipo de queso tiene una legislación que regula su humedad y consecuentemente, su rendimiento medio. Esta composición y este rendimiento se pueden conseguir empleando las técnicas adecuadas y controlando el proceso de fabricación. Algunos de los factores que influyen sobre la consistencia de la cuajada e indirectamente sobre el

rendimiento son por ejemplo: el tamaño de corte de los granos de la cuajada, la acidez, la temperatura de cocción, la agitación de la cuajada y el prensado del queso.

**Las pérdidas:** En una fabricación normal, las pérdidas de materia grasa en el lactosuero pueden alcanzar el 0,30% y las de caseína alrededor del 0,10%. Algunas de las diversas causas que pueden producir mayores pérdidas de estos dos elementos son: el batido de la leche original en el que se forman granos de mantequilla que se eliminan con el lactosuero, el cortado excesivo y la agitación demasiado violenta de una cuajada blanda; un calentamiento muy rápido; una presión demasiado fuerte al principio del prensado, constante. Durante la maduración, el queso pierde distinto peso por evaporación según la temperatura y la humedad relativa de la cámara y dependiendo de que esté o no recubierto con una película protectora.

Existen además varios factores que pueden provocar que no se aproveche en su totalidad el potencial de la leche para la fabricación de queso, a los que con frecuencia no se les presta mucha atención al analizarlos por separado, toda vez que sus efectos sobre el rendimiento son discretos. Sin embargo, esta situación puede cambiar radicalmente cuando varios de ellos están presentes a la vez. La importancia de conjunto puede resultar nada despreciable si tomamos en cuenta que las pérdidas pueden alcanzar hasta un 20% o más.

Veamos cuales son estos factores:

**Mastitis.** Si la leche tiene conteo de células somáticas del orden de 400000/ml o mayor, la recuperación de proteína y de grasa disminuye en forma creciente. En otras palabras, si las vacas padecen de mastitis clínica, o aún subclínica, es posible que sólo se recupere menos del 73 % de las proteínas y menos del 92 % de la materia grasa. En el caso de mastitis subclínica, la infección disminuye los contenidos de caseína, grasa y lactosa, y aumenta el contenido de proteínas del suero y el pH.

### **Mantenimiento de la leche durante largo tiempo sin refrigeración.**

Si el enfriamiento de la leche en la granja es lento o inexistente, y el transporte de la leche a la planta procesadora es lento y tardado, la población microbiana aumenta aceleradamente después de una cuantas horas, luego que cesa la actividad protectora del sistema de la enzima lacto-peroxidasa, presente en la leche, de forma natural.

### **Almacenamiento prolongado de la leche fría.**

Si el enfriamiento de la leche en la granja es lento y se almacena fría durante más de tres días, a temperaturas entre 3 y 7°C, aumentan significativamente los conteos microbianos, particularmente de bacterias que crecen a bajas temperaturas, tales como las *Pseudomonas* y, como consecuencia, aumentan la concentración de enzimas extracelulares proteolíticas y lipolíticas, el contenido de nitrógeno soluble y la concentración de ácidos grasos libres. De esta manera, el efecto final es que disminuye la cantidad de proteína y grasa que se puede recuperar en forma de queso.

### **Exceso de agitación y bombeo de la leche.**

Estos factores, además de acelerar la oxidación (rancidez) de la leche, promueven fuertemente la separación de la grasa. La gran mayoría de esta grasa separada pasará al lactosuero, en lugar de contribuir al rendimiento del queso. Este solo factor puede hacer que la recuperación de grasa sea menor del 90 %.

### **Omitir la adición de cloruro de calcio a la leche destinada a elaborar queso.**

El cloruro de calcio tiene como función darle mayor firmeza mecánica a la cuajada. Esto es particularmente importante cuando se trata de leche pasteurizada porque, durante la pasteurización, se da un proceso normal de descalcificación parcial de las caseínas.

La ausencia de cloruro de calcio hace que muchas veces la cuajada tenga poca firmeza mecánica y, entonces, al cortarla, se generarán cantidades innecesarias de “polvo” o “finos” de cuajada, que se depositan en el fondo de la tina de quesería y se van con el lactosuero, en lugar de contribuir al rendimiento de queso.

### **No diluir apropiadamente el cuajo.**

El cuajo se debe diluir en aproximadamente 40 veces su volumen, usando siempre agua microbiológicamente limpia, pero nunca agua clorada pues el cloro inactiva al cuajo en cuestión de unos cuantos minutos. La dilución se debe hacer justo antes de añadir el cuajo a la leche. El propósito de esta dilución es permitir que la concentración de cuajo sea uniforme en todo el volumen de la leche. De otra manera, la cuajada quedará con firmeza desigual en distintas regiones de la tina de quesería y esto también promueve la formación innecesaria de “finos” de cuajada durante el corte, que disminuyen el rendimiento de queso.

### **Corte prematuro de la cuajada.**

Es importante no cortar la cuajada antes de que tenga su firmeza óptima, por la misma razón que se describió anteriormente. Antes de cortarla, la cuajada debe tener una firmeza óptima, que depende del tipo de queso. Además, la velocidad de corte, el programa de agitación de la cuajada y el programa de calentamiento o cocción, cuando están bien diseñados y se ejecutan de acuerdo a diseño, constituyen la esencia de un buen proceso de quesería, tanto en cuanto a calidad como en cuanto a rendimiento.

### **Defectos en el diseño o estado de las liras.**

Para tener rendimientos razonables de queso, es indispensable cortar la cuajada, y nunca romperla. Para cortar una cuajada, se requiere una lira diseñada especialmente para este propósito. La lira debe tener un bastidor que sea rígido pero no demasiado grueso; de otra manera, el arista frontal del bastidor romperá la cuajada a medida que la lira avanza a lo largo y ancho de la tina de quesería (en lugar de cortarla) una y otra vez, día tras día, acumulando pérdidas innecesarias de rendimiento y de utilidades. El bastidor de la lira debe estar fabricado de acero inoxidable especial. Los hilos deben ser de acero inoxidable especial para este uso (lo más delgado posible pero con la resistencia mecánica y flexibilidad necesarias para que no se

rompa) y deben estar libres de nudos. Finalmente, las medidas de la lira deben corresponder con precisión a las medidas de la tina de quesería. De otra manera, una lira defectuosa causará constantemente pérdidas innecesarias de rendimiento. Es importante que los hilos no sean de nylon, de hilo para pescar, de cuerda de guitarra ni de otros materiales que no sean acero inoxidable especial, pues esos materiales son muy difíciles de higienizar y no tienen las propiedades mecánicas óptimas para minimizar la formación de “finos” de queso.

Sin el uso de liras, es muy común encontrar empresas pequeñas en las que la falta de atención a este factor hace que se recupere menos del 60 % de las proteínas y menos del 75 % de la grasa.

En términos de rendimiento, no es inusual que en la práctica industrial estos últimos factores sean una de las principales causas de pérdidas. Bajo condiciones cuidadosas de diseño y operación, las pérdidas por finos no deberían ser mayores del 0,5% de la cantidad de queso.

### **Contenido de humedad en el queso fuera de control.**

Todo queso tiene un diseño en cuanto a su contenido óptimo de humedad. Ese contenido debe ser el que prefiere el cliente. Por tanto, toda desviación respecto a la humedad óptima representa para el quesero un aumento en el costo. Peor aún, el aumento en costo no es directamente proporcional a la desviación, sino que es más que directamente proporcional, es una función cuadrática.

Si el contenido de humedad es menor de lo deseado, el rendimiento será menor y el queso no tendrá las características que el cliente espera. Si el contenido de humedad es mayor de lo deseado, el queso tampoco tendrá las características que el cliente espera y, por otro lado, disminuye la vida de anaquel del queso; es decir, se vuelve más perecedero y esto aumentará la frecuencia de reclamaciones, quejas y devoluciones. En ambos casos, el quesero pierde utilidades.

### **Empleo de sistemas inadecuados de medición y calibración.**

Muchas veces, los resultados insatisfactorios no se deben a los factores mencionados arriba o inclusive a pérdidas reales en el rendimiento, sino a equivocaciones originadas por errores en los sistemas de medición y por la falta de calibración de los instrumentos usados en la fábrica de quesos.

### **Control del rendimiento**

Desde un punto de vista económico, es fundamental obtener un buen rendimiento en la fabricación de queso y para ello es imprescindible controlar todo el proceso y conocer los principales datos necesarios para su cálculo, que son: la cantidad de leche procesada y su contenido en materia grasa y caseína; el peso del queso a la salida de la prensa y en el momento de la expedición; el contenido en materia grasa del lactosuero y también la humedad y materia grasa del queso.

Utilizando la fórmula de Maubois y Mocquot para el *rendimiento ajustado* se puede conocer la posible desviación del rendimiento obtenido (real) con respecto a la composición normada para el queso:

$$R_a = R_r \frac{ST_q - ST_s}{ST_a - ST_s}$$

Dónde:

- R<sub>a</sub> = rendimiento ajustado
- R<sub>r</sub> = rendimiento real
- ST<sub>q</sub> = sólidos totales del queso
- ST<sub>a</sub> = sólidos totales tomados para el ajuste
- ST<sub>s</sub> = sólidos totales del suero

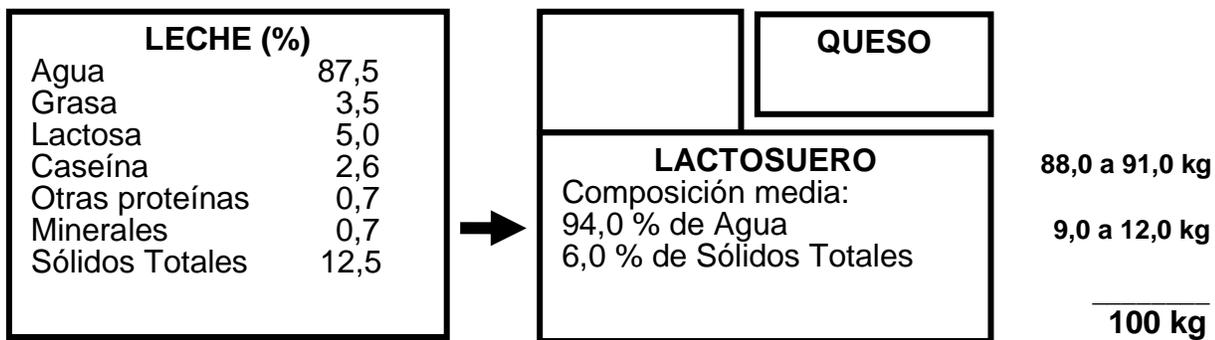


Figura 13. Distribución de los componentes de la leche en la fabricación del queso.

Es importante conocer el nivel de aprovechamiento de los principales componentes de la leche: la grasa, la proteína y los sólidos totales, en forma individual. Se debe destacar que el aprovechamiento de los mismos debe ser **ÓPTIMO** y no **MÁXIMO**, ya que los componentes que pasan al queso dependen de las propiedades de la leche, del coágulo y de los métodos de elaboración empleados. La siguiente expresión permite efectuar el cálculo:

$$Ex = \frac{Mq \times Xq}{Ml \times Xl} \times 100$$

Dónde:

- Ex= Aprovechamiento del componente, %
- Mq= Masa de queso, Kg.
- Ml= Masa de leche, Kg
- Xq= Componente del queso, %
- Xl= Componente de la leche, %

## **CAPÍTULO IX**

### **PRINCIPALES FACTORES QUE DETERMINAN LAS CARACTERÍSTICAS DE UN QUESO**

## PRINCIPALES FACTORES QUE DETERMINAN LAS CARACTERÍSTICAS DE UN QUESO

La obtención de un queso con su típico sabor y aroma, buena consistencia y aspecto al corte dependen del carácter de los procesos microbiológicos y bioquímicos que en él ocurren. La influencia principal sobre estos procesos la ejerce la composición cualitativa de la microflora de la leche, el cultivo iniciador y la masa quesera con su temperatura de cocción, contenido de humedad en el queso después del prensado, nivel de la acidez activa (pH) de la masa quesera, contenido de sal en el queso y las condiciones de maduración (temperatura, humedad relativa, método de tratamiento de la superficie del queso y otros).

La composición de los microorganismos en el queso depende de la microflora del cultivo y de la microflora de la leche después de la pasteurización. Para cada tipo de queso se utiliza un cultivo de una composición determinada. Así tenemos que para quesos prensados de baja temperatura de cocción (P.ej. Holandeses) se emplea un cultivo en cuya composición entran las bacterias acidolácticas mesófilas-estreptococos acidolácticos acidificantes y los formadores de sustancias aromáticas. En la elaboración de quesos prensados de alta temperatura de cocción (P.ej. Suizos) el cultivo incluye estreptococos acidolácticos termófilos, bacilos acidolácticos termófilos y bacterias propiónicas. En los quesos de superficie mucilaginosos, se incluyen en el cultivo estreptococos acidolácticos mesófilos y formadores de aroma y en la corteza se aplican bacterias formadoras de mucílago quesero (*B. linens*, mohos lácticos y otros).

La microflora acidoláctica del queso además del ácido láctico produce ácidos volátiles, diacetilo, acetoína, gas carbónico, etc. Estos productos participan de la formación del sabor, el aroma y los ojos del queso. Si no están presentes en el cultivo para quesos de baja temperatura de cocción las bacterias productoras de sustancias aromáticas, se obtiene un queso poco aromático, consistencia quebradiza, con pocos ojos o ausencia de ellos. La especificidad de los quesos tipo suizos, sabor y aroma acentuados y abundantes ojos de buen tamaño, se obtiene debido a la actividad en el queso de las bacterias propiónicas.

La humedad del queso depende del régimen tecnológico de producción: temperatura y duración de la coagulación enzimática, temperatura de cocción, salado parcial en el grano, adición de agua durante la cocción y de la duración del tratamiento del grano en la cuba. La reducción de la temperatura de coagulación y de la cocción aumenta la retención de agua de la masa quesera y por tanto la humedad del producto terminado. El aumento de la temperatura disminuye el contenido de humedad en el queso. La pérdida de humedad ocurre también durante el salado y en el período de maduración (evaporación). De la magnitud de la humedad inicial del queso (después del prensado) depende la intensidad con que ocurren en él los procesos microbiológicos y bioquímicos. Con el aumento de la humedad mejora la consistencia del queso, el sabor y el olor se acentúan, la maduración se acelera. La reducción de las pérdidas de humedad después del prensado se puede alcanzar variando el régimen de salado, la temperatura y humedad relativa en las cámaras de maduración, parafinado temprano del queso o uso de bolsas de materiales plásticos. Para cada tipo de queso existe una humedad inicial óptima.

En el lenguaje de la industria del queso se prefiere expresar la "humedad en el queso desgrasado" en vez de en queso total, por existir una relación más clara entre éste valor y la consistencia del queso. Cuando se comparan dos quesos del mismo contenido de humedad, el más graso será más blando debido a su más alto contenido de humedad en los sólidos desgrasados.

$$\% \text{ de humedad en el queso desgrasado} = \frac{\% \text{ humedad en el queso}}{100 - \% \text{ grasa en queso}} \times 100$$

La temperatura de cocción de la masa quesera ejerce influencia no solo en el grado de deshidratación y las propiedades físicas de ésta, sino también en la marcha de los procesos microbiológicos, ya que las temperaturas óptimas de desarrollo de los bacilos y de los estreptococos son distintas. En consecuencia, un aumento de la temperatura de cocción favorece el desarrollo de los bacilos en detrimento de los estreptococos mesófilos. Para los quesos con alta temperatura de cocción es característica la prevalencia de la microflora termófila y el desarrollo de las bacterias propiónicas. Para cada tipo de queso existen sus límites de temperatura óptima de cocción. Ella se eleva hasta el nivel superior en caso de que el grano tenga baja capacidad de deshidratación y se disminuye si la capacidad es elevada.

La acidez activa (pH) del queso, en todas las etapas de su producción, ejerce una gran influencia en el desarrollo de los procesos microbiológicos y fermentativos durante la maduración.

En el queso que presenta una elevada acidez, se torna más lento el desarrollo de los microorganismos y consecuentemente se retarda la maduración. Este queso posee un sabor ácido, consistencia dura con tendencia a desmoronarse, pobre formación de ojos. Por el contrario, un bajo nivel de acidez activa, induce la aparición en el queso de un sabor poco típico, consistencia gomosa, exceso de ojos, incluso rajaduras.

El nivel de la acidez activa en el queso, sobre todo en el comienzo de la maduración, depende de la intensidad de la fermentación acidoláctica durante el trabajo con el grano en la cuba de elaboración y a su contenido inicial de humedad (suero). Mientras mayor sea la humedad de la masa quesera, mayor será el contenido de lactosa de ésta, que servirá a su vez como fuente para el desarrollo de la fermentación acidoláctica, propiciando así el ulterior incremento de la acidez activa.

Cada tipo de queso posee una determinada curva característica de la variación de su acidez activa para cada etapa del proceso de producción. La mayor acidez activa (menor magnitud del pH) tiene lugar con frecuencia en los primeros días posteriores a la elaboración del queso. Al final del período de maduración disminuye. Su regulación constituye un proceso bastante complejo, que depende en primer lugar, del grado de maduración y las propiedades biológicas de la leche, de la actividad del cultivo bacteriano, la humedad inicial del queso, el grado de dilución del suero con agua antes de la cocción, etc.

El salado y contenido de sal en el queso ejerce influencia, no solo en el sabor, sino también en la intensidad del desarrollo de los distintos tipos de bacterias.

La sal ejerce un freno sobre la intensidad del desarrollo de la microflora del queso. De esta forma el desarrollo en el queso de los bacilos acidolácticos, como los más sensibles a la sal, son frenados algo más que los estreptococos. Durante el salado total del grano en la cuba y con un contenido de sal en el queso superior al 1,5%, se frena sensiblemente el desarrollo de los estreptococos formadores de aroma. Aún más fuerte actúa la sal sobre las bacterias propiónicas, frenando notablemente su desarrollo en los quesos tipo suizos.

En el salado total de los quesos en salmuera, la sal penetra en la masa quesera muy lentamente, especialmente en el queso duro, por ello el freno al desarrollo de la microflora apenas se manifiesta en los primeros 30 días de edad en estos quesos.

Con el salado total en el grano, la influencia de la sal puede manifestarse desde el comienzo de la maduración conteniendo el desarrollo de los procesos microbiológicos y la formación de los ojos del queso. Este fenómeno está condicionado por un salado prolongado y una acción dilatada de la baja temperatura de la salmuera sobre la masa quesera que reduce la intensidad de los procesos microbiológicos (se frena el desarrollo de los estreptococos formadores de aroma) y cambia las propiedades físicas de ésta, haciéndola más sólida y menos plástica.

Para cada tipo de queso están establecidos sus límites óptimos de contenido de sal, los que están determinados por la duración del salado, lo que a su vez depende de la humedad del queso después del prensado y de la temperatura de la salmuera. Para los quesos con elevada humedad y altas temperaturas de la salmuera, la duración del salado se reduce.

Las temperaturas de maduración del queso influyen decisivamente no solo sobre la intensidad de los procesos microbiológicos y bioquímicos, sino también sobre su destino final. Aunque las temperaturas a las que ocurre la maduración son más bajas que las necesarias para la actividad de las bacterias acidolácticas, es posible intensificar o retener, en gran medida, el desarrollo de uno u otro grupo de microorganismos, variando la temperatura de maduración.

Si se eleva la temperatura en las cámaras de maduración hasta 15-16 °C, para los quesos con baja temperatura de cocción, es posible acelerar la maduración de estos. Un subsiguiente aumento de la temperatura de maduración, varía y acelera significativamente la dirección de la degradación de las proteínas, lo que afecta la calidad del queso y provoca características organolépticas atípicas (sobre maduración, incluso su deterioro total).

Si se reduce la temperatura (inferior a 10 °C), el proceso de maduración se hace más lento, lo que condiciona la obtención de un queso con insuficiente desarrollo del sabor y una consistencia grosera.



**CAPÍTULO X**

**QUESOS FUNDIDOS**

## QUESOS FUNDIDOS

### Definición

Según el CODEX ALIMENTARIO se entiende por *queso fundido* o *queso fundido para untar* o *extender de una variedad denominada* el queso obtenido por molturación, mezcla, fusión y emulsión con tratamiento térmico y agentes emulsionantes de una o más variedades de queso, con o sin la adición de productos alimenticios.

¿Cómo y cuando surge la industria del queso fundido?

El interés por fundir los quesos provenía de la época en la que existían dificultades para frenar o detener la maduración debido a la falta de posibilidades de almacenamiento en cámaras frías. Por otra parte, algunos quesos (Emmental), cuyo aspecto al corte es un criterio primordial de apreciación cualitativa, al tener defectos de presentación o haber sufrido accidentes, mantienen, sin embargo, cualidades organolépticas muy satisfactorias que resultaba imprescindible aprovechar.

La inevitable existencia de materia prima quesera considerada de segunda clase por otras alteraciones no graves, obligó a idear una forma de recuperación que compensara las pérdidas económicas.

Fue alrededor de 1911 que surgió en Suiza, en la ciudad de Thun, el primer queso fundido presentado por la Sociedad Gerber. En forma independiente, Kraft presentó en Chicago, EE UU el primer queso Cheddar procesado en 1917.

### Fundamento teórico

Está basado en la transformación del gel insoluble del paracaseinato cálcico, originado en la coagulación enzimática y conservado en gran parte del queso, en un sol (solución coloidal) termoestable, bajo la acción peptizante de las sales fundentes y con la aplicación de calor y agitación. Una vez ocurrido el enfriamiento, la masa se convierte en un gel diferente del original por su mayor homogeneidad y estabilidad físico-química y microbiológica. El sol intermedio, así como el gel obtenido por enfriamiento, al final del proceso de fusión pueden tener, dependiendo de numerosos parámetros de reacción, consistencias y estructuras muy diferentes.

Las tres fases principales del proceso de fusión del queso son: el cambio de iones/peptización, la hidratación y la reestructuración.

Cada grano de cuajada es un agregado de caseína en una dispersión grosera, obtenida por reticulación de las moléculas de paracaseína gracias a los puentes de calcio. La primera fase esencial en la transformación gel-sol, consiste en la disolución de dichos puentes mediante un cambio de iones calcio por sodio provocado por las sales fundentes. De tal forma se consigue una desreticulación, denominada peptización.

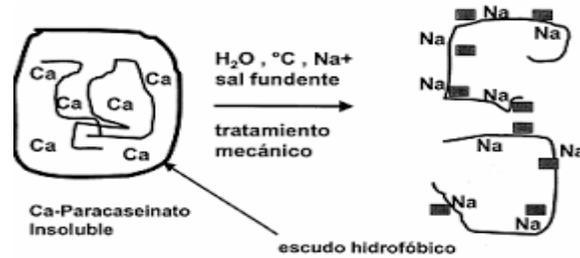


Figura 14. Transformación del gel insoluble del paracaseinato cálcico en sol

A continuación, se desarrollan procesos complejos de hidratación e hinchamiento que dan lugar a la modificación de la consistencia. Es en este momento cuando tiene lugar la fase de "formación de crema". Durante el enfriamiento, después del almacenamiento, se obtiene finalmente un estado más o menos estable por reorientación de las moléculas proteicas y nueva gelificación.

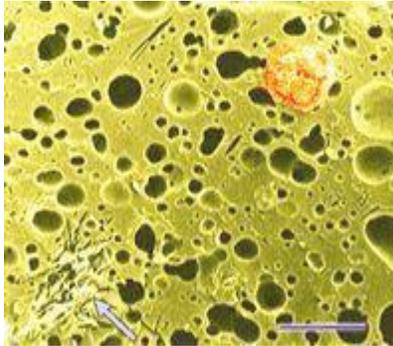


Figura 15. Estructura del queso fundido observado al microscopio electrónico

## Importancia

La producción de queso fundido ha mantenido un crecimiento sostenido a escala internacional hasta convertirse en la actualidad en una importante rama industrial ligada a la quesería. Entre sus principales ventajas pueden mencionarse:

- Capacidad de conservación considerable debido a su tratamiento térmico.
- Múltiples combinaciones de materias primas utilizadas permiten obtener un extenso surtido.
- Su consistencia y su presentación en pequeños paquetes hacen posible un consumo muy racional.
- Por las materias primas de que está compuesto presenta un alto valor nutricional.
- El queso de cuajada enzimática que ha perdido su presentación comercial, pero que conserva aún sus características organolépticas y nutritivas puede revalorizarse de nuevo en buena medida.

Existe un consenso generalizado entre los especialistas de esta rama de la quesería de que *no es posible fabricar buenos quesos fundidos con malas materias primas.*

En ocasiones se comete el error de considerar que la producción de quesos fundidos constituye una salida para materias primas defectuosas o desechables o en el mejor de los casos de baja calidad. En la práctica cotidiana es posible el uso de algún ingrediente con defectos, siempre que su proporción no conduzca a una pérdida de la calidad final del producto o establezca una diferencia en sus cualidades habituales para el consumidor.

## **Materias primas**

### **Queso**

La principal materia prima está constituida por todos los quesos madurados y no madurados que existen, incluso quesos frescos de coagulación ácida, considerando las características siguientes: tipo de queso, condiciones de maduración, características físico-químicas y calidad microbiológica.

Entre los tipos de quesos por su relativamente elevado contenido de sólidos y de proteína intacta capaz de formar estructura, el queso Cheddar es el más ampliamente utilizado. Otras variedades muy usadas son el Emmenthal, Gruyere, Gouda, Edam, Tilsit, Trappist, Fontina, Provolone. Los quesos de sabor pronunciado y los madurados con mohos se usan como saborizantes, tal es el caso de los muy duros como el Parmesano.

Las condiciones de maduración influyen notablemente en la consistencia del queso fundido, su estructura típica y contenido de proteína intacta que proporciona estabilidad a la emulsión.

En las características físico-químicas existen dos conceptos:

- Contenido relativo de caseína, que implica la relación cuantitativa entre el nitrógeno caseínico insoluble (caseína intacta) y el nitrógeno total del queso.
- El cuerpo o consistencia que posee el queso usado como materia prima.

Todos los tipos de quesos usados como materia prima para fundir están caracterizados por un determinado contenido de proteína y estructura. Es aquí donde debe establecerse la diferencia entre el contenido absoluto de proteína que corresponde al total del nitrógeno de las sustancias presentes y la caseína activa, es decir, la caseína capaz de formar estructura proteica. Esta última ha sido denominada caseína relativa y expresa la relación entre el nitrógeno caseínico insoluble y el contenido total de nitrógeno.

Mientras más alto es el contenido de caseína relativa de la materia prima, mejor es la producción de un queso fundido estable. Durante el proceso de maduración este indicador decrece a mayor o menor velocidad mientras transcurre la misma.

Para conocer el valor de la caseína relativa debemos calcular antes el contenido absoluto de caseína (CAC) mediante la expresión:

$$\text{CAC} = \%ST \text{ sin grasa} - \% \text{ Cenizas}$$

Para los distintos tipos de queso según su edad la caseína intacta (CI) se estima:

CAC	x 0.9 = CI	Queso joven
CAC	x 0.8 = CI	Queso medio maduro
CAC	x 0.7 = CI	Queso maduro

Este concepto de caseína intacta nos lleva al de caseína relativa, donde:

$$\frac{\text{caseína intacta}}{\text{proteína total}} \times 100 = \text{caseína relativa}$$

A partir del cálculo de la caseína relativa se aplica la dosis correspondiente de sal fundente.

A pesar de que la calidad microbiológica del queso fundido está generalmente garantizada por el tratamiento térmico, los microorganismos más temidos en esta industria son los esporulados (género *clostridium*), ya que producen serios defectos como gas y ojos de tamaño enorme, con formación de ácido butírico, de sabor y aroma desagradables.

### **Las sales fundentes**

La función de las sales fundentes consiste en disolver la masa sólida del queso, convirtiéndola en una emulsión capaz de fluir. Esto se logra mediante la inactivación del calcio bivalente que determina la estabilidad del gel de queso a través del intercambio de iones.

El tipo de sal fundente se selecciona, ante todo, según la acidez activa (pH) de la materia prima. La cantidad y acidez activa de la sal fundente estará en dependencia de la acidez activa del queso y de su grado de maduración.

Cuando la acidez activa del queso que se va a fundir es cercana a la acidez óptima del queso fundido, el pH de la sal debe estar cercano al pH del queso. Si el pH del queso materia prima es menor que el pH óptimo del queso fundido, debe emplearse una sal alcalina y al revés, si el pH es mayor que el óptimo del queso fundido, debe emplearse una sal ácida con bajo valor del pH.

La acidez activa de una mezcla de quesos a fundir se puede calcular como la media de la suma de las cantidades y pH de los componentes:

$$pH_m = \frac{pH_1 K_1 \oplus pH_2 K_2}{K_m}$$

Donde:

pH<sub>m</sub> = acidez activa de la mezcla

pH<sub>1</sub> y pH<sub>2</sub> = acidez activa de los componentes

K<sub>m</sub>, K<sub>1</sub> y K<sub>2</sub> = cantidad total de la mezcla y de los componentes

Factores a tener en cuenta para combinar las sales:

Tipo de queso

Edad (grado de maduración)

Estructura

Características del producto terminado

El pH óptimo de la masa de queso fundido está entre 5,4 y 5,8

Al seleccionar las sales fundentes debe tenerse en cuenta el tipo, la cantidad y el pH que nos permita llevar el producto final a ese intervalo.

Normalmente se admite que la dosis de sales fundentes es de 3% en peso sobre la mezcla de materias primas, pero como hemos visto, tiene una importancia decisiva el contenido de caseína relativa de la misma. La tabla siguiente muestra la relación entre la dosis a utilizar y el contenido de *caseína relativa*. No obstante, algunos especialistas recomiendan que las cantidades máximas permitidas en el queso fundido sean de 3% en fosfatos y 4% en citratos, lo que en dependencia del contenido de humedad del producto terminado y de las mismas sales fundentes estos límites pueden variar entre 3,5 y 4,0% para los fosfatos y entre 4,5 y 5,0 % para los citratos.

Cuando el queso destinado a fundir es insuficientemente maduro, la cantidad de sal fundente es mayor, por el contrario, si es maduro, se reduce aproximadamente en 1% de la masa total.

Tabla 14. Dosis de sal fundente en relación al contenido de caseína

Proteína total %	Caseína intacta %	Caseína relativa %	Dosis de sal fundente %
30	30	100	3,6
30	27	90	3,3
30	24	80	3,0
30	21	70	2,7
30	18	60	2,4
30	15	50	2,1
30	12	40	1,8
30	9	30	1,5
30	6	20	1,2

La acción de las sales fundentes está relacionada con su adsorción en la superficie de la proteína. Los aniones de los ácidos polivalentes poseen una gran capacidad de adsorción y se enlazan con las proteínas del queso, confiriéndoles una carga negativa. Los aniones de los ácidos: fosfórico, cítrico y otros se unen por adsorción con la caseína o paracaseína, refuerzan su carga negativa lo que provoca un desplazamiento del pH hacia el lado alcalino, la caseína adquiere propiedades hidrofílicas, se hidrata y conserva su estabilidad, gracias a lo cual las proteínas del queso soportan el calentamiento. En caso de utilizar sales con cationes polivalentes la caseína adsorbe iones calcio, el pH se desplaza hacia el lado ácido y la caseína se precipita.

Las sales de aniones polivalentes y cationes monovalentes en solución muestran comportamiento alcalino. Cuando se utilizan sales con sustitución completa de  $H^+$ , en la masa del queso ocurre un intercambio de reacciones entre éstas y las proteínas, así como entre los productos de su desintegración y las sales minerales de la masa quesera. Como resultado se forman en el queso sales proteicas solubles con los cationes monovalentes. El proceso se caracteriza por un brusco aumento del pH y el tránsito de la proteína al estado soluble, permitiendo la ulterior fundición. Para la fusión del queso se emplean con frecuencia sales de ácidos con sustitución parcial y ligeramente ácidas.

En las soluciones de sales intermedias, las proteínas no adsorben por igual los iones. La capacidad de adsorción de las proteínas con relación a los iones de los electrolitos está determinada por la valencia del ión. En las soluciones de sales intermedias de cationes polivalentes y aniones monovalentes las proteínas adsorben preferentemente los cationes y por el contrario, en las soluciones de aniones polivalentes y cationes monovalentes, los aniones. En consecuencia, según el tipo de iones adsorbidos varía la carga eléctrica de las partículas proteicas, disminuye o aumenta su movilidad y estabilidad.

Las sales fundentes se caracterizan por la valencia de sus aniones, que determinan su capacidad de adsorción y grado de sustitución de sus cationes, que a su vez condicionan el carácter neutral, ácido o alcalino de la sal.

Una correcta selección de las sales por su grado de sustitución, que tenga en cuenta la presencia de iones de hidrógeno libres en el queso, constituye uno de los mejores reguladores de la calidad del queso fundido.

Tipos de sales fundentes:

En la práctica industrial se aplican tres tipos fundamentales:

1. Los citratos, que son sales sódicas del ácido cítrico generalmente.

$C_6H_8O_7$  (ácido cítrico)

Las formas en que más se presentan son:

		pH
$C_6H_7O_7Na$	Citrato monosódico	3.8
$C_6H_6O_7Na_2$	Citrato disódico	5.1
$C_6H_5O_7Na_3$	Citrato trisódico	8.2

Los citratos son muy solubles, poseen un buen poder disolutor de la proteína, pero los quesos procesados en que se utilizan muestran una ligera tendencia a absorber humedad y mantener su estructura firme y pesada. Su uso más frecuente es en bloques y en porciones que necesitan firmeza y ninguna untuosidad. No debe ser usado en la elaboración de quesos fundidos untables, se recomienda su uso solo en aquellos casos en que se utilicen quesos sobremadurados como materia prima. Su mayor desventaja es su deficiente propiedad bacteriostática y su baja acción de cremación.

2. Los monofosfatos son sales del ácido monofosfórico u ortofosfórico, generalmente sódicas.

$H_3PO_4$  (ácido fosfórico u ortofosfórico)

Las formas en que más se presentan son:

		pH
$NaH_2PO_4$	Monofosfato monosódico	4,5
$Na_2HPO_4$	Monofosfato disódico	9,0
$Na_3PO_4$	Monofosfato trisódico	11,5

Los monofosfatos poseen una fuerte acción buffer, los mejores resultados con el monofosfato disódico se obtienen cuando el pH del queso fundido se ajusta a 6,0. Igual que los citratos tienen bajo poder de cremación, por lo que el queso elaborado con ellos presenta una consistencia relativamente débil. Estas sales no se recomiendan para quesos fundidos con alto contenido de grasa. Un posible efecto secundario es el de producir un pronunciado gusto a jabón o una cierta arenosidad debido a la formación de monofosfato de calcio.

3. Los polifosfatos se obtienen a partir de los difosfatos o pirofosfatos mediante diversas reacciones químicas.

Las formas en que más se presentan son:

		pH
$NaH_3P_2O_7$	Difosfato monosódico	2,7
$Na_2H_2P_2O_7$	Difosfato disódico	4,2
$Na_3HP_2O_7$	Difosfato trisódico	7,0
$Na_4P_2O_7$	Difosfato tetrasódico	10.2

La solubilidad y la propiedad de enlazar el calcio de los difosfatos es muy leve en contraste con su fuerte poder buffer. Entre los polifosfatos, los difosfatos poseen el más fuerte poder de absorber agua. A pesar de sus excelentes propiedades de cremación, su uso en solitario puede provocar una supercremación y endurecimiento de la textura. También pueden causar arenosidad debido a la formación de difosfato de calcio. Por estas razones se pueden usar sin riesgo en combinación con otros polifosfatos de alto peso molecular.

Los enlaces de los polifosfatos se extienden desde los difosfatos hasta los decafosfatos y son excelentes sales fundentes por sus propiedades de intercambio iónico y su mediano poder de cremación. Entre los trifosfatos, el más utilizado es el tripolifosfato de sodio ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ). Pueden ser utilizados en quesos fundidos untables o en pastas de queso untables (cheese spreads) con muy elevado contenido de grasa. Aunque los di y trifosfatos se pueden obtener como compuestos separados, los tetrafosfatos y de enlaces mayores no pueden obtenerse en la práctica individualmente, pero según las condiciones de fabricación se pueden obtener mezclas con las propiedades deseadas.

De todos los polifosfatos, la sal de Graham, de alto peso molecular, posee una gran reputación para el intercambio iónico y las mejores propiedades de solubilizar la proteína, aunque su acción de cremación se demora bastante en hacer efecto. Esta sal, por lo tanto, es particularmente apropiada para la elaboración de bloques y porciones de textura firme. La sal de Graham puede ser combinada con monofosfatos, otros polifosfatos o incluso con citratos cuando la mezcla a fundir contiene pedazos de corteza y queso desgrasado.

**Sales fundentes comerciales.** Las sales fundentes comerciales son fórmulas cuidadosamente obtenidas en investigaciones donde se ha aplicado la química de los fosfatos. Cada fórmula está destinada para una función específica, en un tipo de queso fundido determinado y está compuesta fundamentalmente por mezclas de fosfatos, polifosfatos y citratos, en proporciones solo conocidas por el fabricante. Están identificadas por un código (Ej. JOHA S4SS, S9D, etc.) y traen sus recomendaciones de uso.

**Otras alternativas.** Combinaciones de ácido cítrico + bicarbonato de sodio se pueden utilizar, obteniéndose resultados similares a los citratos. Las proporciones son variables y el pH entre 4 y 6 es el más conveniente. Esta mezcla puede ser complementada con fosfato disódico. También pueden utilizarse combinaciones de fosfato disódico con citrato trisódico, en proporciones 1:2, por ejemplo, si el pH del queso es de 5.6 a 5.7.

## ***El agua***

A pesar de que las materias primas a procesar contienen cierta cantidad de agua, ésta se encuentra firmemente ligada en las moléculas y no es suficiente para disolver las sales y peptizar la caseína, por tanto, la adición de agua es necesaria. La cantidad a añadir se calcula sobre la base de la humedad deseada en el producto final y debe guardar cierta relación con el contenido de proteína, el de grasa y el de sales fundentes si se aspira a una dispersión de la caseína y una estructura homogénea en el producto. Demasiado poca agua puede ser la causa de separación de la grasa. En estos casos, solo una pequeña adición de agua es usualmente necesaria para

restablecer el equilibrio en la estructura alterada y estabilizar la emulsión. El agua se añade a la mezcla totalmente desde el inicio o en dos porciones, en este caso, la mitad al principio y el resto hacia el final del proceso, transcurriendo entre las adiciones al menos dos minutos de agitación para distribuir el agua uniformemente en el producto. En este último caso, la acción de cremación se completa mucho más rápido y con mayor intensidad que si el agua se añade desde el principio. Este aumento del efecto está naturalmente relacionado con la concentración de la solución de las sales fundentes. En la fabricación de queso en bloque generalmente toda el agua es añadida al principio, mientras que para el queso untado y las pastas de queso se añade en dos porciones.

El agua debe ser clara, libre de contaminación, inodora, insípida y bajo conteo bacteriano.

### ***Derivados lácteos***

Se utilizan para completar el balance de sólidos totales o de grasa, extender la producción del producto final con menos gasto de queso o mejorar alguna cualidad específica del queso fundido: leches en polvo, mantequilla, cremas, suero, cultivos lácticos, pastas acidificadas y otros. Las leches en polvo promueven el proceso de cremación, pero debido a problemas de consistencia y sabor no deben exceder el 10% del producto. Igualmente, el suero concentrado y en polvo disminuye la viscosidad de la estructura y para evitar que su característico sabor dulce- salado enmascare el sabor típico buscado en el queso, se recomienda no adicionar más del 10%.

Es frecuente utilizar queso previamente fundido, componente que tiene una significativa importancia en la estructura y consistencia del queso y del producto terminado. Puede ser el obtenido por recuperación en las máquinas envasadoras de los envases averiados o en el propio tacho de fundición, cuando es producido especialmente, o por ejemplo, en el caso de que las existencias de queso maduro sean excesivas y en época de pico en el acopio de leche, cuando la fábrica produce más queso que la capacidad de almacenamiento disponible. El queso prefundido se puede dividir en tres tipos diferentes: a) elaborado a partir de queso joven y de estructura larga; b) del tipo cremado y de estructura corta; c) del tipo supercremado y quebradizo. Cada tipo se emplea en dependencia de la materia prima disponible y las características del queso fundido que se desea obtener.

### ***Otras materias primas o aditivos***

#### **Saborizantes.**

Pimienta, comino, pimentón, cebolla, ajo y otros se adicionan en cantidad desde 0,01 hasta 1,0%, se recomienda añadirlas previo tratamiento o al inicio del procesamiento.

Otros: jamón, salame, hongos, camarones, anchoas, aceitunas, tomates, encurtidos, apio, etc. se adicionan entre 10 y 15%.

#### **Preservantes**

Para prevenir el hongo superficial sorbato de potasio o ácido sórbico, no más de 0,1 a 0,15%, pimaricina 0,01 a 0,02%.

Contra los aerobios esporulados: ácidos benzoico, salicílico y bórico, peróxido de hidrógeno, nitratos y bromatos, la nisina actúa vs. *Clostridium* y su dosis es 0,1g por kg. de queso.

### **Colorantes**

Se utilizan cuando en la mezcla participa una alta proporción de quesos elaborados con leches invernales, cuando el ganado no se alimenta con pastos verdes, ricos en caroteno. Se emplean la *bixa orellana* y  $\beta$ -caroteno, en dosis máxima de 600 mg/kg. solos o mezclados.

## **Factores reguladores del proceso**

### ***Temperatura***

La transformación del gel de caseína en un sol homogéneo se logra mejor con calor (70 a 75°C). Además, asegura la conservabilidad del producto al lograr una pasteurización y a veces una esterilización. El queso fundido cortable o tipo block requiere de un tratamiento de 80 a 85°C y si las posibilidades de enfriamiento posterior son muy lentas se debe aplicar desde 70 a 75°C. El queso untable se procesa a 90 o 95°C normalmente, pero puede llegar desde 130 hasta 135°C, cuando el equipo lo permite y es necesario elevada conservabilidad.

### ***Duración***

Depende fundamentalmente de:

- Tamaño de la mezcla
- Calidad de la materia prima y características de los aditivos
- Tipo de queso a elaborar
- Tamaño y sistema de calentamiento del recipiente
- Temperatura a usar en el proceso
- Cantidad y presión de vapor
- Agitación (tratamiento mecánico)
- Tipo de sales fundentes
- Conservabilidad deseada en el producto

### ***El vapor***

Los equipos presentan posibilidades de calentamiento por vapor directo, indirecto o ambos. El vapor directo es muy efectivo, logra temperaturas hasta de 145°C y su ventaja mayor es el calor utilizado totalmente. En este sistema se debe considerar el agua de condensación incorporada a la masa.

Para la inyección de vapor en la masa, éste debe reunir excelentes características de calidad, sin olor ni partículas.

## ***La agitación***

Es un requisito para asegurar que las sales fundentes y el agua se distribuyan rápidamente en la masa durante el proceso. Asegura la transformación del gel en sol. Para el queso fundido untado o de "estructura corta" se recomienda una agitación rápida de al menos 150 rev/min., para el cortado o de "estructura larga" se utilizan velocidades menores 60 a 90 rev/min., en dependencia del equipo de que se disponga.

## ***El vacío***

Se aplica fundamentalmente por dos razones:

1. Eliminar el aire de la masa a fundir, el exceso de humedad y las sustancias volátiles que confieran un aroma desagradable al producto.
2. El cierre hermético de la tapa del equipo se asegura durante el proceso.

Actualmente la importancia del vacío ha declinado debido a que las tapas de los tachos de fundición poseen cierres mecánicos de seguridad o emplean aire a presión. Por otra parte el vacío puede eliminar también sustancias aromáticas deseables o fuertes olores de queso. Con frecuencia se restringe el vacío a los últimos 2 a 3 min del proceso para extraer el aire ocluido en la masa y en ciertos casos eliminar un exceso de humedad.

## ***El nivel de pH y acidez***

El rango de acidez está relativamente limitado entre pH 5,4 y 6,2. Un pH alto origina una peptización de la caseína y baja viscosidad, mientras que un pH bajo induce la obtención de una consistencia dura con una estructura más sólida. El nivel del pH >6,0 es peligroso para la conservación del producto durante el almacenamiento.

Existe una cierta relación entre la temperatura y la acidez. La acidez decrece con el incremento de la temperatura o llevándolo a términos de pH, a un aumento de la temperatura le corresponde un aumento del pH.

## ***Proceso de elaboración***

### ***Elaboración de la fórmula***

Es necesario conocer la composición química de los quesos materia prima y del producto terminado. Los principales indicadores son:

- Contenido de humedad
- Contenido absoluto de grasa
- Valor de pH

Conocer la cantidad de producto a elaborar en cada partida, lo que depende de la capacidad del equipo.

Para realizar los cálculos se emplean varios métodos, entre ellos, el algebraico que veremos más adelante.

### **Operaciones básicas**

Antes de la fusión del queso la materia prima debe ser seleccionada y analizada. Debe atenderse a las características organolépticas y composición del producto terminado, la consistencia y estructura de la materia prima, grado de maduración de los quesos a fundir, la cantidad de materia prima disponible, así como características de los aditivos que se utilizarán. Si los quesos a usar se encuentran almacenados por largo tiempo a muy baja temperatura, estos deben dejarse varias horas a temperatura ambiente para que el proceso no se vea afectado por una reducción de la habilidad de la caseína para absorber agua.

#### **Limpieza de la materia prima**

Se debe limpiar y descortezar antes de cortarla en trozos. Si la cáscara es muy dura se puede ablandar con agua caliente o vapor. Se pueden emplear equipos especiales o manualmente con ayuda de cuchillos y cepillos. Una ventaja especial representa usar quesos sin corteza, ya que facilita la operación.

#### **Corte y pesaje del queso**

Los quesos lavados y descortezados se cortan en trozos con un equipo trozador y posteriormente se muelen en un equipo similar a un molino de carne. Finalmente el queso se pasa a través de un triturador de rodillos o mullidor donde queda apto para ser procesado. Enseguida los quesos se pesan de acuerdo a la fórmula por tipo o calidad.

#### **Mezcla de las materias primas**

Las diferentes partidas de materia prima luego de pesadas, se colocan en cestos plásticos y se llevan al salón de producción, donde se mezclan en frío para asegurar la adecuada distribución de los diferentes componentes. En este momento, se adicionan las sales fundentes, el agua y los aditivos, quedando preparada la mezcla para el proceso de fusión.

#### **Fusión de la mezcla**

En el proceso se utilizan equipos de olla o batch, de capacidad variable. La olla o recipiente donde ocurre la fusión del queso posee una doble pared en la que es posible aplicar vapor (calor indirecto) y vapor en la masa (calor directo). Posee una bomba de vacío y un agitador de diseño especial para ejercer un efecto cortante en la masa, con dos o tres velocidades. En algunas de nuestras fábricas se utiliza un tacho abierto con su agitador para este fin.

#### **Envasado, empaque y enfriamiento**

Se realiza en una máquina especial que dosifica en caliente el queso fundido y lo envasa en forma hermética y segura para evitar contaminaciones en pastillas o potes plásticos que se empacan posteriormente en cajas adecuadas. El queso fundido unttable requiere de un enfriamiento rápido a fin de mantener su consistencia cremosa y estructura corta, lo que se realiza en cámaras a 10 o 20 °C, con tiro de aire o en túneles de enfriamiento. El queso fundido cortable

o en bloque, adquiere su firmeza característica en un ambiente cálido o ligeramente tibio a no menos de 20 a 25 °C durante 10 a 15 horas.

### **Cálculos técnicos**

Se desea elaborar un queso fundido untable con estas características:

Humedad = 58 a 60 %

Grasa/E. seco = 60 % (24,6 % absoluto)

pH = 5,8

La materia prima está compuesta de un queso maduro y uno fresco con la composición siguiente:

	Fresco	maduro
Humedad	45 %	38 %
Grasa absoluta	24 %	25 %
Grasa/E. seco	43 %	39 %

En la mezcla se usará 75% de queso fresco y 25% de maduro.

Tabla 15. Características físico-químicas del queso untable

Tipo de queso	Cantidad kg.	Humedad %	Agua kg	Grasa Absoluta %	Grasa kg	S.T. %	S.T. kg
Fresco	75	45	33,75	24	18,00	55	41,25
Maduro	25	38	9,50	25	6,25	62	15,50
Total	100		43,25		24,25		56,75

La mezcla de estos quesos tendrá la siguiente composición:

Humedad: 43,25 %

Grasa absoluta: 24,25 % (42,7 % Grasa/E.seco) Dado que es necesario aumentar el tenor de grasa en la mezcla de quesos, se utilizará mantequilla cuya composición es:

Humedad: 20 %

Grasa: 80 % (porcentaje promedio)

y el otro elemento indispensable es el agua:

Humedad 100 %

Grasa 0 %

lo que resumidamente da la composición:

	<u>% Humedad</u>	<u>% Grasa absol.</u>
Mezcla de quesos	44,00	24,0
Mantequilla	20,00	80,0
Agua	100,00	*

Procedimiento de cálculo a seguir:

$$X + y + z = 100$$

Donde:

x = kg de mezcla de queso a utilizar

y = kg de mantequilla a usar

z = kg de agua a agregar a la mezcla

Como cada uno de estos ingredientes tiene una composición diferente con respecto a la humedad y la grasa, se toman en cuenta estos factores:

a = % de grasa del queso de mezcla

b = % de grasa de la mantequilla

c = % de humedad del queso de mezcla

d = % de humedad de la mantequilla

Recordamos que en nuestro producto final se desea la composición siguiente:

Grasa absoluta = 24,6 %

Humedad = 59,0% (58 a 60 %)

de donde:

$$ax + by = 24,6 \text{ \% (grasa)}$$

$$cx + dy + z = 59,0 \text{ \% (humedad)}$$

Por lo que las ecuaciones simultáneas son:

$$x + y + z = 100$$

$$ax + by = 24,6$$

$$cx + dy + z = 59,0$$

Donde reemplazando quedan:

$$x + y + z = 100 \quad (1)$$

$$0,24x + 0,8y = 24,6 \quad (2)$$

$$0,44x + 0,2y + z = 59 \quad (3)$$

Restando (3) de (1)

$$\begin{array}{r} x + y + z = 100 \\ (-) 0,44x + 0,2y + z = 59 \\ \hline 0,56x + 0,8y = 41 \quad (4) \end{array}$$

y restando (2) de (4):

$$\begin{array}{r} 0,56x + 0,8y = 41 \\ (-) 0,24x + 0,8y = 24,6 \\ \hline 0,32x = 16,4 \end{array}$$

De donde:

$$x = \frac{16,4}{0,32} = 51,25 \text{ (kg de queso mezcla a usar)}$$

Luego reemplazando en (2):

$$\begin{array}{r} 0,24x + 0,8y = 24,6 \\ 0,24(51,25) + 0,8y = 24,6 \\ 0,8y = 24,6 - 0,24(51,25) \\ 0,8y = 12,3 \\ y = \frac{12,3}{0,8} = 15,38 \text{ (kg. de mantequilla)} \end{array}$$

Reemplazando en (1):

$$\begin{array}{r} x + y + z = 100 \\ 51,25 + 15,38 + z = 100 \\ z = 100 - 66,63 \\ z = 33,37 \text{ (kg agua a agregar)} \end{array}$$

Finalmente, la mezcla queda integrada de la forma siguiente:

$$\begin{array}{l} x = 51,25 \text{ kg de mezcla de quesos} \\ y = 15,38 \text{ kg de mantequilla} \\ z = \underline{33,37} \text{ kg de agua} \\ 100,00 \end{array}$$

Debe señalarse que cuando se utiliza vapor directo en el proceso, debe rebajarse la cantidad estimada de agua incorporada (vapor condensado) del cálculo de agua a agregar a la mezcla.



**CAPÍTULO XI**

**QUESOS ANÁLOGOS**

## QUESOS ANÁLOGOS

### Definición

Es aquel resultante del mezclado de varias materias primas como: proteínas lácteas y no lácteas, grasas (butírica, vegetal o marina), sales emulsificantes, almidones, colorantes, aromatizantes y otros aditivos, formulados y procesados para simular las características funcionales, nutritivas y organolépticas de los quesos naturales y en cuya fabricación se utilizan técnicas similares a las empleadas para la elaboración de los quesos fundidos. La proteína láctea puede ser queso u otro derivado lácteo.

### Similitud con los quesos fundidos

Resulta obvio a partir de su propia definición que las principales similitudes entre el queso fundido y el queso análogo radican en:

- Las materias primas
- El proceso tecnológico
- Las propiedades organolépticas
- El valor nutricional
- Las propiedades funcionales
- La composición físico-química

Generalmente, la producción de quesos análogos obedece a criterios económicos o dietéticos.

### Materias primas

#### *Proteínas*

Básicamente se pueden utilizar las mismas materias primas empleadas en el queso fundido como fuentes proteínicas y otras de origen lácteo o no:

- Quesos naturales (mejorar sabor)
- Cuajada fresca (acidificada o no)
- Leche en polvo (entera o descremada)
- Caseinato de sodio o calcio
- Suero en polvo o líquido
- Otros derivados lácteos (leches fermentadas, cultivo, etc.)
- Proteínas de origen vegetal, generalmente las derivadas del frijol de soya

#### *Grasas*

- Grasa láctea (cremas, mantequilla, butter oil, así como la aportada por los derivados lácteos que se utilicen)

- Grasas parcialmente hidrogenadas y aceites comestibles de origen vegetal (soya,

### **Hidrocoloides**

Su función es la de retener la cantidad de agua necesaria para alcanzar la textura y estructura adecuadas según el tipo de análogo a elaborar.

Tabla 16. Clasificación de los hidrocoloides

ORIGEN	TIPO
Extractos de algas	Alginatos Carragenina Agar- Agar
Exudados de plantas	Goma Arábica Goma Tragacanto Goma Karaya
Semillas de plantas	Goma Guar Goma Tara Algarrobo
Frutos (cáscara de limón, manzanas, etc)	Pectinas
Modificadas (semisintéticas)	Metilcelulosa Carboximetilcelulosa Hidroxipropilcelulosa (Todas derivadas de la celulosa)
Fermentación (cultivo de ciertos microorganismos)	Goma Xanthan
Animal	Gelatina
Cereales	Almidón

La selección del hidrocoloide depende de algunos factores, tales como:

- Características de procesamiento que incluyen solubilidad, capacidad de absorción de humedad, viscosidad en caliente y el almacenamiento del producto.
- Compatibilidad con las proteínas de la leche y otros estabilizantes e ingredientes que componen la formulación.
- Propiedades organolépticas apropiadas para los productos finales, incluyendo sabor, cuerpo, textura, suavidad y apariencia.
- Estabilidad microbiológica del producto final.
- Estabilidad física del producto final.
- Características de procesamiento que incluyen solubilidad, capacidad de absorción de humedad, viscosidad en caliente y el almacenamiento del producto.

- Compatibilidad con las proteínas de la leche y otros estabilizantes e ingredientes que componen la formulación.
- Propiedades organolépticas apropiadas para los productos finales, incluyendo sabor, cuerpo, textura, suavidad y apariencia.
- Estabilidad microbiológica del producto final.
- Estabilidad física del producto final.

### ***Otras materias primas***

Son las mismas utilizadas en los quesos fundidos:

- Sales fundentes (citratos, polifosfatos, etc.)
- Saborizantes (naturales y artificiales)
- Colorantes (Bixa orellana,  $\beta$ -caroteno, etc.)
- Conservantes (sorbato de potasio, ácido sórbico)
- Reguladores de la acidez (ácido cítrico, ácido láctico, bicarbonato de sodio)
- Acentuador del sabor (monoglutamato de sodio)

### **Proceso tecnológico**

- Selección y preparación de las materias primas
- Pesaje de las mismas
- Carga del tacho-reactor
- Fusión: 70 a 95 °C 3 a 10 min.
- Envasado
- Almacenamiento y conservación: 2 a 8 °C

### ***Cálculos técnicos***

Veamos el siguiente ejemplo:

Se desea elaborar un queso análogo untable a partir de queso de leche ácida extendido con pasta de soya al máximo, que permita obtener una calidad aceptable del producto. Las restricciones establecidas son:

Humedad	65 % máximo
Grasa/E. seco	>40 %

Antes de proceder a confeccionar la formulación es necesario conocer el contenido de sólidos totales y grasa de cada materia prima.

Tabla 17. Contenido de sólidos totales y grasa en quesos untables con Soya

MATERIA PRIMA	SÓLIDOS TOTALES %	GRASA %	HUMEDAD %
PASTA DE SOYA	20	4	80
CUAJADA ÁCIDA	48	25	52
GRASA VEGETAL	100	100	0
CULTIVO YOGURT	10	0,01	90
ALMIDÓN DE MAÍZ	92	0	8
SALES FUNDENTES	98	0	2
SAL	95	0	5
SORBATO DE POTASIO	98	0	2
SABOR	95	0	5

Conociendo las materias primas de que se dispone, se procede a efectuar el balance de cada una de ellas según su contenido de sólidos totales, grasa y humedad, buscando no exceder el 100% del total de la fórmula y cumplir aproximadamente con el máximo de humedad exigido, omitiendo la grasa, que se deja para el final a fin de tratar de cumplir con la segunda restricción.

Tabla 18. Restricciones de las materias primas para la obtención de quesos untables con Soya

MATERIA PRIMA	%	ST	G	H
PASTA DE SOYA	60,0	12,0	2,40	48,0
CUAJADA ÁCIDA	20,0	9,6	5,00	10,4
GRASA VEGETAL	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>	<b>10,0</b>	<b>0,0</b>
CULTIVO YOGURT	5,0	0,5	0,05	4,5
ALMIDÓN DE MAÍZ	2,5	2,3	0,00	0,2
SALES FUNDENTES	1,5	1,47	0,00	0,03
SAL	0,7	0,665	0,00	0,035
SORBATO DE POTASIO	0,1	0,098	0,00	0,002
SABOR	0,08	0,076	0,00	0,004
TOTALES	89,88	26,709	7,456	63,171
	<b>99,88</b>	<b>36,709</b>	<b>17,456</b>	<b>63,17</b>

Comprobando:  $H = \frac{63,17}{99,88} \times 100 = 63,24\%$  y  $G/ES = \frac{17,46}{36,71} \times 100 = 47,56\%$ ,

Cumple con las restricciones:

Como puede observarse en este ejemplo, las tres primeras materias primas son las mayoritarias y las de más peso en el balance, la pasta de soya y la cuajada ácida en la humedad y la grasa vegetal en el contenido de grasa en el extracto seco. En el caso de una humedad demasiado baja la corrección se establece añadiendo agua.

### Algunas experiencias aplicadas en cuba

A continuación, veremos algunas de las fórmulas de quesos análogos y sus características, desarrolladas y aplicadas por los autores en algunas fábricas.

Tabla 19. Fórmula del queso análogo untable

	%
PASTA DE SOYA	60
QUESO DE LECHE ÁCIDA	22
GRASA VEGETAL	8,3
CULTIVO TERMÓFILO	5
FÉCULA DE PAPA	2,5
SALES FUNDENTES	1,5
SAL	0,7
SORBATO DE POTASIO	0,1
SABOR	0,08

### CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

**Aspecto:** Masa compacta y homogénea, superficie brillante, color amarillo claro, sin presencia de grumos o partículas extrañas

**Consistencia:** Suave, blanda, untable

**Olor:** Débil a queso

**Sabor:** Característico del queso fundido, algo débil

Tabla 20. Composición química del queso untable

	%
Humedad	67
Grasa	15
Proteínas	9
pH	5,7 - 5,9

Tabla 21. Fórmula queso análogo untable mejorado

	%
PASTA DE SOYA	40
QUESO DE LECHE ÁCIDA	35
GRASA VEGETAL	15
CULTIVO TERMÓFILO	5
FÉCULA DE PAPA	2,5
SALES FUNDENTES	1,5
ÁCIDO CÍTRICO	0,2
SAL	0,7
SORBATO DE POTASIO	0,1
SABOR	0,08

#### CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

**Aspecto:** Masa compacta y homogénea, superficie brillante, color amarillo claro, sin presencia de grumos o partículas extrañas

**Consistencia:** Suave, blanda, untable

**Olor:** Débil a queso

**Sabor:** Característico del queso fundido, algo débil

Tabla 22. Composición química del queso mejorado

	%
Humedad	60
Grasa	24
Proteínas	10
pH	5,7 - 5,9

Tabla 23. Fórmula queso análogo para pizza

	%
QUESO DE LECHE ÁCIDA	52
PASTA DE SOYA	20
GRASA VEGETAL	15
LDP	5
FÉCULA DE PAPA	2,5
SALES FUNDENTES	2
ÁCIDO CÍTRICO	0,2
SAL	1
SORBATO DE POTASIO	0,1
SABOR	0,08
CONDENSADO (H <sub>2</sub> O)	2,1

#### CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

**Aspecto:** Masa compacta y homogénea, superficie brillante, color amarillo claro, sin presencia de grumos o partículas extrañas

**Consistencia:** firme al corte

**Olor:** ligero a queso

**Sabor:** ligeramente característico del queso fundido

Tabla 24. Composición

	%
Humedad	49
Grasa	32
Proteínas	14
pH	5,6 - 5,8



## **CAPÍTULO XII**

### **DEFECTOS DE LOS QUESOS**

## DEFECTOS DE LOS QUESOS

Durante la elaboración de los quesos, pueden obtenerse productos con disímiles defectos que violan los parámetros establecidos por las normas en cuanto a sus características físico-químicas y organolépticas.

Identificar los principales defectos y alteraciones de los quesos madurados y conocer los factores tecnológicos implicados en cada caso, pueden ayudar a evitar su aparición y de esta forma mejorar notablemente la calidad de los quesos elaborados y por tanto, la rentabilidad de las empresas queseras.

Veamos algunos de los defectos más frecuentes hallados en los quesos:

### **Quesos enzimáticos duros y semiduros**

#### ***Defectos de sabor y olor***

##### **Sabor amargo**

##### Causa probable:

Leche contaminada con mammococos que descomponen la caseína en polipéptidos amargos o ciertas cepas de bacilos termófilos u otras cepas "salvajes" de microorganismos que peptonizan fuertemente las proteínas formando compuestos amargos.

Bajas temperaturas de maduración de los quesos (< 9-10 °C).

Contaminación de la leche destinada al queso con leche mastítica (> de 5 %).

Alimentación de los animales con pastos amargos.

Uso de cloruro de calcio en dosis excesiva o presencia de sales de magnesio en la sal común usada en el salado.

Uso de coagulantes de baja calidad (bajo poder coagulante y dosis altas) que provocan amargor en el queso.

Contaminación de la leche con bacteriófagos que frena el desarrollo de las bacterias acidolácticas en la leche y el queso.

Procesamiento de leche resistente al coagulante, no madurada, lo que conlleva al uso de mayores dosis de la enzima y más cloruro de calcio, contribuyendo de esta forma al amargor.

Presencia en el queso de un exceso de lactato de calcio, que le confiere amargor.

##### Medidas de prevención o eliminación:

Desechar la leche con sabor amargo, contaminada con bacterias tipo mammococos y otros microbios capaces de peptonizar las proteínas.

Observar un régimen óptimo de maduración para los quesos de baja temperatura de cocción de 13-16 °C durante los primeros 20-25 días y 10-12 °C hasta la edad requerida.

No permitir el uso en quesos de leche procedente de animales enfermos con la forma clínica o subclínica de mastitis, tuberculosis, brucelosis, ni de coagulantes con fortaleza fuera de los estándares.

Control de la calidad de la sal común y del cloruro de calcio.

Aplicar regímenes de pasteurización de la leche de 75-76 °C con 20-25 s de retención. Emplear cultivos bacterianos bien activos, resistentes a los bacteriófagos. Realizar una rigurosa selección de las cepas del cultivo bacteriano, con la inclusión en éste de especies que descomponen activamente los polipéptidos de sabor amargo y excluir las cepas formadoras de polipéptidos amargos en los quesos.

Observar rigurosamente los regímenes tecnológicos de elaboración establecidos para cada tipo de queso, con el empleo de la activación del cultivo iniciador y la regulación del proceso de fermentación acidoláctica mediante el uso de cultivos de alta calidad y fijación de la humedad y acidez activa óptimas del queso después del prensado, utilizando agua pasteurizada y salado parcial en el grano.

Control de la calidad de los cultivos iniciadores.

Eliminar el uso en la elaboración de quesos de leches resistentes al coagulante, leches no maduradas o incluir en ella leche pasteurizada madurada (hasta 25-30 %).

### **Sabor y olor mohoso**

#### Causa probable:

Contaminación de la leche con una microflora perjudicial (bacterias coliformes, butíricas, levaduras y otras).

Mala atención de los quesos durante la maduración (deterioro de la corteza y desarrollo en ésta de la microflora mucilaginosa del queso y mohos).

Violación del tiempo de volteo de los quesos, mala ventilación de la cámara de maduración. Exceso de humedad en los quesos después del prensado, comparado con el óptimo establecido por la tecnología de cada tipo de queso.

Crecimiento exagerado de la microflora mucilaginosa (*B. linens*) en la superficie de los quesos madurados con su participación.

Utilización de salmuera de baja calidad.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Control de la calidad de la leche en cuanto a contenido de bacterias butíricas y otras nocivas para los quesos (levaduras, cocos peptonizantes, coliformes).

Cumplir con el régimen de pasteurización de la leche. Utilizar cultivos de buena calidad, bien activos.

Mantener el régimen óptimo de humedad relativa y temperatura establecidos para la maduración de cada tipo de queso. Realizar los volteos en tiempo, impedir el deterioro de la corteza y el desarrollo en ella de la microflora mucilaginosa y hongos, así como el cambio de aire 3 o 4 veces, con una buena ventilación. Colocar los quesos en estantes limpios y secos.

Durante la elaboración de los quesos madurados con la participación de la flora mucilaginosa, evitar un desarrollo exagerado de la misma, eliminando el exceso con los medios adecuados y posterior secado. Mantener la humedad óptima del queso después del prensado. Evitar el salado excesivo o insuficiente del queso.

Utilizar salmueras de buena calidad, con concentración de sal de 20-22% y temperatura de 10-12 °C.

### **Sabor y olor pútrido, corrompido**

#### Causa probable:

Utilización de leche altamente contaminada con microflora putrífera, coliformes, mammococos y otras bacterias que descomponen las proteínas. Esta microflora se activa cuando el proceso de acidificación láctica es débil, producto de cultivos poco activos, presencia de bacteriófagos, antibióticos en la leche o mezcla con leche mastítica.

Retención del proceso de salado a causa de una formación de gas excesiva.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Controlar con precisión la calidad de la leche, comprobar su capacidad de coagulación ante la enzima coagulante. Madurar la leche con el uso de cultivos bacterianos de buena actividad y calidad. Mantener el régimen de pasteurización de la leche establecido, activar el proceso de fermentación acidoláctica durante la elaboración del queso.

Garantizar el salado normal de los quesos.

### **Sabor y olor amoniacal**

#### Causa probable:

Desarrollo excesivo de la microflora mucilaginosa del queso en la corteza y las bacterias formadoras de sustancias alcalinas, capaces de provocar una descomposición profunda de las proteínas. Este defecto se intensifica durante la maduración de los quesos a elevadas temperaturas (> 15 °C) y alta humedad relativa del aire (> 93 %).

La intensificación del defecto condiciona el aumento del contenido de humedad de los quesos (más del 46% para el queso maduro).

En los quesos duros de coagulación enzimática, el sabor y olor amoniacal aparecen cuando se violan los regímenes de cuidados durante la maduración (deterioro de la corteza, desarrollo de bacterias formadoras de mucílago en el queso).

Medidas de prevención o eliminación:

Durante la elaboración de quesos en cuya maduración participa la microflora formadora de mucílago en el queso no debe permitirse un desarrollo excesivo de la misma. En los quesos duros de coagulación enzimática se hace necesario evitar el surgimiento de la microflora mucilagínosa en la superficie del queso.

Mantener el régimen óptimo de maduración del queso, establecido por las normas tecnológicas de cada variedad.

**Sabor y olor a sebo**

Causa probable:

Contaminación de la leche y el queso con esporas de bacterias butíricas como resultado de un control ineficiente de la calidad de la leche recibida.

Débil desarrollo del proceso de fermentación ácidoláctica durante el proceso de coagulación de la leche, el trabajo con el coágulo y con el grano.

El rompimiento de la corteza del queso trae como consecuencia la acción del oxígeno y la luz sobre la grasa, que originan sabor y olor sebáceo en la masa quesera.

Medidas de prevención o eliminación:

No permitir el uso en la fabricación de quesos de leche contaminada con esporas de bacterias butíricas. Ampliar el uso de cultivos bacterianos antagonistas de estas.

Prohibir el procesamiento de leche que contenga más de 10 esporas de bacterias butíricas en 1 ml en la elaboración de quesos pequeños y más de 1 espора por ml en los quesos grandes.

**Gusto a forraje**

Causa probable:

Alimentación del ganado lechero con piensos de baja calidad con olores específicos (ajo, colza, ajeno y otras).

El gusto a piensos y forrajes aparece en la leche y el queso cuando se alimenta a los animales durante el ordeño, lo que puede ocasionar la adsorción por la leche de estos olores tomados del aire ambiental.

Medidas de prevención o eliminación:

Eliminar la alimentación del ganado con forrajes que contengan plantas con olores desagradables y sabores amargos.

Alimentar los animales solo después del ordeño.

## **Sabor rancio**

### Causa probable:

Actividad de los fermentos lipolíticos (lipasas y otros) sobre la grasa láctea que producen la descomposición de la grasa láctea que producen la descomposición de la grasa con formación de ácido caproico, butírico y otros ácidos de sabor rancio. El enranciamiento de la grasa ocurre con mayor intensidad en los quesos más grasos y en aquellos con grandes oquedades en la masa como resultado de los procesos de oxidación. El fenómeno se intensifica en los quesos madurados que se conservan por un tiempo prolongado a temperaturas superiores a los 8 °C.

### Medidas de prevención o eliminación:

No utilizar en la elaboración de quesos leche mezclada con otra de mucho tiempo de ordenada o con calostro, leches expuestas a la acción de los fermentos de origen animal o bacteriano. Conservar los quesos madurados listos para la comercialización a temperaturas de -2 a -3 °C o de +2 a +8 °C

## **Sabor y olor ácido o más ácido de lo normal**

### Causa probable:

Procesamiento de leche sobre madurada, utilización de cultivos bacterianos demasiado activos y en dosis excesivas. Prevalencia de las cepas formadoras de ácido y disminución de las aromáticas. No utilizar agua durante la cocción para regular el desarrollo de la fermentación acidoláctica. Se presenta en quesos que son madurados a bajas temperaturas (<10 °C). En los quesos tipo suizos se presenta en ausencia o poco desarrollo de la fermentación propiónica.

Exceso de contenido de humedad en el queso después del prensado y en consecuencia mayor cantidad de lactosa, que provoca un aumento de la acidez activa y del sabor ácido.

### Medidas de prevención o eliminación:

Regular el desarrollo de la fermentación acidoláctica durante la elaboración del queso mediante la introducción de agua pasteurizada en la masa del queso en cantidad de 5-20 %, de acuerdo a la velocidad a la que se desarrolla la fermentación en cada tipo de queso. Controlar sistemáticamente la calidad, pureza y presencia de determinadas cepas de bacterias acidolácticas propias de un cultivo propias de un cultivo de buena calidad (*Str. lactis*, *Str. diacetylactis*, *Str. cremoris*, etc).

Durante la elaboración de quesos de baja temperatura de cocción no emplear bajas temperaturas de maduración (<10 °C.). Durante la elaboración de quesos tipo suizos usar cultivos de bacterias propiónicas de buena actividad.

## **Sabor a requesón**

### Causa probable:

Uso de leche de elevada acidez en la elaboración del queso. Remanente excesivo de humedad en el queso después del prensado. Maduración del queso a bajas temperaturas (<10 °C). Con

frecuencia este defecto está asociado a una consistencia grumosa y una acumulación elevada de ácido láctico (mayor de 3,5 % en materia seca desgrasada).

Medidas de prevención o eliminación:

Son válidas las mismas medidas que para el defecto de sabor y olor ácido.

**Sabor y olor débil**

Causa probable:

Débil desarrollo de la fermentación acidoláctica como resultado del uso de cultivos bacterianos muy poco activos.

Empleo de cultivos bacterianos con baja capacidad proteolítica, baja humedad del queso después del prensado, bajas temperaturas de maduración.

La acumulación muy lenta de productos de la proteólisis de la masa quesera (formas solubles del nitrógeno, aminoácidos libres y productos de una descomposición más profunda) creadoras del sabor específico del queso.

Medidas de prevención o eliminación:

Utilizar cultivos bacterianos con buena formación de ácido láctico y de capacidad proteolítica.

Garantizar para cada tipo de queso el contenido óptimo de humedad después del prensado, así como del régimen de maduración acorde a las instrucciones tecnológicas.

Impedir el salado en exceso del queso.

***Defectos de consistencia***

**Consistencia dura, grosera**

Causa probable:

Secado y desmenuzamiento excesivo del grano, lo que provoca la obtención de un queso con bajo contenido de humedad después del prensado.

Empleo de una elevada temperatura de cocción en quesos de baja cocción (>41-42 °C). Durante la elaboración de estos últimos, con bajo contenido de humedad generalmente la fermentación acidoláctica ocurre débilmente y el ácido láctico que se acumula es insuficiente.

Baja temperatura de maduración (<10 °C).

Salado excesivo de los quesos que detiene el desarrollo normal del proceso de fermentación acidoláctica y la actividad proteolítica de los cultivos, provocando la obtención de un queso con una consistencia dura.

Maduración y conservación prolongada del queso sin recubrimiento.

### Medidas de prevención o eliminación:

Corte de la cuajada al tamaño adecuado del grano, sin secado posterior excesivo.

Para los quesos de baja temperatura de cocción garantizar un contenido de humedad óptimo después del prensado (44-46 %) y en el queso maduro 40-43 %.

Mantener una observación rigurosa del régimen establecido en el procedimiento tecnológico de maduración del queso.

Utilizar el temprano recubrimiento de los quesos con parafina o envase en bolsas de películas de polímeros.

No permitir el salado excesivo del queso.

### **Consistencia gomosa**

#### Causa probable:

Desarrollo lento del proceso acidoláctico y débil hidratación de las proteínas en caso de una acumulación insuficiente de ácido láctico.

Secado excesivo del grano y bajo contenido de humedad en el queso después del prensado.

Durante el trabajo con el grano se introduce una cantidad excesiva de agua. En la elaboración del queso utilizar cultivos de débil actividad acidificante.

### Medidas de prevención o eliminación:

Durante la elaboración del queso utilizar métodos de producción que garanticen la obtención de una humedad y acidez activa óptimas en el queso, tanto en la salida de la prensa como en el producto madurado.

Se pueden utilizar las mismas medidas señaladas para el defecto de "consistencia dura, grosera."

### **Pasta desmoronable**

#### Causa probable:

Utilización de leche de elevada acidez en la fabricación del queso.

Uso de cultivos bacterianos con elevada actividad de formación de ácidos o de dosis excesivas de los mismos (>1,5 %). Desarrollo exagerado del proceso de formación de ácido láctico.

La rápida acumulación de ácido láctico en la masa quesera ocasiona la separación del calcio del complejo de fosfoparacaseinato de calcio provocando la deshidratación excesiva de las proteínas.

Durante la congelación del queso su consistencia se torna desmoronable.

### Medidas de prevención o eliminación:

No destinar a la fabricación del queso leches con más de 0,18 % (20 °T) de ácido láctico.

Usar cultivo de calidad con actividad de formación de ácido normal. Utilizar agua durante el trabajo con el grano para reducir la acidez de la masa quesera. Realizar un salado parcial de la masa en el grano.

No congelar los quesos durante el almacenamiento en la cámara fría o la transportación.

### **Consistencia excesivamente blanda**

#### Causa probable:

El queso tiene humedad excesiva. Maduración de estos quesos a elevada temperatura (14-15 °C) y alta humedad relativa (>92-95 %). Uso de leche resistente al cuajo y no madurada. Cultivo bacteriano con baja actividad acidificante.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Utilizar leches de calidad, maduras, aptas para la fabricación de queso, con la adición de cultivos que muestren buena actividad bacteriana.

Secar el grano normalmente durante su procesamiento y cocción.

Mantener en la cámara de maduración la temperatura y humedad relativa óptimas de acuerdo a las instrucciones tecnológicas.

### **Interior agrietado**

#### Causa probable:

Uso de leche de alta acidez, poca capacidad de pegarse de la masa quesera a consecuencia de un secado excesivo del grano.

Formación profusa de gas paralelamente con la poca capacidad de pegarse de la masa, ocasionando la separación interna y externa de ésta.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Rebajar la acidez, el contenido de lactosa y mejoramiento de la capacidad de pegarse del grano, mediante el uso de agua pasteurizada (5-20 %). No permitir el secado en exceso del grano, realizar un autoprensado previo de la masa quesera por espacio de 25-50 minutos, evitar la compresión forzada de la masa en los moldes.

### ***Defectos de aspecto al corte***

#### **Masa totalmente cerrada**

#### Causa probable:

Débil desarrollo de las bacterias formadoras de aroma en el queso. Utilización de leche no madurada o madurada en exceso. Baja temperatura de maduración (<10 °C).

Uso de cultivo bacteriano de poca actividad.

Ausencia de desarrollo de las bacterias propiónicas en los quesos de alta temperatura de cocción.

Medidas de prevención o eliminación:

Controlar la calidad del cultivo bacteriano en cuanto a la presencia de bacterias formadoras de aroma. Elaborar el queso con leche madurada con una acidez que no supere el óptimo, de acuerdo a lo establecido en las instrucciones tecnológicas.

Utilizar cultivos bacterianos activados, elevar la temperatura de maduración hasta 13-16 °C.

Emplear cultivos puros de bacterias propiónicas en la elaboración de quesos de alta temperatura de cocción y elevar la temperatura en la cámara caliente hasta 23-25 °C.

**Escasos y pequeños ojos**

Causa probable:

Procesar leche con elevada acidez y mantener el queso a bajas temperaturas en la cámara de maduración.

Contenido excesivo de sal en los quesos duros tipo suizos (>1,8-2 %).

Poco contenido o ausencia en la leche de bacterias propiónicas.

Medidas de prevención o eliminación:

Utilizar leche en la elaboración de quesos con la acidez requerida.

Mantener la temperatura de maduración para garantizar el desarrollo normal de la microflora en el queso, en particular de las bacterias formadoras de aromas.

En los quesos de alta temperatura de cocción, con el objetivo de un buen desarrollo de los ojos y la activación del desarrollo de las fermentaciones acidoláctica y propiónica, introducir bacilos y estreptococos termófilos, así como bacterias propiónicas, elevar la temperatura de maduración y prolongar la estancia en la cámara caliente.

No se debe permitir el salado en exceso del queso.

**Presencia de oquedades**

Causa probable:

Afectación de la integridad del bloque, incorporación a la masa a moldear de granos de queso más secos que el resto.

Formación de una capa de masa quesera y su preensado en ausencia de suero sobrenadante (eliminación del aire ocluido).

Los huecos de aire no constituyen un defecto en los quesos moldeados por llenado del molde con la mezcla de granos y suero (sistema pescado).

### Medidas de prevención o eliminación:

No permitir rompimiento del bloque.

Reunir los granos desuerados y los pedazos de masa quesera en forma combinada en una misma pieza o molde aparte.

Realizar el preprensado bajo una capa de suero para evitar la penetración de aire en la masa.

### **Forma de malla (abundantes orificios)**

#### Causa probable:

Intensa acumulación de gas originado en el procesamiento de leches contaminadas con una microflora formadora de gas.

Abundante contaminación de la leche y la masa quesera durante el proceso de elaboración con bacterias coliformes, levaduras que fermentan la lactosa y bacterias butíricas.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Mantener un correcto régimen de pasteurización de la leche.

Efectuar un cuidadoso lavado y desinfección de los equipos.

Eliminar las fuentes de recontaminación de la leche con la microflora formadora de gases.

Uso de cultivo bacteriano de buena actividad en la elaboración del queso.

### **Grietas, hinchazón temprana**



#### Causa probable:

Activo desarrollo en el queso de bacterias coliformes. Masa esponjosa. Perforaciones de las placas de pasteurización tuberías y conexiones sucias Este defecto se observa en el período inicial de la maduración, cuando en el queso no ha sido fermentada completamente la lactosa.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Mantener un correcto régimen de pasteurización de la leche.

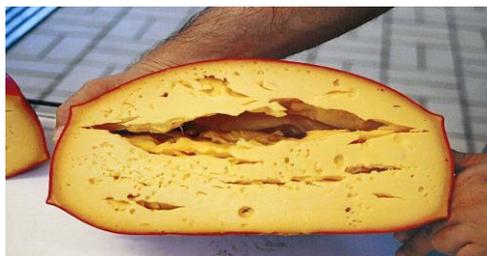
Revisión efectiva de conductos, tuberías y conexiones.

Realizar un control meticuloso de la calidad y actividad del cultivo bacteriano.

Realizar un efectivo lavado y desinfección de los equipos.

Emplear medios alternativos de lucha contra la microflora perjudicial.

### **Hinchazón tardía**



#### Causa probable:

Activo desarrollo en el queso de bacterias butíricas. El fenómeno se observa en la fase final de la maduración.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Control de la calidad de la leche en cuanto a la presencia de esporas de bacterias butíricas.

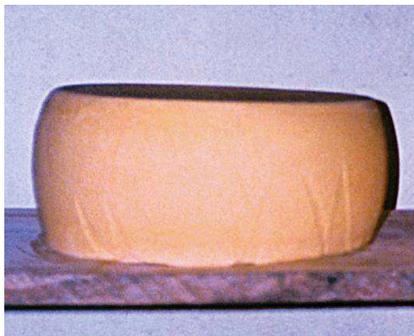
La leche contaminada con esporas de bacterias butíricas no debe dedicarse a la producción de quesos.

En la elaboración de quesos de baja temperatura de cocción, emplear cultivos que contengan bacterias acidolácticas (*Lb plantarum*) de actividad antagónica de las bacterias butíricas.

Bactofugación de la leche destinada a la elaboración de quesos duros (alta temperatura de cocción) con el objetivo de eliminar las esporas y conglomerados de células de bacterias.

### ***Defectos en el aspecto exterior***

#### **Falta de uniformidad y deformación de los quesos**



#### Causa probable:

Corte descuidado del bloque de queso o llenado incorrecto de los moldes.

Un prensado irregular o asimétrico de los quesos ocasiona defectos de forma.

Conservación de los quesos sobre tableros irregulares puede provocar abolladuras o marcas disímiles en los mismos.

En las cámaras de maduración o conservación húmedas, con altas temperaturas del aire y escasos volteos, especialmente en los quesos con elevado contenido de humedad, se pueden originar deformaciones de un solo lado que determinan la forma irregular de la pieza.

Medidas de prevención o eliminación:

Efectuar una cuidadosa y precisa formación y corte del bloque de queso y en la misma forma realizar el llenado de los moldes con la masa quesera.

No permitir la deformación de los quesos durante el proceso de producción ni su amontonamiento o carga y descarga desmoldeados.

**Desprendimiento de la parafina o recubrimiento**

Causa probable:

Parafinado sobre una superficie insuficientemente secada después del salado del queso o de quesos fríos conservados a temperaturas menores de 10 °C. En este último caso se forma una capa demasiado gruesa.

Bajas temperaturas de la parafina o aleación (<140 °C).

Maduración y conservación del queso parafinado en humedad relativa superior al 85 %.

Medidas de prevención o eliminación:

Cubrir los quesos con parafina y sus aleaciones con polímeros sólo después de secarlos y mantenerlos previamente en un local a la temperatura ambiente.

Mantener la temperatura de la parafina y aleaciones a 140-150 °C.

**Corteza muy gruesa**

Causa probable:

Se forma en los quesos prensados que se conservan prolongadamente sin ser recubiertos por parafina o aleaciones, o sin envolvimiento en películas de polímeros a baja humedad relativa (<85%, secado excesivo de la corteza).

Lavados frecuentes de la corteza originan la formación de una corteza gruesa.

Salado en seco prolongado y altas concentraciones de la salmuera (>22 %) que dan lugar a un salado exagerado.

Medidas de prevención o eliminación:

Aplicar métodos de recubrimiento temprano del queso (12-15 días) con parafinas o aleaciones de polímeros.

Mantener un régimen óptimo de temperatura y humedad relativa en la cámara de maduración acorde con las instrucciones tecnológicas.

Durante la maduración de los quesos tipo suizos, realizar los volteos oportunos y frotado con agua salada de la cara superior, con el objetivo de mantener la humedad.

Utilizar en la maduración de los quesos de baja temperatura de cocción películas de polímeros.

No permitir el salado de los quesos en salmueras de concentración superior al 22 % de sal o sobresalado de los mismos.

### **Grietas en la corteza**



#### Causa probable:

Secado excesivo y rápido de la capa superficial del queso en las cámaras de refrigeración muy secas o por la acción de las corrientes de aire.

Débil formación de la corteza cuando es baja la capacidad del grano de pegarse debido a la insuficiente ligazón de la masa quesera (por secado excesivo del grano, elevada acidez) o poco prensado del queso (baja presión), prensado descuidado.

Abundante formación de gas capaz de romper la corteza.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Realizar el secado de los quesos después del salado acorde con las instrucciones tecnológicas.

Evitar las corrientes fuertes de aire durante el secado de los quesos después de salados, ni baja humedad relativa en el local (<85 %).

Velar por el proceso tecnológico correcto, que evite la pérdida de capacidad de pegarse del grano.

Emplear recubrimientos o películas durante la maduración, el parafinado temprano.

Manipular cuidadosamente los quesos recién fabricados después del prensado y el salado, impidiendo los golpes y tratamientos inadecuados.

Repetir el prensado de los quesos agrietados o con aberturas.

## Hongos en la superficie



### Causa probable:

Alteración del cierre de la corteza del queso y crecimiento de las esporas en las oquedades y grietas que existen en la superficie. Esto es motivado por factores tales como presencia abundante de espuma en la leche antes de la coagulación y en la superficie del suero antes del prensado del bloque de queso, ausencia de una capa de suero sobre el bloque antes del prensado, prensado insuficiente de la pieza, preparación incorrecta de los paños lo que provoca que estos se peguen en la masa al retirarlos, salado no uniforme de los quesos con alto contenido de humedad, violación del estado sanitario de las cámaras de maduración de los quesos.

### Medidas de prevención o eliminación:

No admitir la elaboración de queso con leche muy espumosa, ni presencia de espuma en el suero sobrenadante del prensado del bloque de masa quesera.

Realizar el prensado de las piezas de acuerdo a las instrucciones tecnológicas.

Lavar correctamente y desinfectar los paños.

Controlar el contenido de humedad de los quesos después del prensado.

Utilizar recubrimiento con sustancias fungistáticas o empacar el queso al vacío en bolsas de películas de polímeros.

Observar una adecuada limpieza de la cámara de maduración, realizar periódicamente una desinfección de la misma.

## Manchas circulares de color blanco en la corteza



### Causa probable:

Crecimiento en la superficie del queso de hongos visibles a simple vista (del tipo *Oospora*) como consecuencia de haberse contaminado con ellos cuando se viola el régimen higiénico-sanitario de cuidado de los quesos durante la maduración.

### Medidas de prevención o eliminación:

Cumplimiento estricto de las normas higiénico-sanitarias establecidas para los locales de maduración y conservación de los quesos.

Ante la aparición de los hongos es necesario desinfectar los estantes y equipos que se encuentran en los locales de conservación.

En caso de que aparezca el hongo, después de lavar los quesos, éstos se sumergen durante 2-3 minutos en agua a 65-70 °C, durante los siguientes lavados los quesos se sumergirán finalmente durante 2-3 segundos en agua a 75-80 °C. Al concluir este procedimiento los quesos se secan.

Se recomienda como método profiláctico frotar los quesos con suero ácido (0,63-0,72 % ácido láctico 70-80 °T)

### **Manchas oscuras en la corteza**



### Causa probable:

Crecimiento simultáneo de dos tipos de microorganismos: micrococos y mohos (*Micrococcus flans*, *Proteus Vulgaris*), no representantes típicos de la microflora de la leche y provienen fundamentalmente del agua utilizada en el proceso de elaboración de los quesos.

### Medidas de prevención o eliminación:

Trabajar con agua pasteurizada y clorada, desinfección de los equipos y utensilios, tratamiento de los quesos con agua a 75-80 °C por 2-3 segundos. Utilizar recubrimiento con propiedades fungistáticas.

### **Oscurecimiento de la corteza**

### Causa probable:

Contaminación de la leche o el queso con sales de metales pesados (hierro, cobre y otros).

Uso de moldes, recipientes, utensilios mal estañados. Las sales de los metales pesados reaccionan con los compuestos azufrados de la leche provocando un oscurecimiento que puede tener distintos tonos.

Este defecto puede ser provocado por el desarrollo en la superficie de microflora fúngica que genera un pigmento oscuro.

Medidas de prevención o eliminación:

Cumplir las medidas higiénico-sanitarias de las áreas de producción y locales para la maduración.

Utilizar moldes de acero inoxidable. Las estructuras de los contenedores para el salado y la maduración de los quesos deben ser tratadas con recubrimientos anticorrosivos.

Tratamiento de la corteza del queso con agua a 75-80 °C durante 2-3 s.

### ***Defectos de color de la masa***

#### **Color pálido de la masa**

Causa probable:

Aparece en los quesos elaborados con leches invernales (no consumo de hierba fresca por el animal), los quesos sobresalados y elaborados con leche ácida.

Medidas de prevención o eliminación:

Utilización de colorantes de origen vegetal.

Cumplir estrictamente las instrucciones tecnológicas establecidas.

#### **Color no uniforme de la masa, manchas blancas**

Causa probable:

Oclusión de suero en la masa durante el prensado.

Presión inicial alta del queso al prensarlo.

Distribución no uniforme del cultivo bacteriano.

Medidas de prevención o eliminación:

Adicionar cuidadosamente el cultivo en toda la leche y agitar bien la mezcla antes de la coagulación. Evitar la formación de conglomerados durante el trabajo con el grano. Realizar un correcto prensado de los quesos.

#### **Masa veteada**

Causa probable:

Distribución descuidada de la masa quesera y también mezclar restos de porciones de granos de fabricaciones anteriores con la última.

Presencia de leche mastítica en la destinada a la fabricación.

Medidas de prevención o eliminación:

Observar un adecuado régimen de formación y salado de los quesos.

No mezclar granos de distintas fabricaciones, ni utilizar leche con mastitis.

**Defectos provocados por insectos**

**Deterioro de la corteza (1)**

Causa aparente:

Presencia de ácaros (*Tyroglyphus siro*) en la capa superficial del queso, que en algunos casos penetran al interior de la masa a través de rajaduras o grietas.

El ácaro del queso aparece como consecuencia de violar las reglas higiénico-sanitarias a seguir en los locales de conservación y cuidado de los quesos.

Medidas de prevención o eliminación:

Aislar inmediatamente los quesos contaminados, lavarlos y someterlos a un tratamiento a temperatura de 85-90 °C con retención de 10-15 segundos. A los 10-15 días repetir el tratamiento y si se consiguió eliminar el ácaro, parafinar los quesos y utilizarlos en queso fundido.

Desinfectar meticulosamente los locales y estantes de acuerdo con las prácticas establecidas.

**Deterioro de la corteza (2)**

Causa aparente:

Aparición de larvas de la mosca del queso, especialmente de aquéllos con microflora mucilaginososa (*Brevibacterium linens*) en la superficie.

Medidas de prevención o eliminación:

No permitir la aparición de la mosca del queso en los locales de conservación.

Instalar mallas protectoras en puertas y ventanas de los locales.

Lavado oportuno de los quesos, incluyendo los de mucílago en la superficie.

Ante la aparición de la mosca en los locales realizar la desinfección de los mismos.

## **Quesos blandos**

### ***Defectos de sabor y olor***

#### **Sabor amargo**

##### Causa aparente:

Formación de polipéptidos amargos, contaminación de la leche con mammococos.

Baja temperatura de maduración (<9-10 °C), para el Roquefort mayor de 8 °C.

Presencia de leche mastítica. Consumo de leguminosas amargas por las vacas.

Utilización de altas dosis de cloruro de calcio o de cultivos bacterianos de baja calidad.

##### Medidas de prevención o eliminación:

Control estricto del régimen de pasteurización de la leche.

No permitir el uso de leche con sabor amargo, leche mastítica o contaminada con mammococos u otras bacterias que forman compuestos amargos (peptonas) en la elaboración del queso.

Mantener un régimen óptimo de elaboración y maduración de los quesos acorde con las normas tecnológicas.

Evitar un contenido excesivo de humedad en los quesos.

Utilizar en la producción sólo cultivos bacterianos debidamente activados que alcancen el pH adecuado antes del salado.

Control sistemático de la calidad de la leche en cuanto a la presencia de antibióticos, bacteriófagos o leche anormal.

#### **Sabor y olor rancio**

##### Causa aparente:

Contaminación de la leche con coliformes, bacterias butíricas, levaduras.

Desarrollo excesivo de la microflora mucilaginoso en la superficie del queso con formación de gran cantidad de productos alcalinos de la desintegración de las proteínas.

Deterioro de la corteza debido a no voltear a tiempo los quesos con un crecimiento excesivo de mucosidad y hongos.

##### Medidas de prevención o eliminación:

Control de la calidad de la leche. Observar un estricto régimen de pasteurización de la leche.

Garantizar el cuidado de los quesos durante la maduración.

Mantener una vigilancia estrecha del régimen higiénico-sanitario durante la producción de los quesos.

### **Sabor y olor pútrido**

#### Causa probable:

Este defecto es provocado por la microflora de la putrefacción, coliformes, mammococos y otras bacterias. Esta microflora se activa ante la debilidad del proceso de fermentación acidoláctica.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Estricto control de la calidad de la leche.

Vigilancia del régimen de pasteurización de la leche.

Activar el proceso acidoláctico durante la elaboración del queso.

### **Sabor y olor amoniacal excesivo**

#### Causa probable:

Exceso de maduración en los quesos tipo Camember, Roquefort, también su conservación envueltos (papel aluminio) a temperatura superior a 3 °C.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Evitar la sobre maduración de los quesos y su prolongado almacenamiento.

Los quesos blandos maduros conservarlos a 2-3°C y el Roquefort a temperatura de -3 a -5 °C.

### **Sabor mohoso**

#### Causa probable:

Contaminación de los quesos Camembert y Roquefort con mohos extraños (salvajes).

Cuando existan oquedades de gran tamaño en el interior del queso el hongo del cultivo se desarrolla en exceso con la formación de abundantes micelios.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Mantener un estricto régimen higiénico-sanitario durante la pasteurización de la leche y la elaboración y maduración del queso.

Evitar la contaminación de los quesos con mohos extraños (salvajes).

### **Sabor ácido, a requesón**

#### Causa probable:

Maduración pobre a consecuencia del desarrollo insuficiente en la superficie de los hongos del cultivo y de la microflora mucilaginososa.

Procesamiento de la leche ácida. Uso de excesivas dosis de cultivo.

Exceso de contenido de humedad en los quesos después del salado.

Medidas de prevención o eliminación:

Observar rigurosamente un régimen óptimo de elaboración y maduración de los quesos.

**Fuerte sabor ácido en los quesos recién elaborados**

Causa probable:

Sobre acidificación del coágulo o de la masa quesera durante el autoprensado.

Demorar el enfriamiento de la masa después del autoprensado.

Conservación de los quesos recién elaborados a temperatura superior a 6-8 °C.

Medidas de prevención o eliminación:

Evitar la sobre acidificación de la masa durante el autoprensado y la conservación del producto terminado.

Enfriar la masa quesera después del autoprensado hasta 6-8 °C durante 1,5 - 2 horas. Los quesos de leche entera (cremosos) enfriar en cámaras de refrigeración hasta 2-5 °C durante 3-4 horas.

**Sabor y color impuro, atípico**

Causa probable:

Contaminación de la leche pasteurizada y la masa quesera con una microflora extraña (coliformes y otros).

Conservación de la masa quesera en locales mal ventilados a temperaturas superiores a 6 °C.

Deficiente limpieza y esterilización de los equipos y utensilios.

Medidas de prevención o eliminación:

Mantener un adecuado régimen higiénico-sanitario.

Evitar la contaminación de la leche y la masa quesera con la microflora extraña (coliformes y otros).

**Gusto a pienso**

Causa probable:

Sabores fuertes de plantas aromáticas (cebolla, ajo, anamú, etc.) consumidas por el animal o procedentes de piensos de baja calidad. Este fenómeno ocurre en la leche cuando se alimenta a los animales antes del ordeño, ya que ella se impregna del olor del pienso a través del aire.

### Medidas de prevención o eliminación:

Evitar la alimentación de los animales con forraje, pastos y piensos con olores y sabores extraños. Suministrar el alimento a las vacas no menos de 2-3 horas antes del ordeño y después de haber ventilado los locales de ordeño.

### ***Defectos de consistencia***

#### **Masa dura, compacta**

##### Causa probable:

Fragmentación excesiva del coágulo y del grano.

Secado en exceso de la masa quesera durante el autoprensado del queso.

Violación del régimen de maduración del queso (muchas pérdidas de humedad).

Acidez insuficiente de la masa quesera antes del salado (pH 5 y superior).

Débil desarrollo del hongo en el interior de la masa del queso.

##### Medidas de prevención o eliminación:

Regular correctamente el proceso acidoláctico y garantizar el contenido de humedad requerido en el queso antes del salado.

#### **Masa demasiado blanda**

##### Causa probable:

Bajo nivel de desarrollo del proceso acidoláctico.

Alto contenido de humedad en el queso antes del salado.

Temperatura del aire muy alta durante la maduración (>12-13 °C).

Intenso desarrollo antes del salado del queso del hongo (*Oidium lactis*).

##### Medidas de prevención o eliminación:

Regular correctamente el proceso acidoláctico y secado de la masa quesera durante el autoprensado y después del salado.

Evitar el desarrollo en la superficie del queso de hongos extraños (*Oidium lactis*) antes y después del salado.

#### **Consistencia seca, desmenuzada, granulosa**

##### Causa probable:

Fermentación excesiva del coágulo y de la masa quesera.

Pérdidas de humedad considerables durante la fragmentación del grano, el autoprensado.

Demora del enfriamiento de la masa quesera y del producto terminado.

Medidas de prevención o eliminación:

Mantener una vigilancia rigurosa del régimen de fermentación en la leche, en el autoprensado.

Enfriamiento de la masa quesera y del producto terminado hasta 6°C inmediatamente después del autoprensado.

La acidez del coágulo antes del llenado de los moldes y autoprensado debe estar en 0,63-0,68 % ácido láctico (70-75 °T).

**Consistencia burda en los quesos recién elaborados**

Causa probable:

Colocar la masa en autoprensado con insuficiente acidez (0,54-0,59 % ácido láctico)[60-65 °T]. Eliminación excesiva de suero. Prensado muy prolongado de la masa.

Medidas de prevención o eliminación:

Colocar la masa en autoprensado con acidez de 0,63- 0,68 % de ácido láctico [70-75 °T].

Enfriar la masa quesera hasta 6 °C por espacio de 1-2 horas.

***Defectos en aspecto exterior***

**Deformación de los quesos**

Causa probable:

Distribución no uniforme de la masa quesera en los moldes.

Volteo descuidado y fuera de tiempo de los quesos durante el autoprensado y la maduración.

Medidas de prevención o eliminación:

Evitar el deterioro de la forma del queso durante la producción, maduración, envasado y transportación de los mismos.

Evitar la manipulación de los quesos a granel (sin envase).

**Corteza gruesa, seca, con grietas**

Causa probable:

Incumplimiento del régimen de cuidados de los quesos durante la maduración: alta temperatura (>14 °C) y al mismo tiempo baja humedad relativa (<90 %) en la cámara de maduración, ventilación excesiva, corrientes de aire, insuficiente desarrollo de los hongos y mucílago en la superficie de los quesos, mucha pérdida de humedad durante el proceso de autoprensado y demasiado secado después del salado.

### Medidas de prevención o eliminación:

Mantener un estricto cumplimiento del régimen de cuidado de los quesos durante la maduración y conservación.

### **Desarrollo de microflora indeseable**

#### Causa probable:

Violación de las reglas higiénico-sanitarias de elaboración y cuidado de los quesos durante la maduración y conservación.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Cumplimiento riguroso de las reglas higiénico-sanitarias del cuidado de los quesos y su conservación. Efectuar un cuidadoso lavado y desinfección de los equipos, locales, utensilios y exigencia en el cumplimiento de las reglas de higiene personal de los trabajadores.

### ***Defecto de color de la masa***

#### **Color pálido de la masa de los quesos**

#### Causa probable:

El defecto aparece en los quesos elaborados con leches invernales (cuando el ganado no consume pastos verdes), en los quesos sobre salados y los elaborados con leche ácida.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Cumplir estrictamente con las instrucciones tecnológicas de producción de quesos establecidos. Resulta conveniente utilizar colorantes vegetales.

#### **Color grisáceo de la masa del queso Roquefort**

#### Causa probable:

Desarrollo exagerado del hongo del cultivo o contaminación del queso con hongos extraños.

Aparición en el interior del queso de la microflora mucilaginosa que penetra a través de las perforaciones.

Maduración del queso a temperatura superior a 8 °C.

#### Medidas de prevención o eliminación

Cumplimiento estricto de las reglas higiénico-sanitarias y el régimen de maduración del queso.

#### **Expulsión de humedad durante el corte del queso Roquefort**

#### Causa probable:

Procesamiento de leche no madurada. Secado insuficiente de la masa quesera durante el trabajo con el grano y el autoprensado.

Elevado contenido de humedad en el queso antes del salado.

Medidas de prevención o eliminación:

Cumplir estrictamente el régimen tecnológico de elaboración del queso

## **Quesos fundidos**

### ***Defectos de sabor y olor***

#### **Sabor débil, atípico o demasiado ácido**

Causa probable:

Uso insuficiente de queso maduro. Utilización de quesos al cuajo de características atípicas.

Prevalencia en la mezcla de quesos al cuajo con sabor ácido.

Medidas de prevención o eliminación:

Añadir quesos maduros con sabor característico.

Reducir el por ciento de utilización en la mezcla de los quesos con sabor atípico.

Añadir a la mezcla quesos muy maduros, reducir el tiempo del tratamiento térmico.

#### **Sabor a pienso**

Uso de productos lácteos con sabor a pienso (quesos al cuajo, mantequilla, crema, requesón).

Medidas de prevención o eliminación:

Dosificar cuidadosamente (en dependencia de la intensidad del defecto) en la mezcla los productos lácteos con sabores a pienso. Emplear el vacío, adicionar especias.

#### **Sabor amargo**

Causa probable:

Uso de productos lácteos (quesos, cremas, requesón) con sabor amargo.

Medidas de prevención o eliminación

Dosificar (en dependencia de la intensidad del defecto) en la mezcla los productos lácteos con sabor amargo, usar pimienta y otras especias.

#### **Sabor rancio**

Causa probable:

Desarrollo de bacterias anaerobias esporuladas butíricas tanto en la materia prima como en el queso fundido.

Medidas de prevención o eliminación

Si la materia prima presenta signos de fermentación butírica, utilizar nisina.

## **Sabor alcalino**

### Causa probable:

Exceso de sales fundentes o selección inapropiada de éstas.

### Medidas de prevención o eliminación:

Dosificar y seleccionar las sales fundentes en dependencia del grado de maduración del queso.

## **Defectos de consistencia**

### **Arenosidad**

#### Causa probable:

Formación de cristales de pirofosfato de calcio, a veces ortofosfato de calcio.

#### Medidas de prevención o eliminación

No exceder la dosis de sal fundente, especialmente las que contienen pirofosfato de sodio, reducir el tiempo de tratamiento térmico, aumentar la velocidad de agitación.

### **Consistencia friable**

#### Causa probable:

Procesamiento de queso muy madurado, reacción neutra de la masa quesera (pH 7).

#### Medidas de prevención o eliminación:

Añadir queso joven, bajar el pH.

### **Consistencia harinosa**

#### Causa probable:

Coagulación de la proteína como resultado de elevada acidez activa (pH 5,0-5,2) de la mezcla, falta de sal fundente.

#### Medidas de prevención o eliminación:

Aumentar el pH de la masa por la vía de adición de queso sobre madurado y selección de la sal fundente.

Añadir la sal fundente adecuada.

### **Pegado del queso fundido a la envoltura de aluminio**

Calidad no adecuada de la envoltura, estado de la masa: materia prima inmadura, la sal fundente no garantiza la hidratación de la proteína, deficiente distribución de la humedad.

Medidas de prevención o eliminación:

Usar una envoltura de aluminio de calidad. Regular el grado de maduración de la materia prima (mezclar quesos jóvenes y sobre madurados), aumentar algunos minutos el calentamiento, garantizar el rápido enfriamiento de la porción.



**CAPÍTULO XIII**

**ASPECTOS NUTRICIONALES DEL QUESO**

## ASPECTOS NUTRICIONALES DEL QUESO

El valor nutritivo de los quesos es incuestionable, ya que contiene casi todos los principios alimentarios necesarios para el crecimiento y desarrollo humano. Pero hoy se tiene mayor conciencia de sus componentes y, en consecuencia, de los tipos y cantidades que conviene consumir para obtener una dieta sana y equilibrada. Dicho valor suele ser muy variable, toda vez que depende del tipo de queso de que se trate.

El queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales que la leche, excepto que su contenido de grasas y proteínas está más concentrado. Además de ser fuente proteica de alto valor biológico y buena digestibilidad, se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo, necesarios para la remineralización ósea.

Los datos nutricionales del queso pueden variar en función de su contenido en grasa, pero en general se puede decir que es una rica fuente de calcio, proteínas, y fósforo. 100 gramos de queso manchego contienen 21 gramos de proteínas y entre 600 y 900 miligramos de calcio. Al considerarse el queso básicamente como una leche concentrada, hacen falta 600 gramos de leche para igualar esta cantidad de proteínas, y 550 gramos para la de calcio. Por otra parte, los niveles de calcio de los quesos frescos suelen estar entre los 80 a 100 mg por cada 100 g., mientras que en un queso Emmenthal hay unos 1200 mg por cada 100 g.

También, en las proteínas existe mucha variación. Así por ejemplo, en los quesos frescos puede haber entre 8 y 9 g por cada 100 g, y en los quesos prensados entre 26 y 29 g por cada 100 g.

El queso también comparte con la leche sus inconvenientes nutricionales que se derivan del alto contenido en grasas saturadas, consistentes en triglicéridos y ácidos grasos saturados.

Este tipo de grasas repercuten de forma muy negativa en las enfermedades cardiovasculares y la obesidad o sobrepeso. El Centro de la Ciencia de Interés Público sitúa al queso como la primera fuente de grasa saturada en los Estados Unidos, en los que cada habitante consume como promedio unos 13,6 kg al año. Sin embargo esta cantidad es bastante más pequeña que la de países europeos como Grecia (27 kg) o Francia (24 kg), en los que se tiene un índice relativamente bajo de enfermedades del corazón. Este hecho se conoce como la paradoja francesa, y se apunta a que se pueda justificar por el alto consumo de productos de la dieta mediterránea, como el vino tinto, el aceite de oliva o los vegetales.

El contenido de grasas, que se calcula basándose en las registradas en el extracto seco del queso, generalmente oscila entre 5 y a veces más del 40%. La cantidad de grasas varía según el tipo de leche con que haya sido elaborado, si se trata de leche entera o de leche parcial o completamente desnatada.

La casi total ausencia de lactosa lo convierte en un alimento de fácil digestión. Además, la poca lactosa que pueda quedar se fermenta durante la maduración del queso, con lo que las variedades maduras y de pasta dura tipo Cheddar, Parmesano o Gruyere pueden estar indicadas en las personas que tengan intolerancia a la lactosa para que puedan disfrutar de este excelente alimento. Sin embargo, no hay que olvidar evaluar siempre la respuesta individual en función del grado de intolerancia.

El queso es un alimento rico en vitaminas A, D y del grupo B. Las dos primeras además de favorecer el crecimiento celular, ayudan a mejorar la visión y el sistema inmunológico. La acción de los mohos durante el proceso de maduración contribuye positivamente para enriquecer el valor nutricional del queso. El moho hace aumentar el grupo vitamínico B.

El calcio y el fósforo que aporta contribuyen al crecimiento y la fortaleza de los huesos y dientes. El consumo de quesos contribuye a mantener una buena densidad ósea y prevenir la osteoporosis.

Pese al atractivo nutricional del queso, su elevado contenido en sodio no lo hace indicado para personas con hipertensión arterial o que deban seguir dietas restringidas en sodio, como en la insuficiencia renal aguda y crónica, síndrome nefrótico o en la encefalopatía hepática con presencia de edema. Las alternativas para estas personas pueden pasar por consumir queso fresco sin sal o requesón, según la gravedad de la patología y recomendación del dietista.

Gracias a todos los nutrientes importantes que el queso nos aporta, debe estar presente en una dieta sana y equilibrada, aunque deberá ser consumido con moderación, cualquiera que sea la clase a la que pertenecen.

Tabla 26. Valor nutricional por cada 100 g de queso

Elemento	Tipo de queso		
	Fresco	Curado	Semicurado
Calorías	100	405	327
Agua	80,90	36	42,60
Carbohidratos	3,80	0	0
Proteínas	8,10	26	24,70
Lípidos (g)	5,90	33,50	25,40
Ácidos saturados (g)	3,73	21,32	16,02
Ácidos monoinsat. (g)	1,69	9,49	7,41
Ácidos poliinsat. (g)	0,18	0,95	0,62
Colesterol (mg)	20	110	80
Sodio (mg)	35	700	450
Potasio (mg)	115	100	120

Elemento	Tipo de queso		
	Fresco	Curado	Semicurado
Fósforo (mg)		60	470
Calcio (mg)		115	740
Hierro (g)		0,40	0,40
Retinol (µg)		58	310
Carotenoides (µg)		70	205
Tiamina (mg)		0,03	0,04
Riboflavina (mg)		0,25	0,50
B6 (mg)		0,08	0,08
B12 (mg)		0,80	1,50
Vitamina C (mg)		1,10	
Vitamina D (µg)		0,10	0,26
Vitamina E (mg)		0,15	0,80

## **CAPÍTULO XIV**

### **CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS DE LOS QUESOS MÁS CONOCIDOS INTERNACIONALMENTE**

## CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS DE LOS QUESOS MÁS CONOCIDOS INTERNACIONALMENTE

### Parmesano

#### Origen: Italia

- Duro
- Pasta prensada, cocida
- Masa granular (Grana)
- Madurado
- Leche de vaca
- Fermentos termófilos (*Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*)
- Corte muy pequeño de la cuajada (“grano de arroz”)
- Maduración: 1 año



### Emmental

#### Origen: Suiza

- Duro
- Pasta cocida
- Con ojos
- Madurado
- Leche de vaca
- Fermentos termófilos (*L. helveticus*, *L. delbrueckii ssp. lactis gal+*, *S. salivarius ssp. thermophilus*) + *Propionibacterium freudenreichii*
- Maduración en 3 etapas:
  - Cámara fría: 10 – 15 °C,
  - Cámara caliente: 20 – 22 °C, 3 - 4 semanas
  - Almacenamiento: 10 – 15 °C, 6 meses



## Mozzarella

### Origen: Italia

- Blando
- Pasta no cocida
- Hilado
- Forma ovoidea o bloque
- Semi madurado
- Leche de búfala (original) o vaca
- Fermentos termófilos (*Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, ó *L.helveticus*)
- Cheddarización
- Hilar con agua entre 75 – 80 °C
- Moldear y enfriar



## Roquefort

### Origen: Francia

- Semiduro
- Pasta no cocida
- Masa con mohos
- Madurado
- Leche de oveja
- Pasta con mohos no prensada, alto contenido graso

- Fermentos mesófilos (*Lactococcus lactis* spp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Leuconostoc*) + *Penicillium roquefortii*
- Aireación para favorecer el crecimiento de mohos (perforación de la masa)
- Alto grado de lipólisis



## Cheddar

### Origen: Inglaterra

- Semiduro, con corteza
- Pasta cocida, "cheddarizada" y prensada
- Masa lisa, característica
- Madurado
- Leche de vaca
- El queso más vendido a nivel mundial
- Usado como ingrediente
- Suele ser coloreado con annato
- Presenta distintas variedades



## Manchego

**Origen: España**

- Semiduro, con corteza
- Pasta no cocida, prensada
- Masa con ojos pequeños de distribución irregular
- Madurado
- Leche de oveja



## Gouda

**Holanda**

- Semiduro
- Pasta cocida, lavada, prensada
- Corteza seca
- Masa con ojos pequeños distribuidos uniformemente
- Madurado
- Leche de vaca



## Camembert

Origen: Francia

- Pasta blanda, no cocida ni prensada, consistencia cremosa en el centro
- Corteza aterciopelada, firme, enmohecida de color blanco
- Forma circular de ~13 cm diámetro 3cm alto
- Fermentos mesófilos + [\*Penicillium candidum\*](#)
- Maduración, al menos 1 mes
- Se comercializa en pequeñas cajas
- Leche de vaca



## Feta

Origen: Grecia

- Blando
- Pasta no cocida
- Conservado en salmuera
- Semi madurado
- Tradicionalmente de leche de oveja, actualmente se hace
- industrialmente con leche de vaca



## Pecorino Romano

### Origen: Italia

- Uno de los quesos más antiguos del mundo
- Duro
- Pasta cocida
- Masa compacta, blanca,
- Madurado
- Leche de oveja



## Gruyere

### Origen: Suiza

- Duro o semiduro
- Corteza lisa, bien formada, consistente
- Pasta cocida, blanco-amarillenta uniforme.
- Masa cerrada, sin ojos (la versión francesa se distingue por sus ojos lisos brillantes)
- Madurado
- Leche de vaca



Suizo



Francés

## Brie

### Origen: Francia

- Pasta blanda no cocida ni prensada, lisa
- Fermentos mesófilos (*Lactococcus*)
- Mohos en la corteza (*Penicillium candidum*)
- Madurado
- Importante actividad proteolítica
- Leche de vaca



## BIBLIOGRAFÍA

- Alais, C. (1971). *Ciencia de la Leche*. Editorial Continental, México.
- Alitecno Perú, (2021) Precios y productos Lacteos. Disponible en:  
<https://www.alitecnoperu.com/l%C3%A1cteos/>
- Amiot, J. (1991). *Ciencia y tecnología de la leche. Principios y aplicaciones*. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- Barkan, S. M., Kuleshova, M. F. (1967). *Quesos Fundidos*. Editorial Industria Alimentaria, Moscú.
- Berterreche, J. (2005). *Elaboración de quesos fundidos*. Aula de Productos Lácteos. ARTE PERÚ.
- Codex Alimentarius (2011). *Leche y los productos lácteos*. Segunda edición. FAO/OMS,
- Codex Standard 283-1978. Norma general del Codex para el queso. Anteriormente CODEX STAN A-6-1973. Adoptado en 1973. Revisión 1999. Enmiendas 2006, 2008, 2010, 2013.
- Comisión del Codex Alimentarius (1972). *Normas Internacionales Recomendadas para los Quesos*. FAO/OMS.
- Crosa, M., Harispe, R. (2009). *Comparación de los cambios químicos y microbiológicos en la maduración del queso Colonia salado tradicionalmente y por impregnación en vacío*. INN TEC - No. 4.
- Cunningham I. (2000) *Optimización del rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de Quesería*. Organización de los Estados Americanos OEA, 2000
- Cunningham I. (2008). *Cheese Manufacture Using Recombined Milk*. Disponible en:  
[www.milkrecombine04.com](http://www.milkrecombine04.com)
- Davis, J. (1965). *Cheese T.1* London J. and A. Churchill.
- Dilanian, S.C. (1980). *Fundamentos de quesería*. Ed. Industria Alimenticia. Moscú.
- Dimat S.A. (2002). *Documentación técnica sobre "Base de Queso en Polvo"*, México DF.
- Early, R. (2000). *Tecnología de los productos lácteos*. Ed. Acribia, Zaragoza, España,
- Elaboración de quesos (2011). Disponible en:  
<http://www.slideshare.net/Carpediem1004/elaboracion-queso>.
- FAO (1980). *Manual de elaboración de quesos*. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina, Valdivia, Chile.
- FIL-IDF (1981). *Bulletin Catalogue of Cheeses Document 141*.
- FIL-IDF (1981). *Bulletin The composition of ewe's and goat's milk Document 140*.

- Gómez P. (2009) "Lacteos La Cruz" Empresa Productora De Derivados Lácteos, Obtenido de: <http://lacteos2009-leyla.blogspot.com/>
- Gorbatova, K. (1984). Bioquímica de la leche y los productos lácteos. Ed. Industria Alimenticia y Ligera. Moscú, Rusia, pág. 226.
- Hill A., Ferrer M. (2020) Cheese Making Technology e-Book. The effect of emulsifiers on process cheese. Institute of Food Technologists.
- Klimovski, I. (1966) Fundamentos bioquímicos y microbiológicos de la producción de quesos. Ed. Industria Alimentaria, Moscú.
- Kosikowski, F. (1977) Cheese and fermented milk foods. Michigan, Edwards Brothers.
- Kuleshova M., Tiniakov, V. (1977). Quesos Fundidos. Edit. Industria alimentaria, Moscú.
- Manual de Industrias Lácteas (1996). Tetra Pak Processing Systems AB.
- Meyer, A. (1973). Processed Cheese Manufacture. Food trade press ltd. London.
- Milesi, M. (2015) Bacterias lácticas no pertenecientes al fermento y calidad de quesos. Disponible en: <http://www.portalechero.com/>.
- Molina, E. (1993) Quesos procesados recombinados (quesos análogos). Industria Alimentaria, 15, (1), 6.
- Nicoláev, A. (1984), Tecnología de quesos duros con baja temperatura de cocción y alto grado de fermentación láctica, en *Tecnología quesera*, Shiller G.G. ed., Industria ligera y alimentaria, pp. 170-177. Moscú.
- Norma Ramal. NRIAL 204:2007. (2007) Cuba. Quesos Análogos. Especificaciones de Calidad.
- NUTRIMENTEC (2013) Tecnologías Alimentarias S.L. Salado por Impregnación a Vacío Copyright © 2013 All rights reserved.
- Ramírez, M. (2005) Manual Práctico de Quesería. Ed. Ayala, Madrid.
- Rodríguez, A; Novoa, C. (1993). Tecnología de elaboración de quesos madurados. ICTA. Santa Fe de Bogotá-Colombia.
- Scott, R. (1981) Cheese Making Practice. Applied Science Publishers Ltd., London.
- Scott, R. (2002) Fabricación del queso. Ed. Acribia.
- Shiler, G.G. y otros. (1984) Tecnología del queso. Ed. Industria ligera y alimenticia, Moscú.
- Spreer, E. (1975) Lactología Industrial. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- Veisseyre, R. (2016). Lactología Técnica. Ed. Acribia, obtenido de: <http://marti-todoquesos.blogspot.com/>

Zalazar, C.A. (1994) Maduración acelerada de quesos. La alimentación latinoamericana (202) pág. 48.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Diferentes modos de expresión de la acidez titulada

Ácido láctico %	Soxhlet-Henkel (°SH)	Thorner (°T)	Dornic (°D)	Ácido láctico %	Soxhlet-Henkel (°SH)	Thorner (°T)	Dornic (°D)
0,0000	0	0,0	0,00	0,6975	31	77,5	69,75
0,0225	1	2,5	2,25	0,7200	32	80,0	72,00
0,0450	2	5,0	4,50	0,7425	33	82,5	74,25
0,0675	3	7,5	6,75	0,7650	34	85,0	76,50
0,0900	4	10,0	9,00	0,7875	35	87,5	78,79
0,1125	5	12,5	11,25	0,8100	36	90,0	81,00
0,1350	6	15,0	13,50	0,8325	37	92,5	83,25
0,1575	7	17,5	15,75	0,8550	38	95,0	85,50
0,1800	8	20,0	18,00	0,8775	39	97,5	87,75
0,2025	9	22,5	20,25	0,9000	40	100,0	90,00
0,2250	10	25,0	22,50	0,9225	41	102,5	92,25
0,2475	11	27,5	24,75	0,9450	42	105,0	94,50
0,2700	12	30,0	27,00	0,9675	43	107,5	96,75
0,2925	13	32,5	29,25	0,9900	44	110,0	99,00
0,3150	14	35,0	31,50	1,0125	45	112,5	101,25
0,3375	15	37,5	33,75	1,0350	46	115,0	103,50
0,3600	16	40,0	36,00	1,0575	47	117,5	105,75
0,3825	17	42,5	38,25	1,0800	48	120,0	108,00
0,4050	18	45,0	40,50	1,1025	49	122,5	110,25
0,4275	19	47,5	42,75	1,1250	50	125,0	112,50
0,4500	20	50,0	45,00	1,1475	51	127,5	114,75
0,4725	21	52,5	47,25	1,1700	52	130,0	117,00
0,4950	22	55,0	49,50	1,1925	53	132,5	119,25
0,5175	23	57,5	51,75	1,2150	54	135,0	121,50
0,5400	24	60,0	54,00	1,2375	55	137,5	123,75
0,5625	25	62,5	56,25	1,2600	56	140,0	126,00
0,5850	26	65,0	58,50	1,2825	57	142,5	128,25
0,6075	27	67,5	60,75	1,3050	58	145,0	130,50
0,6300	28	70,0	63,00	1,3275	59	147,5	132,75
0,6525	29	72,5	65,25	1,3500	60	150,0	135,00
0,6750	30	75,0	67,50	1,3725	61	152,5	137,25

**Anexo 2.** Tabla de valores comparativos aproximados de acidez y pH en la leche

GRADO DE ACIDEZ ° Dornic	VALOR DEL pH
13	6,60
15	6,50
18	6,40
20	6,20
22	6,10
24	6,00
27	5,90
29	5,80
31	5,70
34	5,65
36	5,60
38	5,45
40	5,35
62	4,6 – 4,3

**Anexo 3.** Densidad de la salmuera de NaCl a 15°C

Densidad	°Baumé	Kg de sal en 100 L de H <sub>2</sub> O	% de sal en la solución
1,10	13,2	15,7	13,6
1,12	15,6	19,8	16,2
1,14	17,8	23,1	18,8
1,16	20,0	26,9	21,2
1,17	21,1	29,0	22,4
1,18	22,1	31,1	23,7

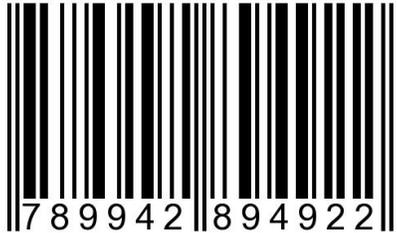
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO



EDITORIAL  
**UNIVERSIDAD**  
TÉCNICA DE BABAHOYO



ISBN: 978-9942-8949-2-2



9 789942 894922

