

## Capítulo 8. Procesos tecnológicos



### Elaboración de yogurt

Todas la leches fermentadas tienen una característica común: se obtienen por la multiplicación de las bacterias lácticas en una preparación a base de leche. El ácido láctico que produce coagula o espesa la leche, confiriéndole un sabor ácido más o menos pronunciado. Las características de las leches fermentadas se deben a la variación particular de ciertos factores, como la composición de la leche, la temperatura de incubación y la flora láctica. El yogurt es la leche fermentada más conocida que en los últimos años ha experimentado un desarrollo debido a su versatilidad y a su gran capacidad de captación de mercados. Su elaboración incluye las siguientes etapas:

#### *Tratamiento preliminar de la leche*

La leche para la producción de yogurt debe ser de la más alta calidad bacteriológica. No debe contener antibióticos o agentes desinfectantes. El contenido de grasa se debe normalizar según se trate de yogurt entero, semidescremado o descremado. Se deben incrementar los sólidos a 14-15% de sólidos totales mediante evaporación, adición de leche concentrada o leche en polvo en proporción de 1-5%. Se puede considerar 3% como promedio de leche descremada.



**Homogenización.** Se efectúa a 60°C y a una presión de 150gr/cm<sup>2</sup>, que se consigue una reducción del tamaño de los glóbulos grasos y se impide el desnatado o sedimentación de la grasa, que se ve después de la coagulación. La estabilidad y consistencia del yogurt se ven mejoradas por la homogenización de la leche.

**Pasteurización.** Se efectúa a 90°C por 5 minutos. La finalidad es de favorecer una buena coagulación y el efecto antigermicida para tener un medio de inoculación libre de contaminantes que puedan tener competencia con las bacterias lácticas.

**Inoculación.** Para la inoculación se procede a llevar la leche a la temperatura de 43°C, que es la temperatura óptima de desarrollo de las bacterias lácticas del cultivo, que en general usan 2 tipos de cepas: *Lactobacillus vulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. La proporción entre cocos y bacilos en los cultivos es de 1: 1 o 2:1. Actualmente se emplean los cultivos de inoculación directa a la leche, que tiene muchas ventajas respecto a los convencionales sobre todo en la calidad del producto final.

**Incubación.** Depende del yogurt a obtener. Se incuba a temperatura de 43°C para lograr la acidificación, constancia, aroma y sabor deseado. La incubación y fermentación correcta se efectúa hasta alcanzar un pH de 4.6-4.7.

**Enfriamiento.** Cuando se alcanza el pH requerido, la temperatura se debe bajar rápidamente a 18-20°C. Esto retarda la elevación posterior de la acidez. Luego se enfria a una temperatura menor de 10°C.

**Batido.** El gel se somete a un tratamiento mecánico suave de batido hasta lograr una consistencia homogénea. Se efectúa con un agitador con la finalidad de romper el coágulo formado y obtener la consistencia deseada. Se debe agitar despacio para evitar una dilución y sinéresis.

**Envasado y almacenamiento.** Se efectúa en condiciones asépticas e inmediatamente se debe refrigerar y almacenarse. Su duración es de 3-4 semanas

## Elaboración de quesos

### Materias primas

**Leche:** es la materia prima principal, su calidad es determinante para asegurar quesos de buena calidad. Debe ser de buena calidad físico-química y microbiológica, libre de inhibidores (residuos de detergentes, cloro, antibióticos, etc.) especialmente en la elaboración de quesos con la utilización de cultivos lácticos, lo cual no quiere decir que en aquellos que no se utilicen cultivos iniciadores, pueda permitirse la presencia de residuos químicos.

No se debe almacenar por largos periodos, preferiblemente debe ser fresca. El almacenamiento prolongado de la leche a temperaturas de refrigeración produce cambios en el balance salino y reducción del tamaño de la micela de caseína por un aumento de la cantidad de caseína soluble ( $\alpha$ -caseína) y del grado de hidratación de la micela, todo lo cual se traduce en problemas para la coagulación enzimática de la leche. La mayoría de estos efectos se corrigen si la leche se mantie-



ne por 30 minutos a una y temperatura de 30-36° C antes de la coagulación. Otro efecto y quizás más perjudicial es el crecimiento de bacterias psicrófilas las cuales en su mayoría tienen la capacidad de producir enzimas lipolíticas y proteolíticas capaces de soportar temperaturas de pasteurización y que alteran los componentes de la leche causando bajas en el rendimiento y alteración de las características organolépticas



#### ***Papel de los componentes de la leche***

- **Agua.** Favorece el crecimiento microbiano, afecta la textura, el rendimiento e influye en la vida comercial
- **Grasa.** Influye en la textura, sabor, rendimiento y color
- **Lactosa.** Influye en el desuerado, textura, sabor y maduración
- **Caseína.** Influye en el rendimiento, sabor y el olor
- **Proteínas del Suero.** Contribuyen al valor nutritivo y la maduración. Pueden afectar la coagulación
- **Minerales.** Participan en la coagulación, influyen en el desuerado y la textura de la cuajada

**Recepción de materia prima.** El primer paso en la elaboración de quesos incluye la recepción de la materia prima y las actividades implícitas en esta. Hay que asegurar la calidad de todos los ingredientes, aditivos y la calidad de la leche a utilizar.

**Estandarización.** Se estandarizará la leche a un contenido de grasa, que depende del tipo de queso a elaborar: ello asegura un producto homogéneo. Algunas industrias consideran además la relación proteína-grasa, y estandarizan los contenido de proteínas o caseínas.

**Pasteurización.** Su fin es disminuir el número de bacterias presentes en la leche, destruir todas las bacterias patógenas e inhibir ciertas enzimas como las lipasas que hacen rancidez en los quesos. Algunos quesos maduros deben su sabor y aroma a la acción lipolítica de los enzimas, razón por lo cual se consiguen comercialmente preparaciones de lipasas para su uso en la elaboración de esos quesos cuando se ha pasteurizado la leche.

Algunas enzimas y esporas microbianas resisten la temperatura de pasteurización, lo cual señala la necesidad de trabajar con leches de buena calidad.

Una de las desventajas de la pasteurización es la disminución de los niveles de calcio soluble y si se emplean temperaturas superiores a los 80° C, la desnaturalización de proteínas del suero y formación de

complejos de la b-lactoalbumina y la k-caseína; todo lo cual se traduce en mayor dificultad de la leche para coagular y aumento del tiempo de coagulación. Estos efectos se evitan en parte mediante la utilización de cloruro de calcio.

**Maduración de la leche (Pre-maduración):** En la elaboración de algunos quesos donde se busca una cuajada mixta (coagulación ácida + enzimática) y se emplean cultivos iniciadores, la leche se deja madurar antes de la coagulación. Es decir, se deja en reposo a una temperatura controlada, la cual debe ser similar a la óptima para el crecimiento de los cultivos, por un tiempo determinado hasta alcanzar una acidez determinada según el tipo de queso que se vaya a elaborar. La acidez obtenida influirá en las características de la cuajada.

**Coagulación.** Es el proceso donde la leche comienza su transformación en queso. La coagulación puede ser por acidez, en la cual las caseínas coagulan por efecto del pH dependiente de la cantidad de ácido producido por bacterias lácticas o añadido directamente. La cuajada obtenida tiene las siguientes características: está parcialmente desmineralizada, porosa, friable y poco contráctil. Su deshidratación es difícil debido en parte a la gran hidratación de las pequeñas y dispersas partículas de caseínas y a la friabilidad de la cuajada.



Si la coagulación es enzimática la cuajada obtenida es mineralizada, compacta, flexible, contráctil, elástica e impermeable. El cuajo tiene la propiedad de romper la molécula de kappa caseína a nivel del enlace entre los aminoácidos 105-106 (fenilalanina-metionina), lo cual inestabiliza las micelas y provoca la coagulación de la leche dándose la formación de la cuajada, que al final del proceso dará origen al queso. Como resultado de la acción enzimática sobre la caseína kappa, se forma un glicomacropéptido (aminoácidos 105-169) soluble en el suero y una parakappa caseína que forma parte de la cuajada.

La coagulación en sí se da por la acción del calcio sobre las micelas de caseínas desestabilizadas. Posteriormente se da la sinéresis de la cuajada, la cual sucede por un reforzamiento de los enlaces que unen las micelas y por la formación de nuevos enlaces, lo cual produce una contracción que libera suero.

La coagulación ácida se afecta por la temperatura, la cual se relaciona a los microorganismos utilizados como cultivos iniciadores; la can-

tividad de microorganismos y el tamaño del inóculo utilizado. Cuando se trabaja con cultivos madres se emplean un inóculo del 1 al 2% con una población microbiana de 106-107 UFC/g. El tipo de microorganismo afecta también la coagulación ya que el poder acidificante de los microorganismos influye en el tiempo de coagulación y en la cantidad de inóculo a utilizar.

### **Enzimas Coagulantes**

En los quesos elaborados mediante coagulación enzimática o mixta, las enzimas coagulantes constituyen un elemento esencial. Tradicionalmente se utiliza la quimosina o renina, extraída del cuarto estómago (cuajar) de los becerros lactantes. Debido al aumento en la demanda de cuajos se han desarrollado técnicas para la utilización de enzimas provenientes de microorganismos y vegetales (Tabla 16).

Tabla 16. Principales enzimas coagulantes de uso

Grupo	Fuente	Ejemplo de nombres	Componente enzimático activo
Animal	Estómago Bovino	Cuajo Bovino, cuajo de ternero, cuajo en pasta	Quimosina A y B, Pepsina (A) y Gastricina ídem más Lipasa
	Estómago Ovino	Cuajo de cordero, oveja	Quimosina y Pepsina
	Estómago Caprino	Cuajo de cabrito, cabra	Quimosina y Pepsina
	Estómago Porcino	Coagulante porcino	Pepsina A y B, Gastricina
Microbiano	Rhizomucor miehei	Hannilase	Proteasa aspártica de R. miehei
	Rhizomucor pusillus	Coag. Pusillus	Proteasa aspártica de R. pusillus
	Cryphonectria parasitica	Coagulante de parasitica	Proteasa aspártica de C. parasitica
FPC (Quimosina producida por fermentación)	Aspergillus niger	Chymax	Quimosina B
	Kluyveromyces lactis	-	Quimosina B
Vegetal	Cynara cardunculus	Cardoon	Cyprosina 1,2,y3 y/o Cardosina A y B

Tomado del Foro Electrónico sobre Enzimas Coagulantes. FEPALE, 2003

Los cuajos microbianos se elaboran principalmente a partir de cultivos de mohos de la especie *Rhizomucor*. Actualmente se elabora quimosina producida por fermentación con microorganismos modificados genéticamente, con lo cual se obtiene un enzima bastante similar

a la quimosina de origen animal; el extracto comercial contiene quimosina 100% a diferencia del producido por maceración del estomago el cual puede contener 90-95% de quimosina y 10-15% de pepsina. Los cuajos microbianos también tienen una acción más pronunciada que la quimosina a excepción de la quimosina obtenida por fermentación la cual se comporta igual a la quimosina animal.

Los cuajos vegetales se obtienen de la piña (bromelina), lechosa (papaina) e higo (ficina). Estos enzimas tienen una capacidad proteolítica menos específica por lo cual pueden causar sabores amargos en los quesos si no se utilizan correctamente. Su uso a nivel comercial es limitado, generalmente se utilizan en la elaboración artesanal de determinados tipos de quesos.

Titulo o fuerza del cuajo: antes de utilizar cualquier enzima coagulante se debe conocer su fuerza lo cual permite utilizar las dosis necesarias sin caer en los errores que conlleva emplear dosis bajas o muy altas a las necesarias. El titulo o fuerza de cuajo se define como la cantidad de leche en mililitros, que cuaja a 35 °C en 40 minutos, cuando se adiciona un gramo o mililitro de cuajo. Se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$F = \frac{V \times 2400}{C \times t}$$

donde: F: Fuerza del Cuajo  
V: Cantidad de leche  
C: Cantidad de cuajo  
t: Tiempo

Cuando se conoce la fuerza, se calcula la cantidad a utilizar por medio de la siguiente fórmula.

$$C = \frac{L \times 35 \times 40}{F \times T \times M}$$

donde: F: Fuerza del Cuajo  
L: cantidad de leche  
C: cantidad de cuajo  
T: Temperatura en °C  
M: duración en minutos



**Cultivos Iniciadores:** en la industria quesera se utilizan diferentes tipos de microorganismos solos o mezclados, según las características deseadas en los quesos. Su uso tiene especial aplicación en los quesos madurados pero también se aplican en algunos quesos frescos (Tabla 17).

Tabla 17. Cultivos iniciadores utilizados en la elaboración de quesos

Queso	Tipo	Cultivo
Cottage	Blando, Fresco	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lc. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
Camembert	Blando, Madurado	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lc. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Penicilium camemberti</i>
Gouda	Semiduro	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lc. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
Cheddar	Duro	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>
Enmental	Duro con ojos	<i>Lb. delbruckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>S. salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Lb. Helveicus</i> , <i>Propionibacterium shermanii</i>
Parmesano	Extraduro	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lb. delbruckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>S. salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>
Roquefort	Semiduro	<i>Penicilium roqueforti</i>

**Cloruro de Calcio:** el cloruro de calcio se utiliza para corregir los problemas de coagulación que se presentan en la leche almacenada por largo tiempo en refrigeración y en la leche pasteurizada. Disminuye las pérdidas de rendimiento y permite obtener una cuajada y acorta el tiempo de coagulación. La dosis máxima a utilizar es del 0,02% (1 g/5 litros de leche). Una dosis excesiva conduce a una cuajada dura y quebradiza y con sabor amargo.

**Nitratos:** los nitratos de sodio o potasio, se utilizan en la elaboración de quesos maduros y su uso está regulado a una dosis máxima del 0,005% (1 g/20 litros de leche). Su función es la de impedir la hinchazón precoz de los quesos por bacterias coliformes y la hinchazón tardía por *Clostridium*. La hinchazón precoz ocurre en la primera semana de maduración y la tardía después de la segunda semana. Estos defectos se deben a la acumulación de gases provenientes de la fermentación producida por dichos microorganismos. Los nitratos al reducirse a nitrito permiten la formación de agua con el hidrógeno producido por los coliformes con lo cual se evita la acumulación de gas, mientras que los *Clostridium* se inhiben por ser sensibles a los nitritos: el gas producido también se convierte en agua con la reducción de los nitratos.

El uso de nitratos se debe evitar siempre que se pueda, ya que los nitritos forman nitrosaminas cancerígenas para el consumidor.

Ácidos orgánicos: en la elaboración de quesos por coagulación ácida se puede omitir el uso de cultivos por medio del empleo de ácidos orgánicos (acético, cítrico, láctico), aunque los resultados no serán los mismos ya que los quesos no tendrán las mismas características organolépticas. Es mucho más económico la utilización de cultivos. En el caso del requesón o queso ricota, se emplean los ácidos debido a las altas temperaturas que se necesitan durante la elaboración de estos quesos.

Sal (cloruro de sodio): la sal se adiciona con el objetivo principal de darle sabor al queso, aunque además sirve para alargar la vida útil al frenar el crecimiento microbiano por una disminución de la actividad de agua. El porcentaje ideal depende del tipo de queso y del gusto del consumidor, generalmente entre el 2 y el 3%.

Colorantes: en la elaboración de quesos amarillos se utiliza el achiote (*Bixa orellana*) y el  $\alpha$ -caroteno para dar el color amarillo al queso. El siguiente cuadro muestra algunos de los colorantes permitidos (Tabla 18).

Tabla 18. Colorantes permitidos por el Codex alimentario

Curcuminas (para la corteza de queso comestible)	Limitada por las BPF
Riboflavinas	Limitada por las BPF
Carmines (para quesos de color rojo jaspeado solamente)	Limitada por las BPF
Clorofila (para quesos de color verde jaspeado solamente)	Limitada por las BPF
Clorofilas de cobre	15 mg/kg
$\beta$ -Caroteno (sintéticos)	25 mg/kg
Carotenos (extractos naturales)	600 mg/kg
Extractos de bija	
- de color normal	10 mg/kg (referido a bixina/norbixina)
- de color naranja	25 mg/kg (referido a bixina/norbixina)
- de color naranja intenso	50 mg/kg (referido a bixina/norbixina)
Oleoresinas de pimentón	Limitada por las BPF
? -apo-carotenal	35 mg/kg
Rojo de remolacha	Limitada por las BPF
Dióxido de titanio	Limitada por las BPF

Fuente: Norma General del Codex para el Queso (CODEX STAN A-6-1978, Rev. 1-1999, Enmendado en 2001).

### ***Factores que afectan la coagulación enzimática***

Dosis de cuajo: la velocidad de la coagulación, generalmente, es proporcional a la dosis de cuajo. Las dosis altas acelera el tiempo de coagulación, pero puede traer consecuencias en las características de la cuajada (dura y quebradiza) y en la aparición de sabores amargos, por proteólisis excesiva.



**Temperatura de la leche:** La acción del enzima es máxima a temperaturas de 40-42°C, se hace lenta por encima de los 50°C y se detiene a los 65°C como consecuencia de su desnaturalización. Por debajo de los 20°C se hace lenta pero ocurre aún a 0°C. Lo anterior no se cumple para la segunda fase de la coagulación, ya que por debajo de los 10°C no ocurre. La temperatura también afecta las características de la cuajada obtenida, así si se coagula a 21-25° C se obtiene una cuajada blanda, a 30° C cuajada firme y a 32-34° C una cuajada consistente y elástica.

**pH de la leche:** el enzima se inactiva a pH superior de 7. Su pH óptimo es de aproximadamente 4,8-5,0.

**Contenido de materias nitrogenadas solubles de la leche:** un aumento en la cantidad de proteínas del suero se acompaña de una disminución de caseínas, se aumenta la estabilidad de las micelas y se prolonga el tiempo de coagulación.

#### *Corte de la cuajada*

Con el objetivo principal de permitir un mayor desuerado la cuajada se corta en trozos (granos) de diferentes tamaños según se quiera elaborar un queso duro, semiduro o blando. Se consigue un aumento significativo en la superficie libre por donde pueda exudar suero.

El corte difiere según el tipo de queso, si se desea un queso blando los granos deben tener 1,5 a 2,0 cm, en semiduros 1,0 cm y para duros 0,5 cm. Estas son medidas aproximadas de manera que la experiencia es la que mejor indica el tamaño ideal según la consistencia que deseamos en el producto final.

#### *Cocción y agitación de la cuajada*

Los granos se agitan después del corte para evitar que se aglomeren y unan. La agitación debe ser suave en principio evitando que se pierdan proteínas y grasas a través de las superficies recién formadas, aumentando su intensidad gradualmente según se desee mayor o menor pérdida de humedad. Es recomendable un reposo de 5 minutos como mínimo después del corte y antes del comienzo de la agitación, ello permite que las superficies recién formadas se afirmen y eviten pérdidas en el rendimiento. El tiempo de agitación depende también del tipo de queso que se quiera elaborar.

La cocción consiste en someter los granos de cuajada a temperaturas altas, lo cual aumenta la contracción y por lo tanto facilita la salida de suero. El aumento de la temperatura debe ser gradual ya que si se

hace muy rápido se forma en la superficie una corteza que evita la pérdida de humedad desde el centro del grano. Algunas de las temperaturas que se utilizan en la cocción de la cuajada son 36°C para quesos blandos, 40°C para quesos semiduros, 45°C para quesos duros y 55°C para quesos extraduros. El método de hacerlo varía, y puede ser por:

**Adición de agua caliente.** Se logra un lavado de los granos que disminuye la acidez, elimina componentes solubles como la lactosa, y son menos las posibilidades de fermentación. Para aplicarlo se elimina parcialmente el suero de la tina y se sustituye con agua a la temperatura determinada.

**Inyección de vapor a la tina.** lo cual puede traer problemas ya que si no es bien controlado provoca un aumento rápido de la temperatura.

En tanques doble camisa (polivalentes): pasando por la doble camisa agua caliente o vapor, manteniendo la agitación se logra un aumento gradual y homogéneo de la cuajada.

### *Desuerado*

Es la eliminación del suero obtenido como consecuencia de la coagulación de la leche y los trabajos aplicados a la cuajada. Se puede hacer en diferentes etapas según el tipo de queso. El suero se puede utilizar para elaborar requesón o para la alimentación de animales.



**En suero.** Se elimina parte del suero y se coloca la sal directamente sobre los granos de cuajada, en la tina de coagulación. Se agita por unos minutos, se desuera, moldea y prensa. Generalmente se hace para quesos frescos.

**En la masa del queso.** Se desuera y se coloca la sal a granel sobre los granos de cuajada, se amasan para permitir la distribución de la sal. En algunos casos el queso adquiere una textura granular y desmenuzable.

**En la superficie del queso.** Se realizan uno o varios frotados con sal sobre la superficie de queso después del moldeado y prensado. La sal va migrando desde la superficie hacia el interior por osmosis. Se favorece el salado en quesos de menor tamaño, porque la sal llega más rápidamente al centro.

**En salmuera.** Es el más usado. El queso moldeado se sumerge en una solución saturada de sal (18 a 20%) preparada con agua pasteurizada y mantenida a temperaturas de 8 a 10°C. El tiempo depende del tamaño y contenido de sal deseado. Los quesos toman sal a la vez que pierden humedad, por lo cual la salmuera pierde fuerza, y se debe estandarizar añadiendo más sal. Cada cierto tiempo se debe filtrar y pasteurizar para asegurar su calidad microbiológica. Se controlará el pH, el cual varía por la liberación de ácido láctico.

### *Moldeado*

El moldeado se realiza con el fin de darle al queso la forma deseada. Se deben emplear una tela entre la cuajada y el molde para impedir que se pegue a las paredes y se tapen los agujeros por donde saldrá suero durante el prensado. Se utilizan moldes de acero inoxidable, madera o plástico, los primeros son deseables pero más costosos que los últimos de difícil higienización. El número de agujeros varía según el tipo de queso.



### *Prensado*

El prensado permite la eliminación de suero y darle al queso la consistencia final deseada. No todos los quesos son prensados mecánicamente, algunos tipos de quesos son colocados en una mesa para que su propio peso actúe como prensa (prensado por gravedad)

### *Maduración*

La maduración es un periodo que puede durar pocos días, varios meses, un año o mas, en el cual los quesos permanecen almacenados bajo ciertas condiciones de temperatura y humedad, para permitir el desarrollo de productos provenientes del metabolismo de la grasa, proteínas y azúcares por la acción de las enzimas microbianas, naturales o añadidas y que le confieren al el sabor y aroma característico al queso.

La maduración puede superficial o en el interior de los quesos. En la superficial la flora microbiana se desarrolla en la superficie y los enzimas migran al interior provocando los cambios bioquímicos deseados. Es favorecida en quesos de poco espesor y en loa blandos. La maduración en el interior se da principalmente por flora anaeróbica: en los quesos azules (Roquefort, Danablu) el *Penicillium* crece desde el interior, por lo cual, estos quesos se perforan con agujas especiales para pueda penetrar oxígeno al interior y permita el crecimiento del moho.

Algunas plantas queseras dividen el periodo de maduración en dos o más fases, otras mantienen las condiciones uniformes durante todo el proceso de maduración (Tabla 19).

Tabla 19. Condiciones de maduración para diversos tipos de quesos

Queso	Primera Fase			Segunda Fase		
	Temperatura (°C)	Tiempo (Días)	Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)	Tiempo (Días)	Humedad Relativa (%)
Edam	12-14	20-30	-	10-15	1-3	-
Gouda	14-15	30-45	-	10-12	6-12	-
Cheddar	12-16	30-44	65-70	5-10	4-12	-
Roquefort	8-10	18-25	-	5-10	Cuevas	95
Brie	10-14	28-30	80-85	8-10	4-5	-
Camembert	10-12	10-12	-	4	Hasta la Venta	-
Emmental	10-15	10-14	90	20-24	0.5-1.5	80-85
Manchego	12-14	10-14	85-90	5-12	1-6	70-85

Fuente: Curso de Industrias Lácteas, A. Madrid, 1996.

**Agentes que intervienen en la maduración:** La degradación de los componentes orgánicos se produce por la acción conjunta de los enzimas y la flora microbiana. Los enzimas naturales de la leche, lipasas y proteasas tienen una participación reducida en la maduración, su acción es lenta ya que las condiciones como pH ácido y temperatura baja no le favorecen: actúan mejor a pH de la leche y temperaturas cerca de los 30°C. Son poco termoresistente y por lo tanto inactivadas durante la pasteurización de la leche. Sin embargo se demuestra su participación al demostrarse que el grado de maduración en quesos elaborados con leche cruda es mayor que en los elaborados con leche pasteurizada.

El cuajo añadido a la leche para la coagulación continua su acción proteolítica aún en la maduración. Debe recordarse que es una endopeptidasa que corta las cadenas proteicas en el centro y no en los extremos liberando péptidos no aminoácidos, por lo que un exceso produce sabor amargo por el gran número de estos componentes. Los péptidos son degradados luego por las enzimas microbianas a aminoácidos.

La flora microbiana desempeña el papel más importante debido a las enzimas que ellos secretan durante este proceso. Secretan dos tipos de enzimas las extracelulares que se difunden al medio ejerciendo su actividad hidrolítica y actúa mas fácilmente en los quesos blandos ya que por su contenido de humedad permiten una mayor difusión y las intracelulares que se liberan después de muerta la célula microbiana por lo que son más importantes en quesos de maduración prolongada.

### **Factores que afectan la maduración**

**Contenido de humedad.** El agua libre determina la velocidad de las reacciones y favorece el crecimiento microbiano.

**pH:** Controla el tipo de fermentación y la velocidad de las reacciones enzimáticas. A pH bajo no hay proteolisis, por lo cual la neutralización por amoníaco y lactatos permiten la maduración en aquellos casos en que se desea un grado de proteolisis.

**Temperatura.** Es recomendable la maduración a temperaturas bajas para que los procesos sean lentos y se puedan controlar mejor. Se considera que los quesos blandos se maduran a menor temperatura y los duros a mayor temperatura: se recomienda 8 a 10°C para quesos blandos, 10 a 12 °C semiduros y de 13 a 20°C para los duros, ya que a menor humedad las reacciones son más lentas y para favorecerlas se aumenta la temperatura.

**Contenido de sal.** Determina la actividad de agua lo cual afecta el crecimiento microbiano, produciendo selección al crecer solo aquellos que resisten las concentraciones de ésta. Los microorganismos como micrococos, levaduras y *Penicillium* soportan altas concentraciones de sal.

El contenido de oxígeno del aire de la cámara de maduración es importante en quesos de maduración superficial. Los microorganismos aeróbicos utilizan el oxígeno y cuando disminuye éste se produce amoníaco y otros gases. Para mantener los niveles de oxígeno en la cámara se utiliza ventilación forzada.

### **Empacado**

El empacado de los quesos permite su conservación y los hace más fácil de manejar para su transporte y comercialización. El empacado ideal es el realizado al vacío porque conserva las características del queso por mayor tiempo. Algunos quesos se recubren con películas plásticas o parafina antes de empacarse incluso antes de entrar a las cámaras de maduración. Esas películas cumplen la función de proteger la corteza de la desecación y el crecimiento de mohos y bacterias, a la vez que mejora su presencia en el mercado.



**Rendimiento** En punto de gran importancia en la industria quesera. Se puede expresar de diferentes maneras pero la más común es relacionando los kilogramos de queso obtenido con los kilogramos o litros de leche empleada. Los factores que afectan el rendimiento son la composición de la leche, tipos de quesos: los blandos ofrecen mayor rendimiento que los semiduros y duros y las técnicas de fabricación. Se comprueba que un exacto control del tiempo de coagulación y los trabajos de la cuajada permite reducir las pérdidas de caseína y grasa en el suero en 0,1 y 0,3% respectivamente; con lo cual se mantiene un buen rendimiento.

### *Clasificación*

De acuerdo a sus características de maduración se clasifican en: madurado, madurado por mohos y los quesos fresco (Tabla 20).

Tabla 20. Contenido de Humedad sin materia grasa (%HSMG)

<b>Extraduro:</b>	< 50	Parmesano
<b>Duro:</b>	50-55	Emmental, Gouda,
<b>Semiduro:</b>	56-68	Edam, roquefort, Camembert
<b>Blando:</b>	> 68	Mozzarella, Cottage

### *Defectos y alteraciones*

Cada variedad de queso posee características típicas referentes a su olor, sabor, color, consistencia, textura, y aspecto general, que lo distinguen de otra variedad y que dependen de las condiciones de producción y de la exactitud adoptada en el método de trabajo.

La perfección de todas las características típicas de un queso corresponde a una calidad excelente de dicho queso.

Hay defectos que son inherentes y específicos de determinados tipos de quesos, mientras otros son comunes a un gran número de tipos. Ciertas características consideradas como defectos en algunos quesos son típicas de otras variedades.

Los defectos se pueden originar por fermentaciones anormales provocadas por agentes ya existentes en la leche, o que entran posteriormente por contaminación. Pueden aparecer también por la aplicación de técnicas defectuosas de producción, o causadas por manejo apropiado, como así también por inadecuadas condiciones ambientales durante la maduración.

Es muy difícil establecer una clasificación rígida de los efectos, por cuanto muchos de estos defectos idénticos tienen orígenes diversos. A continuación se presenta una clasificación de los defectos de los quesos:

### **Defectos por fermentaciones anormales**

Anomalías provocadas por microorganismos de acción indeseada que se encuentra en el interior o bien atacan los quesos de manera superficial durante las etapas de salado, afinado o conservación

#### *– Hinchazón*

Se caracteriza por una convexidad o curvatura más o menos pronunciada de las caras planas del queso, provocada por fermentaciones gaseosas con formación de ojos. El queso cuando se golpea emite un sonido hueco. Puede aparecer en los primeros días (precoz) o después de 12 a 14 días hasta 2 meses (dependiendo también de las condiciones de almacenamiento).

Este defecto es debido a la fermentación de la lactosa por levaduras o por coliformes, con abundante formación de gas, cosa que ocurre como máximo en los tres primeros días. Estas fermentaciones, cuando son muy severas se pueden notar durante el trabajo en la tina y en este caso el grano de la cuajada se vuelve esponjoso con burbujas de gas y flota en la superficie del suero; también se puede verificar en la prensa o en la cámara antes de entrar a salmuera.

En la hinchazón por *Sacharomices* se degrada la lactosa, el queso presenta numerosas aberturas de tamaño irregular y olor característico a alcohol avinagrado o a manzanas fermentada o a masa de pan crudo. El defecto se controla mediante una higiene rigurosa, fermentos lácticos puros y viables y una correcta pasteurización de la leche. En el caso de coliformes, la masa del queso se vuelve esponjosa y con gusto a picante, amargo, con olor a “vaca”, la masa presenta numerosas aberturas de pequeño diámetro conocidas como “mil ojos”. Este defecto se evita mediante una buena pasteurización. Se debe extremar los cuidados higiénicos en la fabricación y fundamentalmente manejar de manera adecuada la acidificación, a través del fermento y la temperatura para inhibir su accionar.

#### *– Hinchazón tardía*

Aparece entre los 10 y 15 días y los 2 meses de elaboración. La velocidad de desarrollo del defecto depende de la temperatura de conservación, la humedad, la acidez del queso y la carga microbiana contaminante responsable del problema (más de 200 UFC/l son suficientes para dar lugar al defecto). El aumento del volumen del queso es más

marcado que en la hinchazón precoz producida por coliformes, se evidencia la presencia de numerosos ojos y de gran tamaño. En algunos quesos hay cavidades de hasta 10 cm. o más de diámetro que determinan algunas grietas en la superficie.

Los gases responsables de este defecto se forman por acción de bacterias esporuladas anaeróbicas. El desdoblamiento del ácido láctico produce ácido butírico, CO<sub>2</sub>, hidrógeno, ácido acético y vestigios de alcohol etílico. A este tipo de fermentación se le llama fermentación butírica y el queso se caracteriza por un olor fuerte y desagradable y sabor picante. Las bacterias más comunes que producen esta anomalía son del género *Clostridium*. Resulta importante destacar que las mismas no se eliminan con la pasteurización.

La adición de sal de nitrógeno en dosis correctamente calculadas en la elaboración puede llegar a frenar en algo su desarrollo, o de fermentos como el de *St. Lactis*, productor de niacina, sustancia con actividad antimicrobiana que sensibiliza las esporas de los microorganismos contaminantes al calor y elimina las células vegetativas. Otra forma de contrarrestar el problema es el uso de lisosima (destruyen los microbios causantes de la alteración), en especial, en la fabricación de quesos duros. La mejor forma de evitar el problema es tomar las medidas preventivas necesarias para que los esporulados no lleguen a la leche, generalmente observando una buena higiene en la finca o vaquería.

#### – Putrefacción blanca

Se caracteriza por la aparición de zonas limitadas de putrefacción de color blanco, olor nauseabundo y de consistencia muy blanda. El agente causante es el *Clostridium sporogenes* que tiene una temperatura óptima de desarrollo de 37 °C y un pH de 7,2. Este microorganismo no se desarrolla en quesos ácidos (pH por debajo de 5,5). Este defecto se puede provocar por el lavado exagerado del grano o por la humedad excesiva del queso.

#### – Putrefacción ceniza

Aparece en general después de los 3 a 5 meses de elaboración del queso. Este aparece con una rajadura y la pasta presenta un aspecto de color ceniza azulado, algunas veces con puntos de color café oscuro. El gusto al principio es nauseabundo, fecal, pero después de 2 meses recuerda al del ajo. Este defecto es provocado por el *Bacillus proteolyticum*, la temperatura óptima de desarrollo de este microorganismo es de 30 °C y el pH de 7.0. El microorganismo se destruye mediante la aplicación de una



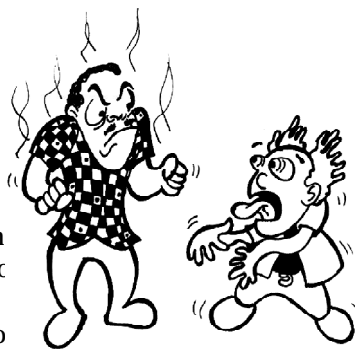
adecuada pasteurización. El defecto se evita por medio de una rigurosa higiene en la planta, buen método tecnológico y por supuesto con un buen manejo durante la maduración y/o conservación en la cámara.

– *Defectos de la corteza provocados por microorganismos*

La formación de pigmentación o decoloración en la cáscara del queso provocada por microorganismos, se debe generalmente a la falta de cuidados en las cámaras de maduración y a su contaminación. Se producen por hongos que infectan la superficie del queso y no por microorganismos presentes en la leche, en general aparecen en rajaduras de la corteza o en ojos de sondeo o muestreo. El *Penicillium casei* (hongo) produce puntos de color café en la corteza, por otra parte las manchas de color negro pueden ser producidas por otro hongo, *Monilia nigra*, ejemplos clásicos de alteraciones de esta naturaleza. Hay levaduras que se desarrollan en la superficie y que penetran poco a poco formando verdaderas cavernas por donde pueden penetrar ácaros. Por acción combinada de levaduras y bacterias aparecen defectos o alteraciones en la corteza del queso. Los defectos en la corteza se pueden contrarrestar con técnicas de fabricación adecuadas (acidificación y salado), el uso de antimicrobianos como el sorbato de potasio o la natamicina, el raspado en seco y adición de sustancias protectoras. Como medidas preventivas importantes están la de mantener controladas la higiene, la temperatura y la humedad de las cámaras según corresponda a cada tipo de queso.

1. Defectos al paladar.

- Paladar ácido. Provocado entre otras causas por el uso de cantidades excesivas de fermentos o fermentos demasiado acidificantes, coagulación defectuosa, humedad excesiva, porcentaje de sal muy bajo, el no enfriar los quesos en el momento apropiado y la leche de mala calidad
- Sabor amargo. Se presenta por exceso de cuajo o coagulantes de características desconocidas (enzimas inadecuadas), por contaminación bacteriana o fúngica de la cuajada, exceso de cloruro de calcio, utilización de leche conservada por mucho tiempo a bajas temperatura o de calidad dudosa y sobremaduración del queso
- Sabor y paladar a sucio. Se debe a malos fermentos, contaminación con bacterias coliformes, tecnología inadecuada y prolongada contaminación con hongos en la corteza



### 3. Defectos de cuerpo y textura

Estos efectos son variados y cada tipo de queso presenta problemas diferentes, los más comunes son:

- Cuerpo duro. Causado por excesos de sal, poca humedad, poca grasa.
- Cuerpo quebradizo o harinoso Debido a excesos de acidez y humedad o falta de sal.
- Textura abierta. Provocada por la falta de acidez, enfriamiento de la cuajada antes de ir al molde, los quesos hechos de recortes, incorrecto pre-prensado y la falta o deficiencia de prensado.
- Manchas blancas húmedas. Se debe en gran medida a un corte de la cuajada no uniforme, fermentos lácticos adicionados sin cuidado y con gránulos o grumos mal disueltos, que en queso aparecen con coloración y textura diferentes.

### 4. Defectos de apariencia

- Grietas producidas por enfriamientos inoportunos que impiden una buena soldadura de los granos de la cuajada, moldeo defectuoso, golpes después del salado cuando el queso tiene poca elasticidad y cohesión, golpes durante la manipulación y el transporte, quesos hechos de recortes y quesos sometidos a corrientes de aire frío.
- Abolladuras superficiales. Deformaciones producidas por el mal trato o descuidos en el salado y/o la manipulación de los quesos.



### 5. Defectos de color.

Las decoloraciones de la masa la ocasionan los hongos, mala distribución de la sal, mezcla de cuajadas diferentes y contaminación por ciertas bacterias. Aparecen como puntos de color café, manchas naranjas y/o rojas. El excesivo uso de nitratos puede provocar la aparición de manchas naranjas rojizas.

### 6. Defectos causados por parásitos.

La aparición de un polvillo en la superficie de los quesos es indicativo de ácaros que penetran por todas partes y acaban por arruinar el mismo. La “polilla del queso” forma un polvillo de color blanco, amarillo o marrón que se deposita sobre el queso. La forma de combatirlos es mediante el uso de insecticidas específicos, también se puede lavar o raspar la superficie para eliminarlos y luego recubrir el queso con alguna película protectora (parafina o adhesivo plástico) nuevamente. En instalaciones de maduración descuidadas, pueden causar problemas los roedores