CAPITULO 2

2. PROCESO DE PRODUCCIÓN

2.1 Descripción del producto

Se define al producto como un queso no sometido a un proceso de maduración. Según la norma INEN 1528 (numeral 2.2) para queso fresco, es un queso que está listo para el consumo después de la fabricación y no será sometido a ningún cambio físico o químico adicional.

Se lo obtiene por separación del suero, después de la coagulación de la leche. Su estructura consiste en una fase discreta o discontinua de materia grasa dentro de una matriz continua de proteína altamente hidratada, tiene un pH alto, entre 6.2 y 6.5 ligeramente. Tiene alto contenido de humedad (50 % - 56 %), debido a estas características es un producto altamente perecedero. Es elaborado con leche entera, coagulada con enzimas, también se designa como queso blanco.

La planta procesa quesos en presentaciones de 500g, 600g y 2000g. Su tiempo de vida útil es de 15 días almacenado a una temperatura entre 5ºC y 8ºC.

2.2 Parámetros Físico - Químicos y Microbiológicos del producto

El queso fresco presenta las siguientes características propias de su tipo.

Parámetros Físicos:

Apariencia

- Corteza.- apenas perceptible, lisa
- Color.- Blanco marfil

Textura

- Pasta.- cerrada, ausencia de ojos u orificios, relativamente firme, algo elástica, húmeda.
- Sensación táctil.- Húmedo y algo elástico.

Conjunto olfato-gustativo

Olor.- A cuajada fresca

Sabor.- ácido entre suave y fuerte, algo proteolizado, algo salado, mantecoso al paladar.

Sensación táctil.- algo adherente, granuloso.

Forma.- Se elaboran quesos de forma:

- Rectangular

- Redonda

Peso.- Hay tres presentaciones de queso fresco:

0,5 Kg (queso redondo)

0,6 Kg (queso rectangular)

2 Kg (queso rectangular)

Parámetros Químicos:

Humedad 50% - 56%

PH 6,2

Contenido de Grasa 25% - 45%

Parámetros Biológicos:

Tipo de microorganismo	valor máximo
Colonias/g de *Escherichia coli*	100
Colonias/g de *Staphylococcus aureus*	0
Colonias/g de Mohos y Levaduras	0
Colonias/g de Salmonella	0

2.3 Proceso de elaboración de Queso Fresco

La leche destinada para la elaboración de queso, es sometida a un tratamiento térmico de pasteurización a una temperatura de 72ºC durante 15 segundos, con la finalidad de destruir los gérmenes patógenos básicamente.

Con la adición del cuajo se produce la coagulación o formación de gel lácteo, que luego será cortado en pequeñas porciones de 2cm x 2cm para provocar el desuerado y con ello la separación de suero, proteínas solubles, lactosa y sales minerales.

Posteriormente la cuajada pasa por un moldeo, prensado y salado. En la etapa de salado se adiciona sal al queso, por medio de salmuera de concentración 20°Baume. El salado facilita la eliminación de agua y previene la contaminación por hongos y bacterias. Luego es empacado y almacenado en la cámara de refrigeración para su posterior distribución.

El producto llega al consumidor en condiciones de refrigeración para evitar su deterioro.

2.3.1 Materia Prima

La materia prima para la elaboración de queso fresco en nuestro medio es la leche de vaca, la misma que es sometida al correspondiente control de calidad al igual que los demás insumos empleados como son: cuajo líquido y cloruro de sodio.

La leche que llega a la planta proviene de haciendas de varios sectores cercanos a la ciudad, donde se tiene un especial cuidado con la limpieza de ordeñadoras y de los recipientes en los que se transporta. Se toman muestras de

cada tanque de leche para realizar evaluaciones organolépticas y verificar que no presenten anomalías. También se realizan pruebas que determinen las características físicas, químicas y microbiológicas de cada muestra y se controla que se encuentren dentro de los parámetros establecidos en la tabla 1 de requisitos físico – químicos de la norma INEN 9 para leche cruda. A continuación se presentan las características analizadas y los rangos de los valores obtenidos en los análisis:

TABLA 2.1

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LA LECHE

Características	Límites
Densidad relativa a 15 ºC g/cm³	1,028 min. 1,031 máx.
Materia Grasa %	3,9 – 4,2
Sólidos no grasos %	8,2 – 8,6
Proteínas %	3,0 – 3,2
Acidez ºD	16 - 18
Ensayo de Reductasa	2 – 5 horas
Prueba de Alcohol	Sin grumos

Elaborado por: Annabel Moreano

La leche destinada a la fabricación de queso debe cumplir ciertos requisitos para lograr un buen rendimiento en el producto. Luego de evaluar cada una de la muestras se seleccionan las que cumplan con los parámetros señalados

en la tabla anterior. No debe contener antibióticos o neutralizantes, que son comúnmente empleados para enmascarar la falta de calidad de la leche y que afectan el desarrollo de las bacterias lácticas.

Cada uno de los componentes de la leche: agua, grasa, proteínas, lactosa, sales y vitaminas son importantes para la elaboración de quesos, de la siguiente forma:

- El contenido de agua libre en quesos afecta los procesos enzimáticos y microbiológicos que se llevan a afecto. El agua favorece el crecimiento microbiano, afecta la textura e influye en el tiempo de vida útil del queso.
- La grasa de la leche influye en el rendimiento del queso, en su aroma, consistencia y sabor. La leche debe contener no menos de 3% de grasa y 8.2% de sólidos no grasos.
- Entre las proteínas la leche tiene: la caseína, las albúminas y las globulinas, siendo la más importante la primera. La caseína bajo la acción de las enzimas proteolíticas se transforma en paracaseína con la posterior formación de gel. La caseína influye en el rendimiento, textura, olor y sabor del queso.

- La lactosa, el disacárido presente en la leche, sufre fermentaciones: láctica, propiónica, alcohólica y butírica produciendo ácidos láctico, propiónico, butírico, alcohol y anhídrido carbónico que entre otros compuestos, son responsables del sabor y olor del queso.
- En cuanto a las vitaminas, la mayoría participa como coenzimas en las reacciones enzimáticas, además de contribuir en el valor nutricional del queso.
- Las sales que se encuentran en mayor proporción en la leche son los citratos, fosfatos y lactatos que influyen en la formación de la cuajada, en el desuerado y en la textura. La concentración de Ca y PO4 en la leche es de cerca de 117 y 203 mg/100g; cerca del 68 y 46%, respectivamente, están en forma insoluble a ph 6.6.

La acidez y densidad de la leche también son factores de importancia en quesos. La leche fresca posee una acidez de 16ºD a 18ºD, un valor menor puede ser producto de adición de agua o por presencia de un neutralizante, mientras que un valor mayor se debería a una contaminación microbiana. La densidad de la leche fluctúa entre 1,028 a 1,031 g/cc a una

temperatura de 15ºC, valores menores a los establecidos determinan adición de agua y valores mayores un descremado de la leche.

Insumos

El cuajo es una sustancia presente en el estómago de los mamíferos rumiantes, contiene principalmente la enzima quimosina, su función es hidrolizar la caseína y permitir su coagulación.

El cuajo y los demás insumos empleados en la elaboración de queso fresco, cuentan con sus respectivos certificados de calidad, que son exigidos a los proveedores. Todos los aditivos y auxiliares del proceso de producción se almacenan en la bodega de materia prima con temperatura y humedad adecuadas para su conservación. En la bodega de almacenamiento de materiales se guardan los empaques para el producto terminado.

2.3.2 Etapas del Proceso

El proceso de elaboración de queso fresco consta de varias etapas, que serán descritas a continuación:

Recepción de Leche

La leche que llega a la planta es sometida a análisis físico-químicos, para comprobar que cumple con los parámetros

establecidos. Luego la leche es filtrada, pesada y enfriada a 4ºC por medio de un intercambiador de calor de placas.

Pasteurización

La pasteurización es un tratamiento diseñado para eliminar todos los microorganismos patógenos, que bajo ciertas circunstancias pueden proliferar rápidamente en la leche y el queso, causando enfermedades o inclusive en casos extremos la muerte, esto último es más probable cuando se trata de niños, ancianos o personas que tengan debilitado su sistema inmunológico.

La leche antes de ser tratada térmicamente pasa por un filtro para eliminar impurezas y sale a una temperatura aproximada de 40ºC, después ingresa a la centrífuga y sale de la misma para pasar al desodorizador. Luego la leche pasa por el homogenizador y finalmente entra al intercambiador de placas para ser calentada a una temperatura de 72ºC por medio de agua caliente que circula por las placas del área de calentamiento. Después de alcanzar la temperatura de pasteurización la leche pasa a la zona de retención constituida por un intercambiador de tubos y permanece durante 15 segundos. La leche sale de la zona de retención y pasa por una válvula de desviación automática que controla

que ésta salga a la temperatura establecida o de lo contrario es enviada al tanque de alimentación para ser reprocesada posteriormente. La leche pasteurizada pasa a la zona de regeneración o precalentamiento, donde es enfriada por la leche cruda que está ingresando al proceso continuo de pasteurización.

Enfriamiento

La leche pasteurizada enfriada sale a una temperatura aproximada de 30℃ y pasa a la sección de quesos.

Para la fase de coagulación se requiere que la leche tenga una temperatura de 35℃ a 36℃, debido a esto la leche es calentada hasta alcanzar dicho valor. Tanto en el diagrama de flujo como en la narración del proceso que se verán en el capítulo posterior, se fija un rango de temperatura de enfriamiento entre 35℃ y 36℃ para evitar complicaciones al mencionar el calentamiento, enfriamiento y nuevamente calentamiento de la leche antes de añadir el cuajo y de comenzar en sí el proceso de producción de queso fresco.

Coagulación

La coagulación de la caseína es un proceso fundamental en la elaboración de queso y tiene lugar luego de la adición de cuajo. El cuajo se extrae del estómago de terneros jóvenes y se comercializa en forma de solución con una concentración desde 1:10.000 hasta 1:15.000, lo que significa que una parte de cuajo puede coagular de 10.000 a 15.000 partes de leche en 30 minutos a 36ºC. Se utiliza también cuajo bovino, normalmente en combinación con cuajo de ternera (50:50, 30:70, etc.). El cuajo en polvo normalmente es 10 veces más fuerte que el cuajo líquido.

El principio activo del cuajo es una enzima llamada quimosina o renina, que actúa directamente en un punto delimitado de la caseína con calcio y destruye el efecto de coloide protector de la micela de caseína, desarrollándose el coágulo que atrapa a la mayoría de los componentes sólidos de la leche.

Parte de la lactosa se transforma en ácido láctico, provocando acidificación que ayuda a que el coágulo se vaya contrayendo y expulsando suero.

En la coagulación se distinguen 2 fases:

- primaria o enzimática
- secundaria o de agregación

En la fase enzimática se produce una reacción entre el cuajo y el complejo K caseínas, que se encuentra principalmente en la superficie de las micelas de caseína. La molécula de K-caseína tiene 169 aminoácidos con un punto débil situado entre el enlace fenilalanina 105 y metionina 106, que es atacado por la enzima del cuajo, produciéndose un corte proteolítico que genera dos péptidos con propiedades muy distintas:

- El glicomacropéptido formado por la cadena entre los residuos de aminoácidos 106 a 169, es hidrofílico, soluble y representa un 4% de la caseína total, queda libre en solución formando parte del lactosuero y por lo tanto no contribuye al rendimiento.
- El otro fragmento, formado por la cadena entre los componentes 1 a 105, se denomina para-K-caseína, es hidrofóbico y queda unido a las otras caseínas en las micelas.

Esta reacción provoca una reducción severa en la carga eléctrica negativa de la superficie de las micelas, que permite el acercamiento entre sí de las mismas.

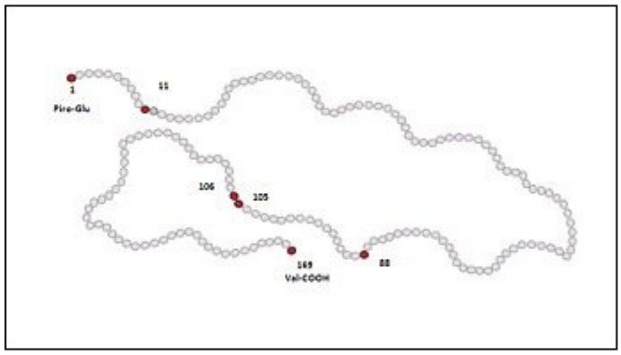

FIGURA 2.1. ESTRUCTURA PRIMARIA DE LA K-CASEÍNA BOVINA

Fuente: Mercier JC, Brignon G, Ribadeau-Dumas B. 1973, Structure primaire de la caséine-κ B bovine, European Journal of Biochemistry 35(2): 222-235.

En la segunda fase se produce la agregación de las micelas para formar un gel, los iones de calcio aceleran y benefician el proceso.

Luego de estas dos fases se produce la eliminación de agua, o concentración de sólidos, a partir del gel o cuajada formada. En este proceso de deshidratación, la caseína y la materia grasa de la leche se concentran.

Factores que influyen en la coagulación:

La efectividad del cuajo depende de varios factores como son:

- Temperatura

- Acidez
- Concentración de calcio y sodio

Temperatura.- Las temperaturas de coagulación pueden variar entre los 28℃ y los 41℃, aunque lo más usual es una temperatura de 36℃, para evitar un excesivo endurecimiento del coágulo.

Acidez.- Un ph bajo aumenta la actividad del cuajo.

Concentración de calcio y sodio.- La presencia de iones de calcio facilita la actuación del cuajo y la adición de cloruro cálcico aumenta la concentración de este tipo de iones en la leche. Los iones de sodio también influyen pero en menor proporción en la coagulación de la leche.

Reposo

La leche reposa durante un tiempo aproximado de 30 minutos a una temperatura de 36ºC, mientras se forma la cuajada.

Corte de cuajada

La cuajada se corta con una lira de corte, formando coágulos de diámetro pequeño. El tamaño del grano es proporcional al contenido de humedad deseado y al tipo de queso; se logra separar entre 50% y 90% del lactosuero. A partir del corte la

cuajada cambia su composición debido a la sinéresis o expulsión de lactosuero. La sinéresis se produce por la reestructuración de la red proteica continua que forman las micelas de paracaseína y depende de la firmeza del coágulo al momento del corte. Si el corte es tardío, la sinéresis puede ser algo menor.

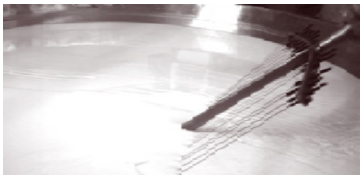

FIGURA 2.2. CORTE DE CUAJADA

Elaborado por: Annabel Moreano

Agitación de cuajada

Para facilitar la separación de la cuajada del lactosuero, la masa es removida suavemente con un agitador hasta obtener la consistencia granulosa, aproximadamente por 20 minutos. Luego se lavan los granos con la adición de agua con temperatura de 40ºC. El resultado final de la sinéresis se refleja en el contenido de humedad del queso una vez prensado.

Drenaje del suero

El suero es drenado con el objetivo de dejar la parte sólida que constituye el queso. El grado de retención de agua en las micelas de caseína depende en su mayor parte de la pérdida de fosfato de calcio, y ésta a su vez del pH en el momento que se retira el lactosuero de la cuajada. El suero es retirado de la marmita empleando baldes y colocado en grandes recipientes.

Moldeo

La cuajada se vierte en moldes rectangulares de acero inoxidable, o redondos de PVC y se los cubre con mallas rectangulares o redondas de polipropileno o paños de acuerdo a la forma que requiera la presentación del queso que se esté elaborando. El tiempo empleado en esta operación es de 30 a 40 minutos aproximadamente.

Prensado

En el prensado la cuajada es sometida a presión con el fin de facilitar la separación del suero. Los moldes son colocados sobre tablones de madera previamente cubiertos por plásticos y se forman pisos, intercalando filas de quesos y tablones.

Los quesos son sometidos a presión mecánica por un tiempo de 30 o 40 minutos, dependiendo de la consistencia de la cuajada.

El prensado tiene como objetivos:

- Ayudar en la expulsión final de suero
- Proporcionar textura
- Darle forma al queso
- Proporcionarle corteza a los quesos con largos periodos de maduración.

La tasa de prensado y la presión aplicada se adaptan a cada tipo particular de queso. El prensado debe ser gradual al principio, porque una presión inicial grande comprime la capa superficial y puede bloquear la salida de suero desde el interior del queso.

Salado

El salado se efectúa por inmersión de los quesos en salmuera de concentración 20ºBaume y que está a una temperatura de 10ºC, por un tiempo aproximado de 30 minutos. Esta operación tiene varios propósitos como son:

- Perder humedad
- Realzar el sabor del queso

- Retardar el crecimiento de microorganismos indeseables

La inmersión de queso en salmuera hace que pierda humedad mediante un proceso osmótico, en el que sale suero y entra sal al queso. También se produce un intercambio de calcio por sodio en el paracaseínato, que provoca que el queso tenga una consistencia más suave.

Durante la salazón de quesos, éstos van perdiendo volumen por la salida de suero. La sal penetra lentamente en el queso y durante el tiempo que permanece en la salmuera no logra alcanzar el núcleo central por ello el contenido de sal no es uniforme en todas las capas del queso.

FIGURA 2.3. INMERSION DE QUESOS EN SALMUERA

Elaborado por: Annabel Moreano

Envasado

Las presentaciones de 600g y 2000g de queso fresco son envasadas al vacío para su mejor conservación. Y la presentación de 500 g es envasada sin vacío empleando una selladora manual.

En la etiqueta consta la denominación del producto, cantidad neta de producto, fecha de caducidad, condiciones de conservación y lote de fabricación.

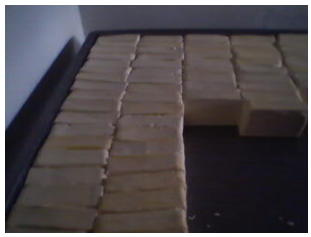

FIGURA 2.4. QUESOS RECTANGULARES LISTOS PARA ENVASADO

Elaborado por: Annabel Moreano

Almacenamiento y distribución

El queso es almacenado a una temperatura entre 5℃ y 8 ℃, durante su distribución se mantiene la cadena de frío para evitar el deterioro del producto.

FIGURA 2.5. ALMACENAMIENTO DE QUESOS EN CAMARA DE REFRIGERACION

Elaborado por: Annabel Moreano

FIGURA 2.6. JABAS CON QUESOS REDONDOS DE 500G. DESTINADOS A LA DISTRIBUCION

Elaborado por: Annabel Moreano

2.3.3 Diagrama de Flujo del Proceso

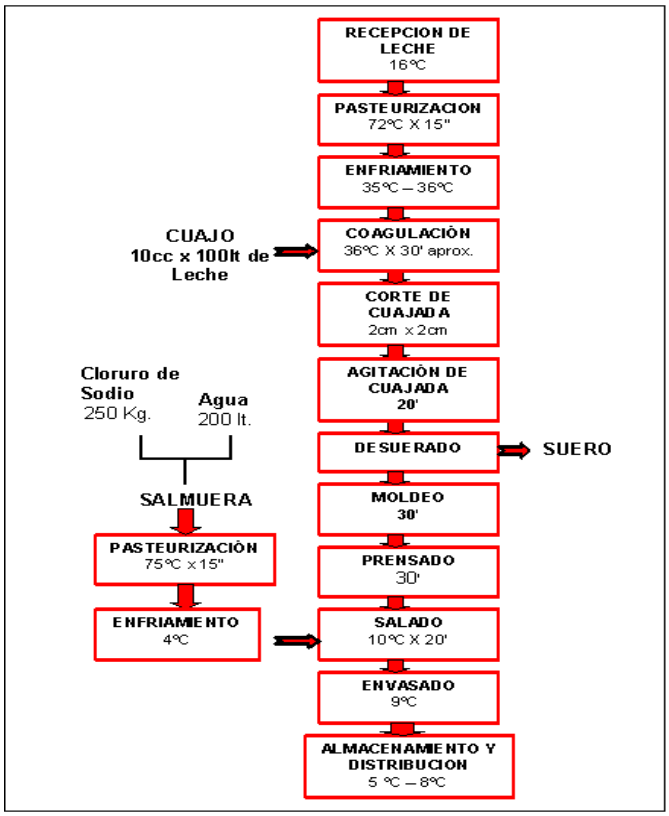

FIGURA 2.7. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACION DE QUESO FRESCO

Elaborado por: Annabel Moreano

2.3.4 Controles y Análisis en el Proceso

Durante cada etapa del proceso de elaboración de queso fresco se realizan controles de temperatura, análisis físicos, químicos y microbiológicos de la materia prima y del producto que se está elaborando. A continuación se describen los controles efectuados.

TABLA 2.2
CONTROLES Y ANÁLISIS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO

ETAPA	MATERIA	TIPO DE CONTROL	LIMITES DE CONTROL	RESPONSABLE
RECEPCION DE MATERIA PRIMA	LECHE	Temperatura	14°C - 16°C	Laboratorista
		Prueba de Alcohol	sin grumos	
		Análisis sensorial de olor, color y sabor	color blanco amarillento ligeramente más viscosa que el agua sabor suave, ligeramente dulce, y olor agradable	
		Contenido de agua	punto crioscópico 559 m°H a 562 m°H	
		Determinación de densidad	1,028kg/m^3 – 1,031 kg/m^3 a 15°C	
		Contenido de grasa	3,9% - 4,2%	
		Determinación de Acidez	Titulación: 16ml – 18ml consumidos de Na(OH) 0,01 N	
		Prueba de Azul de Metileno	Recuperación de color blanco entre 2 a 5 horas a 37°C	
PASTEURIZACION	LECHE	Control automático de temperatura y tiempo	72°C X 15 seg.	Operario
COAGULACION	LECHE	Formación de capa espesa	30 minutos a 30°C	Operario
CORTE DE CUAJADA	CUAJADA	Corte lento horizontal y vertical	10 minutos	Operario
PRENSADO	QUESO	Firmeza de queso	30 a 40 minutos	Operario
SALADO	SALMUERA	Concentración	20°Baume	Jefe de área de producción de quesos
ENVASADO	QUESO	Presencia de vacío	3 minutos por queso	Operario
ALMACENAMIENTO	QUESO	Temperatura	5°C - 8°C	Operario
ALMACENAMIENTO	QUESO	Temperatura	5°C - 8°C	Operario
DISTRIBUCION				Distribuidor

Elaborado por: Annabel Moreano