



Elaboración de productos con leche de cabra



El presente documento fue elaborado por el especialista en tecnologías de la leche Vicente Guzmán W., a solicitud de la Fundación para la Innovación Agraria.

Vicente Guzmán W. es docente de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, desde 1968, donde actualmente es profesor de la cátedra "Tecnología de la Leche".

Ha desempeñado dentro de esa misma Facultad diversos cargos en el Área de Producción del Departamento de Agroindustria y Tecnología de Alimentos; en el Comité de Agroindustria; y en el área de Desarrollo de la Estación Experimental Agronómica Las Cardas, ubicada en la IV Región del país. Actualmente es Coordinador de Práctica del Departamento de Agroindustria y Enología.

En materia de especialización, ha participado en el XVIII Curso Regional de Capacitación en Lechería desarrollado por la FAO en 1972, en el Primer Curso de Especialización en Tecnología del Queso y Mantequilla (Dinamarca, 1975), auspiciado por la FAO, y en el Curso de Especialización en Recombinación y Reconstitución de la Leche y su Utilización (París, 1980), organizado por Agencia para la Cooperación Técnica, Industrial y Económica, entre otros.

Es autor de numerosos artículos en su especialidad y ha dictado asimismo diversos cursos de capacitación a lo largo de todo el país. También ha desarrollado una amplia investigación científica y ha prestado asesorías en materias de tecnologías de la leche.

Elaboración de productos con leche de cabra

Fundación para la Innovación Agraria
Ministerio de Agricultura

Santiago de Chile
2000

ISBN 956-7874-12-3

Registro de Propiedad Intelectual
Fundación para la Innovación Agraria
Inscripción N° 119.561

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida,
siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Santiago, Chile
Noviembre de 2000

Fundación para la Innovación Agraria
Av. Santa María 2120, Providencia, Santiago
Fono (2) 431 30 00
Fax (2) 334 68 11

Centro de Documentación
Fidel Oteiza 1956, Of. 21, Providencia, Santiago
Fono/Fax (2) 431 30 30

E-mail fia@fia.gob.cl
Internet <http://www.fia.gob.cl>

Presentación

La producción de leche caprina a nivel mundial ha estado asociada históricamente a sectores marginales y ha destinado su producción en forma mayoritaria al autoconsumo. En Chile, la producción de lácteos de origen caprino se ha caracterizado por su marginalidad productiva, lo que le ha impedido consolidarse y constituirse en una actividad importante desde el punto de vista comercial.

En el país las existencias de caprinos alcanzan en la actualidad a 727.000 cabezas aproximadamente, de las cuales un porcentaje significativo se destina a la producción de leche, que se estima en aproximadamente 30.000.000 de litros al año. Esta leche se destina en forma mayoritaria a la elaboración de quesos. Además se obtienen de la cabra productos tales como cueros, carne tanto para consumo directo como para la elaboración de charqui, y algunos derivados de leche en cantidades menores.

A nivel mundial, la demanda por derivados lácteos caprinos ha tendido y tiende actualmente hacia la diversificación, que se manifiesta tanto en la elaboración de quesos no tradicionales, como en la elaboración con leche de cabra de productos que tradicionalmente se han obtenido de la leche de bovino. Productos como riccota, manjar o dulce de leche, yoghurt, queso fundido y otros, elaborados a partir de leche de cabra, han tenido niveles interesantes de aceptación en mercados como los europeos y algunos de Norteamérica.

En el país se han desarrollado algunas experiencias piloto de elaboración de este tipo de productos; sin embargo, la tecnología no necesariamente ha estado al alcance de todos los productores. En vista de estos antecedentes, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), del Ministerio de Agricultura, estimó oportuno entregar al

sector productivo conocimientos concretos sobre las metodologías adecuadas para la producción de queso fundido, ricotta, mantequilla, manjar y yoghurt obtenidos a partir de leche de cabra. Con este objetivo, FIA solicitó la elaboración del presente documento al académico Vicente Guzmán W., especialista en tecnología de la leche, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Parte importante de la información que aquí se presenta corresponde a tecnologías validadas en el marco del proyecto cofinanciado por FIA "Aprovechamiento alternativo de leche y carne caprina en la IV Región», ejecutado por Corpadeco y la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, en el cual el profesor Guzmán participó como investigador.

En forma complementaria, el texto incluye los fundamentos básicos y la metodología para la elaboración, desde el punto de vista productivo y sanitario, de quesos de cabra tanto frescos como maduros.

Al dar a conocer esta publicación, FIA espera que ella represente una herramienta de apoyo para productores, profesionales y técnicos vinculados a la ganadería de caprinos, y que contribuya a diversificar y elevar el nivel tecnológico de este rubro.

Así, esta publicación se enmarca en el esfuerzo de la Fundación para la Innovación Agraria por impulsar la transformación de la agricultura y de la economía rural del país, promoviendo el desarrollo competitivo de las distintas actividades agrícolas, mediante la incorporación de la innovación. El sentido de este esfuerzo es contribuir a mejorar las oportunidades de desarrollo y las condiciones de vida de las familias rurales del país, para las cuales la agricultura representa no sólo su actividad económica y su fuente de ingresos sino también, y principalmente, su forma de vida.

Índice

INTRODUCCIÓN	9
1. ELABORACIÓN DE QUESO DE CABRA FRESCO Y MADURO	11
Principios básicos de la tecnología del queso de cabra	11
1.1. Recepción de la leche	12
1.2. Pre – tratamiento de la leche de cabra	15
1.3. El cuajo	22
1.4. Desuerado	30
1.5. Moldeado	30
1.6. Prensado	31
1.7. Salazón	32
1.8. Maduración de los quesos	35
1.9. Principales equipos y utensilios para la elaboración de quesos de cabra	36
1.10. Línea de flujo para la elaboración de queso de cabra	36
2. ELABORACIÓN DE RICOTTA	43
2.1. Composición del suero	43
2.2. Aprovechamiento del suero	44
2.3. La ricotta o requesón	45
2.4. Rendimiento de la leche de cabra en suero	47
2.5. Rendimiento del suero en ricotta	47

2.6.	Proceso de elaboración de la ricotta	47
2.7.	Acondicionamiento de la ricotta	48
2.8.	Envasado y almacenamiento	48
2.9.	Equipos e infraestructura necesaria en la elaboración de ricotta	49
2.10.	Línea de flujo para la elaboración de ricotta	49
3.	ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO	53
3.1.	Definición del queso fundido	53
3.2.	Procedimiento general de elaboración del queso fundido	54
3.3.	Función de los ingredientes incorporados a la mezcla	55
3.4.	Preparación y acondicionamiento de los ingredientes	56
3.5.	Tecnología de trabajo	58
3.6.	Línea de flujo para la elaboración de queso fundido de cabra	59
4.	ELABORACIÓN DE MANJAR BLANCO	61
4.1.	Tipos de manjar	61
4.2.	Condiciones de la materia prima	62
4.3.	Condiciones de los aditivos	64
4.4.	Elaboración	64
4.5.	Condiciones de los envases	66
4.6.	Línea de flujo para la elaboración de manjar blanco de leche de cabra	68
5.	ELABORACIÓN DE YOGHURT	71
5.1.	Acondicionamiento de la leche para yoghurt	72
5.2.	Pasteurización de la leche para yoghurt	72
5.3.	Homogenización de la leche para yoghurt	72
5.4.	Inoculación de la leche para yoghurt	72
5.5.	Incubación de la leche inoculada	74
5.6.	Refrigeración	75
5.7.	Tipos de yoghurt	75
5.8.	Materiales recomendados	77

5.9.	Tecnología de trabajo	77
5.10.	Línea de flujo para la elaboración de yoghurt de leche de cabra	78
6.	OBTENCIÓN DE LA CREMA DE LECHE PARA ELABORACIÓN DE MANTEQUILLA	81
6.1.	Filtrado	82
6.2.	Estandarización o dilución de la crema	82
6.3.	Procedimiento a seguir	83
6.4.	Colorantes para mantequilla	85
6.5.	Neutralización de la crema	86
6.6.	Pasteurización de la crema	87
6.7.	Maduración de la crema	87
6.8.	Línea de flujo para el acondicionamiento de la crema de leche de cabra destinada a la elaboración de mantequilla	87
7.	ELABORACIÓN DE MANTEQUILLA	91
7.1.	El batido	91
7.2.	Lavado del grano de mantequilla	96
7.3.	El amasado	98
7.4.	Salado de la mantequilla	102
7.5.	Envasado de la mantequilla	104
7.6.	Lavado de equipos y materiales	106
7.7.	Transporte y conservación	106
7.8.	Equipos y utensilios utilizados en la elaboración de mantequilla	107
7.9.	Línea de flujo para la elaboración de mantequilla a partir de crema de leche de cabra	107
8.	BIBLIOGRAFÍA	109

Introducción

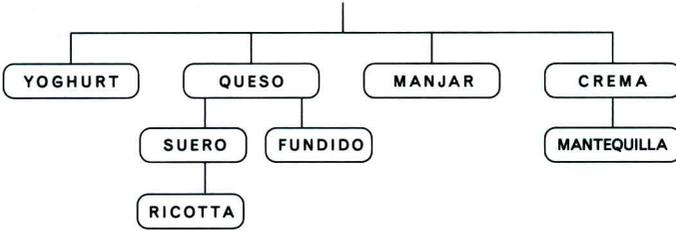
La crianza y explotación del ganado caprino es en Chile una actividad menos extendida que la ganadería de bovinos, ovinos o cerdos. Su papel en la economía interna se limita principalmente a terrenos localizados en la IV Región del país. En esa zona se produce alrededor del 50% de todo el queso de cabra elaborado en Chile. El resto de la producción se extiende por la II, III y V Regiones y, en menor proporción, desde la Región Metropolitana al sur.

Entre las características de esta actividad, destaca su carácter mayoritariamente artesanal. Gran parte de las actividades en torno a la producción caprina se asocia a terrenos marginales y a una actividad de subsistencia. Esto, debido a que principalmente tiene por objetivo satisfacer el autoconsumo y puede llegar a constituir el único recurso de algunas familias campesinas de las zonas donde se desarrolla.

Los principales productos que se obtienen de la cabra son el cuero, la carne utilizada como materia prima para la elaboración de charqui y la leche, la cual ha servido para sustentar la tradicional fabricación de quesos, que recién está en vías de un mejoramiento sustantivo.

La leche de cabra y de otros mamíferos es uno de los alimentos más completos que la naturaleza proporciona. De ella es posible obtener una serie de productos que, en el caso de la leche de cabra, hoy en Chile se desaprovechan. Entre estos pueden mencionarse el yoghurt, la ricotta, el manjar, la crema, la mantequilla, el tradicional queso y el queso fundido, tal como se ve en el siguiente esquema:

LECHE DE CABRA



Por sus variadas posibilidades, hoy es importante conocer y aprovechar las diferentes opciones de uso de la producción de leche de cabra a fin de ofrecer un abanico de productos derivados de un mismo origen lácteo.

Con este propósito, el presente documento busca entregar en forma clara la metodología para la adecuada elaboración de estos productos, de modo que ellos puedan constituirse en alternativas complementarias al tradicional queso de cabra.

Como herramienta de uso práctico, el manual describe en forma concreta el proceso de elaboración del queso fundido, ricotta, mantequilla, manjar y yoghurt obtenidos de leche de cabra, además de los fundamentos básicos en que se sustenta la elaboración del queso tradicional de cabra.

Elaboración de queso de cabra fresco y maduro

PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA TECNOLOGÍA DEL QUESO DE CABRA

En el siguiente capítulo se presentan los principios generales en que se sustenta el procesamiento del queso de cabra en Chile. La información que se proporciona incluye algunas variantes en el procedimiento de fabricación tradicional que pueden o no ser consideradas durante la elaboración. Sin embargo, la idea es explicar claramente el objetivo de las etapas de elaboración y alternativas posibles de uso, indicando el resultado que se obtendrá en la aplicación de algunas de ellas.

Las doscientas o más variedades conocidas de queso tienen su origen común en la leche. Las diferentes variedades se producen alterando ciertas condiciones durante la elaboración, pero en todas se distinguen dos etapas bien definidas:

- La primera es la elaboración de la cuajada, con el cuerpo, textura, acidez y humedad deseados, así como la forma que tendrá el producto final.
- La segunda es la etapa de maduración de los quesos. Durante ésta, los microorganismos y las enzimas ejercen su acción sobre la cuajada bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad, para producir eventualmente, los sabores y otras características físicas que distinguen al queso de cabra.

Los principales procedimientos que se realizan en la elaboración del queso de cabra, se resumen a continuación:

- 1.1. Recepción de la leche
- 1.2. Pre-tratamiento de la leche
- 1.3. Tratamiento de la cuajada
- 1.4. Desuerado
- 1.5. Moldeado
- 1.6. Prensado
- 1.7. Salazón
- 1.8. Maduración

1.1. RECEPCIÓN DE LA LECHE

En la producción de quesos, así como de cualquier otro producto derivado, debe considerarse que nunca se obtendrá un producto final de buena calidad si no se trabaja con materia prima de excelencia.

En el caso de los quesos, la leche debe proceder de animales sanos, mantener el olor o sabor y composición estimado como «normal».

Una vez recepcionada la leche, se recomienda realizar las operaciones siguientes:

- Determinación de la cantidad del producto
- Obtención de una muestra representativa de la materia prima
- Enfriamiento, en caso que no se utilice en forma inmediata a temperaturas de 5°C
- Control de la acidez de modo de mantenerla en rangos inferiores a 21° Thorner



Al pasar la leche a través de un paño o filtro se logra separar todas aquellas partículas extrañas como pelos, pajas, insectos y polvo que pudiera tener la materia prima destinada a la elaboración de quesos



El control de la acidez de la leche es uno de los análisis fundamentales que deben realizarse a la materia prima destinada a la elaboración de quesos

1.1.1. Composición de la leche de cabra

	LECHE DE VACA (G/100G)	LECHE DE CABRA (G/100G)
Humedad	88,1	82,3
Proteínas	3,2	4
Lípidos	2,5	7,2
Cenizas	0,6	0,9
Calcio	123 (mg/100g)	224 (mg/100g)
Fósforo	95 (mg/100g)	143 (mg/100g)
Calorías	57	102

A diferencia de la leche de vaca, la leche de cabra es más rica en proteínas, lípidos, calcio y fósforo, proporcionando además una mayor cantidad de calorías.

Las proteínas de la leche de cabra están constituidas por alfa-lactoalbúmina, betalactoalbúmina, alfa-s-2 caseína, beta-caseína y kappa caseína.

El contenido de vitaminas de la leche de cabra es similar al de la leche de vaca, siendo solamente el contenido de vitamina B6 y B12 algo menor. Sin embargo, tiene una mayor cantidad de cloruros que la leche de vaca.

La acidez de la leche de cabra recién ordeñada es ligeramente menor que la de vaca, presentando un promedio entre 0.14 y 0.16% de ácido láctico. La densidad fluctúa entre 1.028 y 1.042 gramos por litro. Este registro es un indicativo que la leche

de cabra contiene una mayor cantidad de sólidos no grasos, situación que desde el punto de vista de la producción de quesos es muy positiva, dado que el rendimiento es mayor. Expresado en otros términos, se puede decir que es posible obtener más cantidad de quesos por litro de leche de cabra.

1.1.2. Control y propiedades de la leche de cabra

Hay ciertas propiedades de la leche que es posible sean controladas por el quesero. Ellas son: la composición química de la leche y la flora microbiana existente en ella.

• La composición química de la leche

El control más común de composición que se practica a la leche de cabra es la determinación de su materia grasa. Comúnmente los quesos de cabra se elaboran con leche entera, es decir, aquella que contiene toda la materia grasa. Sin embargo es posible fabricarlos también con leche descremada o parcialmente descremada, leche con agregados de sólidos no grasos y agregados de leche evaporada y crema.

La composición de la leche de cabra puede ser alterada durante la elaboración de queso agregando ciertas sustancias de fuentes distintas a ella. Por ejemplo, se puede agregar cloruro de calcio para corregir defectos en la coagulación, producidos por tratamientos térmicos durante la pasteurización.

El uso del cloruro de calcio en la leche para queso es normalmente restringido de acuerdo con las normas legales. La cantidad está limitada a un máximo de 20 gramos por cada 100 litros de leche. La fabricación de quesos de cabra a nivel artesanal se ha realizado, en forma importante, utilizando leche cruda. La leche en ese estado tiene todo el calcio que la caracteriza y, por lo tanto, no será necesario incorporar cloruro de calcio. Sin embargo, si es pasteurizada, debe añadirse el mencionado producto en la dosis recomendada anteriormente, como una forma de restituir el calcio que se pierde durante la pasteurización.

El nitrato de sodio (KNO_3 0.02 %) es a veces usado para prevenir el desarrollo de gas en la cuajada y en el queso. Se usan, también, ácidos orgánicos diluidos en la elaboración de algunos tipos de quesos. El objetivo es precipitar las proteínas de la leche y del suero. La cantidad de ácido que es posible incorporar a la leche depende de la concentración de éste y del grado de disolución que se obtenga durante su preparación antes de agregarlo a la leche. En definitiva se debe tener presente que al au-

mentar la acidez de la leche mediante la incorporación de ácido, se debe alcanzar el punto en que se produzca la coagulación de ésta.

• La flora microbiana existente en la leche

La condición biológica de la leche es parcialmente controlada en la elaboración moderna de quesos de cabra. En la elaboración de tipo casera y artesanal, los que- seros confían en las prácticas de sus antepasados en el sentido de utilizar leche cruda para conseguir los microorganismos necesarios que intervengan en su ma- duración. En las que serías modernas ahora se prefiere leche con el contenido bacteriano lo más bajo posible, de manera que se pueda agregar la flora deseada y en la cantidad requerida. Estos microorganismos se pueden adquirir en empre- sas dedicadas a la actividad con el nombre de cultivos lácticos o fermentos lácticos para quesos. Los cultivos comerciales para quesos que se disponen en la actuali- dad incluyen fundamentalmente, organismos formadores de ácidos para los tipos comunes de queso. Existen otros tipos de fermentos capaces de formar «ojos», como los propios del queso suizo, hongos para los quesos de hongos azules, etc.

1.2. PRE - TRATAMIENTO DE LA LECHE DE CABRA

Las principales operaciones que definen esta etapa son:

Pasteurización de la leche y agregado de fermentos lácticos, en caso de producir quesos madurados. Esto es: cuajo, cloruro de calcio y, opcionalmente, pueden in- corporarse oxidantes y colorantes. La pasteurización es el proceso comúnmente aplicado para controlar la condición biológica de la leche. Este proceso ha sido aplicado con éxito en la casi totalidad de las variedades de queso.

La pasteurización se practica en la elaboración de quesos porque mejora la uni- formidad, calidad y conservación del producto. Es así como las temperaturas y el tiempo recomendados permiten destruir la totalidad de los microorganismos que pudieran producir enfermedades al hombre, además de gran parte de aquellos microorganismos que, aunque no producen enfermedades, pudieran alterar las con- diciones organolépticas del producto final.

1.2.1. Pasteurización para fabricación de queso

La leche a la salida de la ubre sana, contiene muy pocos microorganismos. Pero después, a consecuencia del manejo, se va contaminando con los microorganismos predominantes en el medio, algunos de los cuales son perjudiciales y otros son gérmenes normalmente usados en la fabricación del queso. Teóricamente se puede decir que la leche debería ser de calidad suficiente para permitir la producción de queso de primera sin pasteurizar, pero bajo condiciones reales, la leche contiene siempre un alto número de microorganismos.

Desde el punto de vista sanitario, higiénico y técnico, se hace necesario pasteurizar la leche destinada a la producción de queso de cabra.

Es evidente que no se debe considerar la pasteurización como método de la sustitución de la higiene de producción y en todo momento se debe tener presente que para lograr productos de primera calidad, es necesario contar con una buena materia prima.

En la fabricación tradicional, el queso de cabra es producido sin control sobre la flora de la leche y como ésta varía constantemente en cantidad y calidad, los resultados son siempre variables. Así, difícilmente se consigue un producto uniforme que hoy día es imprescindible en el mercado.

La fabricación de queso sin las innovaciones de la técnica permite producir quesos de alta calidad sólo durante aquella época del año donde la temperatura es templada. Sin embargo, es frecuente fabricar productos de muy baja calidad y en proporciones tales que vuelven a la operación poco económica. Esto es más evidente en zonas cálidas y en estaciones de primavera y verano como son aquellas de la IV Región.

La pasteurización en cambio, permite nivelar la calidad y evitar la producción de quesos inferiores. Pero por lo general los quesos de leche pasteurizada quedan con características organolépticas ligeramente diferentes y no siempre se consigue la producción de quesos de cabra de sabores característicos.

La pasteurización permite:

- a. Obtener quesos de aroma más puro aunque menos característicos que si se elabora con leche cruda, tal como es fabricado en forma tradicional.
- b. Destruir el 100% de las bacterias patógenas en la leche y un 99% de las bacterias que no producen enfermedades.

- c. Destruir aquellos microorganismos formadores de gas, como los llamados coliformes fecales.
- d. Controlar más fácilmente los métodos de producción de quesos de cabra y la velocidad de maduración.
- e. Producir queso estandarizado todo el año.
- f. Obtener productos de más larga conservación.
- g. Disminuir apreciablemente la producción de queso de inferior calidad.

Las temperaturas altas no son aconsejables para la pasteurización de la leche destinada a queso de cabra.

Las temperaturas de pasteurización nunca deben ser más altas que 72°C durante 15 a 20 segundos, si se utiliza el método de pasteurización rápida, y a 65°C durante 30 minutos, si se utiliza el método de pasteurización lenta.

Esta operación se aplica a la leche de modo de conseguir resultados efectivos desde el punto de vista microbiológico sin alterar el equilibrio de los elementos químicos y el estado físico de la leche de cabra, como, por ejemplo sabor a leche cocida.

1.2.2. Aplicación de cloruro de calcio

Dado que el calcio existente en forma natural en la leche, es insolubilizado por la temperatura de pasteurización, es posible reemplazarlo con la incorporación a la leche de cloruro de calcio.



El cloruro de calcio se incorpora a la leche, después de ser pasteurizada, con el propósito de reemplazar el calcio que se ha insolubilizado por efectos de las temperaturas aplicadas durante el proceso de pasteurización

Como una forma de facilitar el uso de cloruro de calcio, a continuación se presenta un cuadro que muestra distintas cantidades de leche a la cual corresponde agregar la dosis adecuada de cloruro de calcio.

Cantidad de cloruro de calcio a agregar a la leche
en la elaboración de queso de cabra

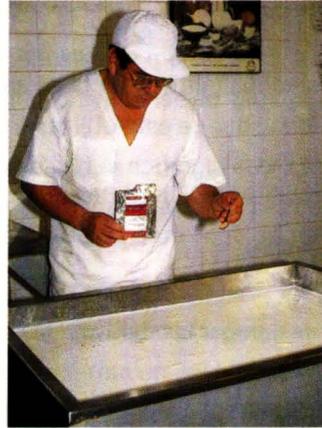
LITROS DE LECHE	GRAMOS DE CLORURO DE CALCIO
1	0,2
2	0,4
3	0,6
4	0,8
5	1,0
6	1,2
7	1,4
8	1,6
9	1,8
10	2
20	4
30	6
40	8
50	10
60	12
70	14
80	16
90	18
100	20
200	40
300	60
400	80
500	100
600	120
700	140
800	160
900	180
1000	200

1.2.3. Los cultivos lácticos

Antes de la aplicación práctica de la microbiología a la industria de alimentación, los productos lácteos eran fabricados sólo por fermentaciones naturales condicionadas por el medio ambiente y condiciones locales.

Con la aplicación del proceso de pasteurización de la leche, se volvió necesario sustituir en ella los microorganismos naturales por otros seleccionados y producidas en condiciones técnicas que garanticen una producción homogénea de quesos durante toda la temporada.

De esta forma el uso de cultivos lácticos puros es imprescindible para obtener productos de buena calidad.



En la actualidad se comercializan cultivos lácticos de incorporación directa a la leche

a) Tipos de cultivos

Los cultivos lácticos se pueden comercializar en forma líquida o en polvo. Entre el primer tipo pueden haber congelados y entre el segundo tipo puede existir la alternativa de obtenerlos en forma de pastillas. En la actualidad se aplican directamente sobre la leche pasteurizada.

Los cultivos lácticos se usan para:

- a. Instalar las bacterias que se deseen de acuerdo al tipo de queso a elaborar.

- b. Consolidar el desarrollo de ácido que promueva la acción del cuajo y la contracción de la cuajada.
- c. Apoyar la fermentación láctica de la cuajada.
- d. Detener por el ácido y por competencia biológica el desarrollo de gérmenes perjudiciales.
- e. Proyectar el medio del queso para la acción seleccionada de los microorganismos y sus enzimas durante la maduración.
- f. Substituir aquella flora natural de la leche destruida por el proceso de pasteurización.

b) Cantidad de cultivos

En la actualidad los cultivos lácticos se expenden acondicionados de acuerdo a la cantidad de leche que se esté utilizando. Es así que en cada envase se lee 10U, 50 U, ó 100 U etc. La «U» significa «unidades» y cada unidad corresponde a 10 litros de leche. Por ejemplo: un envase en el que se lea 10 U significa que debe utilizarse para 100 litros de leche.

c) Momento de agregar los cultivos

Los cultivos se agregan a la leche con cierta anterioridad a la incorporación del cuajo y después de la pasteurización de ésta. Es recomendable aplicarlos cuando la temperatura de la leche fluctúe entre los 29 y 37°C, dependiendo del tipo de cultivo y la variedad de queso que se desee obtener. Después de ser aplicados, la leche inoculada debe permanecer por espacio de 45 a 60 minutos.

Este espacio de tiempo se llama «pre-maduración de la leche» y tiene como objetivo ambientar los microorganismos de los cultivos a las nuevas condiciones del medio al que son incorporados como es la leche de cabra.

En cualquier circunstancia este tiempo previo a la adición del cuajo, se usa para asegurar más vitalidad y vigor de los gérmenes lácticos.

1.2. 4. Coagulación de la leche

Para poder comprender los cambios que se verifican durante la formación y trabajo de la cuajada, es conveniente explicar someramente, algunas nociones sobre la naturaleza de las proteínas de la leche y el efecto que tienen sobre ella los agentes coagulantes usados en la fabricación de queso.

La caseína es el principal constituyente nitrogenado de la leche y se encuentra en su estado normal bajo la forma de grandes partículas coloidales esféricas (micelas) de fosfocaseinato de calcio, constituido por proteínas, cantidades apreciables de calcio y fósforo, así como por porcentajes menos abundantes de magnesio.

Estas partículas se encuentran en equilibrio en el suero como partículas gelatinosas en una fase líquida. El equilibrio de las micelas de caseína está condicionado en parte por el equilibrio del contenido fosfocálcico.

Este equilibrio es bastante frágil y muy sensible a modificaciones de variada naturaleza, pudiendo romperse con facilidad, provocando la precipitación de las micelas y la coagulación de la leche.

En la fabricación de queso se utiliza esta relativa inestabilidad y la consecuente coagulación de la leche como primera etapa para regularizar la humedad en el producto.

Mediante la coagulación la leche pasa del estado líquido (suspensión) al estado sólido (gel) por la precipitación de la caseína y forma un gel blando y uniforme que ocupa completamente el volumen que anteriormente ocupaba la leche en su estado líquido. Es como si las partículas de caseína formaran una especie de sistema parecido a una esponja que mantiene atrapada a la fase acuosa.

Cuando por acción físico-química y mecánica se separa la cuajada (gel), el suero (fase acuosa) restante presenta el aspecto de un líquido verdoso que contiene elementos solubles y lacto albúmina y globulina, en forma de solución coloidal muy dispersa. Estas dos últimas proteínas no precipitan durante la coagulación de la leche por acción del cuajo y quedan todavía en suspensión en el suero.

La cuajada forma una masa blanca que retiene la mayor parte de grasa, bacterias y fosfato de calcio coloidal, así como una parte apreciable del suero y sus constituyentes.

1.3. EL CUAJO

En la producción de quesos se puede usar como agente coagulante el cuajo, el cual puede adquirirse en el comercio especializado o fabricarse en forma casera utilizando el estómago de cabritos lactantes, un producto que en la IV Región de Chile es conocido como «lonco». Sin duda que en su preparación se puede incurrir en errores que deterioren la calidad del queso. Estos elementos coagulantes se incorporan a la leche después de la pasteurización, en caso que esta operación se realice y si se trabaja con leche cruda, después de fijar la temperatura de coagulación del producto.

La velocidad de coagulación de la leche por acción del cuajo depende de algunos factores tales como:

- La acidez de la leche
- La concentración de las sales solubles de calcio
- La concentración de caseína y fosfatos
- La temperatura de la coagulación

a) La acidez de la leche

La acidez normal de la leche fluctúa entre 0,16 y 0,18% de ácido láctico. En este rango el cuajo actúa perfectamente. Sin embargo, la eficacia del cuajo se incrementa en la medida que la acidez de la leche aumenta. Por esto, cuanto más alta es la acidez, más rápidamente se verifica la coagulación y más consistente será la cuajada.

b) Concentración de las sales de calcio

La presencia de sales de calcio en forma de iones libres, es decir, en forma de cloruro de calcio, es indispensable para conseguir una acción efectiva del cuajo y para la producción de una cuajada de buena consistencia.

La adición de sales de calcio a la leche facilita la coagulación, mejora el rendimiento y acelera en cierto modo la salida del suero y determina una mejor retención de la grasa y otros sólidos.

Aunque la eficacia de la acción del cloruro de calcio es en cierta medida proporcional a su concentración, en la leche la dosis de aplicación es limitada. El exceso de concentración puede por un lado provocar un paladar amargo en el queso y por otro lado, puede retardar la contracción de la cuajada y dar origen a una cuajada porosa que elimina el suero con dificultad.

c) Concentración de caseína y fosfato de calcio coloidal

Las leches más ricas en caseína, como es el caso de la leche de cabra, cuajan más fácilmente y forman cuajadas más consistentes.

Si se incorpora agua a la leche, es decir si se provoca el fraude del aguado, disminuye la eficacia de la coagulación y lo mismo pasa cuando se trabaja con leche de contenido de grasa más alto.

d) Temperatura de la coagulación

La máxima eficacia de coagulación del cuajo se desarrolla a temperaturas de 40 a 42°C. Por el contrario, bajo 10°C y sobre 65°C el cuajo no actúa debido a la desnaturalización de la enzimas propeolíticas.

La eficacia de la acción del cuajo va aumentando hasta 40 / 42°C, temperatura donde se alcanza una eficiencia del 100%. Elevando la temperatura a 48°C la actividad coagulante disminuye, hasta llegar a 65°C, donde no cuaja.

Los límites normales de trabajo para la mayor parte de los quesos son de 28 y 37°C; por este medio se trata de obtener una coagulación más lenta, una cuajada más suave de acuerdo con el tipo de queso y, por otro lado, esto permite utilizar cantidades mayores de cuajo, con lo cual se obtiene una cierta aceleración de la maduración.

En el caso de la elaboración de queso de cabra se recomiendan temperaturas de 37°C y mantener el tiempo de coagulación durante una hora.

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

Se pueden obtener diferencias definidas en la textura de la cuajada empleando diferentes temperaturas de coagulación.

1.3.1. Almacenamiento del cuajo

El cuajo líquido se conserva mejor que el cuajo en polvo. En ambos casos, el cuajo debe ser almacenado a temperaturas relativamente bajas para poder conservar durante el tiempo suficiente su poder cuajante sin pérdidas apreciables; para esto es conveniente que el ambiente sea seco y la temperatura alrededor de 4 °C.

Si la temperatura ambiente es relativamente alta, el cuajo sólido puede perder cerca del 3% de su fuerza por mes, mientras que si el ambiente es fresco, la pérdida será de alrededor del 1% mensual.



El cuajo es un producto comercial obtenido del estómago de mamíferos lactantes. Tiene la propiedad de producir la coagulación de la leche

a) Técnicas del uso del cuajo

- Comprobar con exactitud la cantidad de leche.
- Controlar con exactitud la temperatura de la leche.
- Pesar o medir la cantidad exacta de cuajo.
- Acomodar el cuajo en un recipiente de capacidad suficiente para mezclarlo con algo de agua. El receptáculo debe estar bien limpio y nunca usar un recipiente que contenga restos de detergentes o de colorantes. El colorante y el detergente, en general, tiene reacción alcalina y el cuajo pierde su fuerza en la medida que se trabaja en medios alcalinos.
- Añadir al cuajo unas 40 ó 50 veces su volumen en agua limpia y pura. Esta dilución facilita y asegura una buena distribución del cuajo en la leche.

- Agitar y remover la leche a la temperatura necesaria y agregar la solución de cuajo a través de toda la tina.
- Continuar removiendo la leche durante 4 a 6 minutos.
- Transcurrido ese tiempo, detener todas las corrientes de la leche de modo que ésta se mantenga en movimiento.
- Agitar la superficie de la leche hasta una profundidad de 1 a 2 cm durante unos 5 minutos para que la grasa quede atrapada por la cuajada sin aflorar a la superficie.
- Esperar el final de la coagulación, en lo posible con la tina que contenga la leche tapada y sin proporcionar mayor temperatura que la determinada anteriormente.

b) Signos de la coagulación

En condiciones normales de trabajo los primeros signos de coagulación pueden ser verificados entre 5 a 15 minutos después de adicionar el cuajo.

Esto puede ser comprobado 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.

Otra forma de verificar el inicio de la coagulación es introducir una pajilla en la superficie de la leche, si ésta permanece parada en la superficie significa que se ha iniciado la coagulación.

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

Existe cierta relación entre la duración de la coagulación y la contracción de la cuajada. Cuanto más rápida es la coagulación, más tendencia tiene la cuajada a volverse dura y paralelamente más rápida es su retracción. Al 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 determinación del punto final de la coagulación antes de continuar con el proceso de elaboración.

Los signos del final de la coagulación son sencillos de reconocer, pero requieren cierta práctica para seguir una interpretación idéntica y constante.

El momento en que la coagulación está completa y la cuajada está lista para cortar, puede ser verificado por la aparición de una delgada película de suero en la superficie de la leche. Cuando este fenómeno ocurre, se recomienda hacer un corte en la cuajada. A los pocos minutos aflorará un suero amarillo verdoso.

También se puede determinar el punto final de la coagulación, introduciendo verticalmente un dedo en la cuajada, levantándolo con cuidado hacia adelante y observando la forma cómo la cuajada se abre delante del dedo: el corte debe ser nítido y las superficies brillantes.

Otra prueba consiste en observar la forma y el aspecto de la cuajada que se puede despegar de la pared de la tina por presión de la mano con un ligero desplazamiento horizontal hacia el centro de la tina. La cuajada se debe despegar con cierta facilidad en una extensión ligeramente superior a la superficie del contacto de la mano, sin romperse y sin dejar partículas pegadas a la pared de la tina. En el lugar donde se practiquen estas pruebas, suele aparecer cierta cantidad de suero, cuya presencia es otro indicio que la cuajada está en condiciones de ser cortada.

1.3.2. Tratamiento de la cuajada

Cuando se prolonga el tiempo en que deja sin cortar en la tina la cuajada lista, se forman en la superficie de la misma gotas de suero que van aumentando en número y tamaño, se unen y forman una capa líquida sobre la cuajada. Este suero sale de la cuajada por la contracción de la misma, que la vuelve poco a poco más firme y más consistente.

La contracción de la cuajada es directamente favorecida por el aumento de la acidez y de la temperatura. Sin embargo el Reglamento Sanitario de Alimentos de Chile limita el contenido de acidez de la leche hasta 21 mililitros de hidróxido de sodio 0,1 normal por cada 100 mililitros de leche. Por lo tanto, la utilización de leche con acidez superior a la mencionada anteriormente puede influir en la calidad del producto final. Por otra parte, mientras más se extiende la contracción, en alta medida, disminuye la humedad final y la consistencia del queso.

Para imprimir al queso las características deseadas hay que favorecer y controlar la salida de la humedad de la cuajada en las condiciones inherentes a cada tipo de queso.

Ahora, como la cuajada forma una masa semejante a un flan blando y suave, que ocupa completamente el volumen que originalmente ocupaba la leche líquida, la contracción sólo muy lentamente podría hacer perder la cantidad necesaria de agua (suero) atrapada en la cuajada. Por esto, para poder acelerar y controlar la salida de la humedad es necesario fraccionarla y someterla a la agitación.

1.3.3. Corte y fraccionamiento de la cuajada

El corte de la cuajada tiene por objetivo acelerar la salida del suero.

Hoy día, la cuajada es cortada con unos instrumentos apropiados llamados liras, que consisten en aros metálicos, cruzados por alambre o plástico (hilo de pesca), a una distancia entre 1 y 3 centímetros entre cuerdas. Cuando son aplicados vertical y horizontalmente a la cuajada, ésta queda dividida en pequeños cubos (o granos) sumergidos en el suero que va saliendo rápidamente de ellos.



El fraccionamiento de la cuajada utilizando las "liras" para tal propósito, tiene como objetivo facilitar la salida del suero desde el interior del grano

En la superficie de cada grano se forma una ligera película elástica que retiene la grasa y hasta cierto punto además, el suero. Si esta película se endurece rápidamente, por acción de la aplicación indebida de calor, se formará una piel y el suero encontrará dificultades para salir del interior del grano. La parte interna del grano será más blanda que la parte externa, debido al mayor porcentaje de humedad que contiene. Esta situación dificultará la obtención de un producto con la humedad deseada.

A pesar de todos los cuidados, siempre se experimenta una pérdida inevitable de grasa en el suero que puede variar entre 0.1 y 0.3 % y en algunas clases de queso hasta un 0.6 y 1%.

El corte descuidado y prematuro de la cuajada o su desmenuzamiento en vez del corte, aumenta la pérdida de grasas y de cuajada y ésta quedará en parte como formando una especie de polvillo o partículas pequeñas difíciles de ser retenidas en los paños, perdiéndose en el suero.

Las dimensiones del grano pueden variar según las variedades de queso, desde unos 3 mm hasta unos 2.5 cm y más.

El tamaño del grano para la elaboración de queso de cabra debe ser semejante a un poroto o garbanzo.

Tras el fraccionamiento de la cuajada el grano empieza a presentar cada vez más la tendencia a sumergirse en el suero. La densidad del grano va aumentando y en los quesos duros llega a valores de 1,073 grs./cm³.

Si enseguida del corte, se deja reposar el grano por largo tiempo en el fondo de la tina, éste se adhiere y vuelve a formar una masa blanda y compacta.

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

Para aumentar la contracción de la cuajada y acelerar la salida del suero se eleva la temperatura durante el trabajo del grano.

La agitación y elevación de temperatura crean en la cuajada las condiciones físicas necesarias para permitir la salida del suero hacia afuera del grano y, al mismo tiempo, disminuir sus propiedades adhesivas. De esta forma se facilita el escurrimiento del suero entre los granos, incluso durante el moldeado y prensado.

El calentamiento es aplicado más lentamente al principio para asegurar la máxima salida del suero del grano y al final se puede elevar la temperatura más rápidamente. Si por lo menos en la fase inicial, se eleva 1°C cada 3 minutos, se consiguen buenas condiciones de drenaje. Si la elevación de temperatura es muy rápida, se forma una película demasiado impermeable en la superficie del grano, lo que difi-

cultará la salida del suero. El resultado será que éste quedará gomoso y elástico en la superficie y muy blando en el interior.

La temperatura máxima de calentamiento (cocción) varía con el tipo de queso.



El calentamiento de la cuajada junto con la agitación facilita aún más la salida del suero desde el interior del grano. Estas acciones tienen como finalidad regular la humedad final del queso

Para queso de pasta relativamente blanda, la elevación de temperatura es de 1° a 4°C, temperatura recomendada para la elaboración del queso de cabra.

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

El grano pequeño hace posible no solamente un trabajo y calentamiento más corto, sino también permite que la elevación de temperatura sea más rápida, sin inconvenientes para la salida del suero.

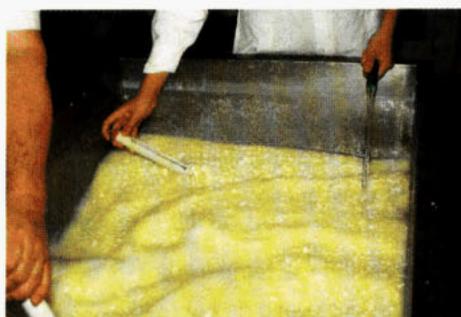
En condiciones normales y en igualdad de circunstancias de tamaño de grano y acidez, cuanto más se eleva la temperatura y más tiempo se mantiene la cuajada a esa temperatura, más seco quedará el grano al final del calentamiento. En resumen, para producir quesos blandos y quesos medio duros se debe proceder como sigue:

- Quesos blandos con una acidez más moderada: se corta la cuajada en fracciones, se deja salir el suero, se puede dejar escurrir parte del suero y se colocan los «granos grandes» en los moldes. Será la técnica utilizada para la elaboración de quesos frescos de cabra.
- Quesos de consistencia definida medio duros, de acidez baja y menor humedad (queso madurado de cabra): se corta la cuajada, se mantiene en agitación el

grano y se calienta el suero durante el trabajo. Se termina por formar con el grano una especie de colchón en el fondo de la tina, el cual es depositado en moldes y prensado.

1.4. DESUERADO

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



Elevar la temperatura de la cuajada y mantenerla en esas condiciones bajo constante agitación, contribuye a definir la humedad deseada del producto final. Logrado tal propósito, se procede a separar el suero de la cuajada.

Si se interrumpe el trabajo antes que el grano adquiriera la consistencia, humedad y acidez apropiadas, el queso quedará con demasiada humedad, muy blando y posiblemente con acidez exagerada, fenómeno que se manifiesta en el producto con textura que se desgrana al cortarla al momento de su consumo. Al contrario, si se tarda demasiado en empezar el desuerado, el queso quedará seco y duro.

1.5. MOLDEADO

El moldeado del queso de cabra tiene por objeto proporcionar al producto un determinado formato y tamaño de acuerdo a sus características y, de cierto modo, de acuerdo a la tradición y a exigencias del mercado.

Los moldes se revisten de tela o paño al colocar la cuajada en su interior, de modo de facilitar la salida de algo de suero y, a la vez, formar la corteza del queso.

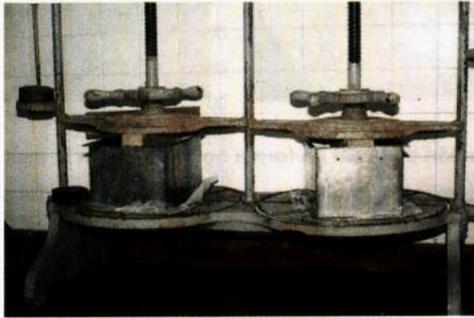
Los paños deben ser colocados de modo que no se produzcan dobleces en ellos, con el propósito de no provocar marcas ni arrugas en la superficie del queso.

1.6. PRENSADO

El objetivo del prensado es separar más otro poco de suero, compactar la masa uniéndolo al grano e imprimir al queso el formato deseado.

La prensa apenas permite sacar al queso una pequeña proporción de suero y sólo es posible extraer parte de la humedad intersticial. Es decir, el agua o suero que se encuentra entre los granos, pues la humedad al interior del grano no puede ser separada por la presión.

Debe recordarse que la humedad final del queso de cabra se determina con anterioridad de acuerdo al tamaño del grano logrado, consistencia y pérdidas de las propiedades adhesivas.



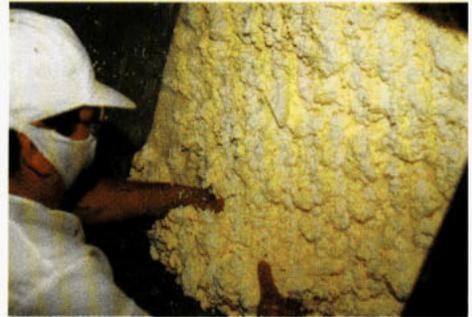
La intensidad de presión y el tiempo en que permanece el queso en esas condiciones dependen del tamaño del producto. A los quesos más grandes se les debe aplicar mayor presión, durante periodos de tiempo mayores

Los quesos de cabra pueden o no ser sometidos al proceso de prensado. Normalmente el queso fresco no se prensa. Sin embargo, pueden ser prensados a una presión liviana. Los quesos duros y con menos suero pueden ser prensados más fuertemente, pero en cualquier circunstancia, la presión debe ser aplicada con menor intensidad al principio para ser aumentada después en fases sucesivas. En general, la presión se dobla en intensidad al final con relación a la presión inicial.

1.7. SALAZÓN

La salazón del queso es efectuada con la finalidad principal de impartir cualidades de sabor que lo hacen más apetecible. Pero al mismo tiempo, la salazón busca otorgar al producto mayor conservación, impedir o retardar el desarrollo de microorganismos indeseables y seleccionar la flora normal del queso.

Existen numerosas formas de salar los quesos. Sin embargo algunas requieren de algún grado de cuidados que a nivel artesanal dificultan su aplicación. Es por esta razón que se explicará a continuación un método fácil, seguro y práctico de salazón del queso de cabra.



La distribución de la sal en forma homogénea en la masa del queso es fundamental para lograr un salado uniforme del producto

1.7.1. Salazón en la masa del queso

De acuerdo a esta metodología, la sal es agregada al grano antes de ser colocado en los moldes o a la masa de cuajada que fue molida o picada con anterioridad y luego que la acidez haya alcanzado el grado requerido para el tipo de queso deseado. A través de este procedimiento, la sal actúa en forma muy directa, se dispersa rápidamente e influye altamente en el desarrollo de la flora bacteriana.

Para el queso fresco de cabra se preparará salmuera al 36% de concentración y se incorporará dos litros por cada 100 litros de leche de cabra en procesamiento.

Como una forma de facilitar el trabajo, a continuación se presenta un cuadro que recomienda los litros de salmuera para diferentes cantidades de leche de cabra destinadas a la elaboración de queso fresco.

1.7.2. Preparación de la salmuera para la elaboración de queso fresco

La técnica consiste en preparar una salmuera al 36% en una proporción de dos litros por cada 100 litros de leche. La salmuera se incorpora a la cuajada a temperatura de 35°C después de haber sacado un tercio del suero.

LITROS DE LECHE	CENTIMETROS CUBICOS DE AGUA	GRAMOS DE SAL
1	20	7.2
2	40	14.4
3	60	21.6
4	80	28.8
5	100	36.0
6	120	43.2
7	140	50.4
8	160	57.6
9	180	64.8
10	200	72.0
20	400	144.0
30	600	216.0
40	800	288.0
50	1.000	360.0
60	1.200	432.0
70	1.400	504.0
80	1.600	576.0
90	1.800	648.0
100	2.000	720.0

Con el mismo objetivo con que se muestra el cuadro anterior, se presenta una tabla para queso madurado de cabra.

1.7.3. Preparación de la salmuera para la elaboración de queso madurado

A continuación se presenta un cuadro en el cual se determina la cantidad de sal y de agua que debe llevar la salmuera, en relación con los litros de leche que se estén procesando.

LITROS DE LECHE	CENTIMETROS CUBICOS DE AGUA	GRAMOS DE SAL
1	20	3,6
2	40	7,2
3	60	10,8
4	80	14,4
5	100	18,0
6	120	21,6
7	140	25,2
8	160	28,8
9	180	32,4
10	200	36
20	400	72
30	600	108
40	800	144
50	1.000	180
60	1.200	216
70	1.400	252
80	1.600	288
90	1.800	324
100	2.000	360
200	4.000	720
300	6.000	1.080
400	8.000	1.440
500	10.000	1.800
600	12.000	2.160
700	14.000	2.520
800	16.000	2.880
900	18.000	3.240
1000	20.000	3.600

La técnica consiste en preparar una salmuera de 18% de concentración de sal en cantidades de 2 a 3 litros de salmuera por cada 100 litros de leche. La salmuera se incorpora a la cuajada previamente triturada a una temperatura de 35°C. Cuando se termina de agregar la salmuera a la cuajada, será necesario removerla con el propósito de distribuir la sal en forma homogénea. A continuación se deja reposar por 20 minutos.

1.8. MADURACIÓN DE LOS QUESOS

Esta es una de las etapas más importantes en la elaboración de quesos de cabra, ya que en ella se producirán los cambios físicos, químicos y bioquímicos que determinarán las características de cuerpo, aroma e incluso de textura, típicas para cada variedad.

La cuajada fresca contiene principalmente proteína y agua, cantidades variables de grasa, ácido láctico y cloruro de sodio, más pequeñas cantidades de lactosa y sales. Aún cuando la proporción de estos componentes varíe ampliamente de una a otra variedad de queso, la cuajada siempre tiene un sabor «opaco», débilmente ácido, algo salado y su consistencia suele ser algo «gomosa». Es pues para aumentar la palatabilidad que se procede a la técnica de maduración.

Las enzimas son elementos que se encuentran naturalmente en la leche o que son producidas por los microorganismos que se desarrollan en el queso durante su elaboración y/o posterior maduración. Estas tienen la propiedad de transformar los componentes de la leche, y por tanto del queso (proteína, grasa, lactosa y otros), en los principios que los componen. Si, por ejemplo, la proteína fuera una cadena, por efectos de la acción de las enzimas esta cadena se podría separar en los eslabones que la constituyen. En resumen, como resultado de estas transformaciones, progresivamente se iniciarán cambios en el queso, los cuales se manifiestan en su textura, color, sabor y olor, en un proceso que en su conjunto se denomina "maduración".

Las enzimas provienen de tres fuentes principales:

- Del cuajo o de cualquiera otra preparación enzimática de origen animal o vegetal que se emplee.
- De microorganismos desarrollados en el interior o en la superficie del queso.
- De la leche misma.

Además de los cambios de naturaleza química, el queso sometido a maduración experimenta transformaciones acentuadas en el cuerpo, aroma y, en algunos tipos, en la textura.

La maduración de los quesos de cabra se lleva a cabo en salas de temperatura controlada y con una humedad relativa óptima, durante un periodo que varía entre 10 a 15 días según la costumbre. La temperatura de las salas de maduración debe ser entre 10 y 15°C. Las condiciones de almacenamiento son de entre 2 y 5°C.

Las diferencias fundamentales en la elaboración del queso fresco respecto al queso madurado son:

- No requiere de incorporación de fermentos lácticos.
- Necesita menor agitación de la cuajada
- El salado tiene alguna diferencia con el madurado especificada en párrafos anteriores.
- No requiere de maduración.

El queso fresco de cabra no requiere de maduración y está listo para la venta al día siguiente de ser elaborado.

1.9. PRINCIPALES EQUIPOS Y UTENSILIOS PARA LA ELABORACIÓN DE QUESOS DE CABRA

- Tina quesera o una olla de tamaño regular que se pueda introducir dentro de otra de modo de formar lo que se llama un baño de María.
- Pala revolvedora
- Mesa de trabajo
- Mesa desueradora
- Moldes
- Prensa
- Paños
- Coladores
- Jarros

1.10. LÍNEA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO DE CABRA

1.10.1. Queso fresco de cabra

ETAPA N°1

La línea de flujo para la producción de queso fresco de cabra se inicia con la recepción de la leche. En esta etapa del proceso se determina su cantidad y calidad. Respecto a este último punto los controles básicos que se recomienda realizar a la leche de cabra son el análisis de acidez, densidad o preferentemente crioscopía, temperatura y los exámenes organolépticos de olor y sabor.

Sin duda que son importantes otros análisis como por ejemplo el de células somáticas, inhibidores, antibióticos, materia grasa, sólidos no grasos, humedad etc., pero debido a la complejidad de su realización, a la posible falta de personal experto en una pequeña empresa, al costo de equipos, reactivos y materiales a utilizar, se recomienda que dichos análisis sean derivados a laboratorios especializados.

ETAPA N°2

En esta etapa de proceso se realiza la filtración de la leche de cabra. Tiene como objetivo principal separar aquellas impurezas que aún contiene la leche, tales como pelos, polvos, pajas etc.

ETAPA N°3

La pasteurización sigue a continuación de la anterior etapa. Los fundamentos de esta operación están descritos en el capítulo correspondiente. Sin embargo, es prudente recalcar que la temperatura recomendada es de 65°C, si se emplea el método de pasteurización lenta durante 30 minutos. En el caso de contar con un pasteurizador a placas, la temperatura adecuada es de 73°C por 16 segundos. Ambos métodos de pasteurización incluyen el enfriamiento de la leche hasta 35-27°C.

ETAPA N°4

Una vez conseguida la temperatura adecuada, se incorpora el cloruro de calcio. Agregar este producto tiene como objetivo restituir el calcio que se pierde en la leche por efectos de la temperatura de pasteurización. La cantidad adecuada es de 20 gramos de cloruro por cada 100 litros de leche.

ETAPA N°5

La incorporación de cuajo corresponde a la siguiente etapa. En este punto es fundamental considerar las técnicas de uso del cuajo explicadas anteriormente.

ETAPA N°6

El fraccionamiento de la cuajada tiene como objetivo aumentar la superficie en la cual es posible que fluya suero desde el interior del grano y facilitar, de esta forma, su separación entre cuajada y suero.

ETAPA N°7

Esta etapa corresponde a la agitación. Mediante esta operación se consigue que los granos se mantengan individualizados haciendo posible la salida del suero.

ETAPA N°8

Mientras se agita, se recomienda calentar la cuajada con el propósito de aumentar la contracción del grano y regular, por esta vía, la humedad final del queso. La temperatura y el tiempo que la cuajada permanece a esa temperatura son determinantes en la humedad del queso. El alza de la temperatura debe ser entre 3 a 5 grados superior a la temperatura de trabajo.

ETAPA N°9

El desuerado, en el caso del queso fresco, se hace parcialmente. Se extrae desde la tina alrededor de un tercio del volumen que inicialmente ocupaba la leche. Para ello se utilizan filtros de metal o plástico (malla mosquitera) de modo de separar la cuajada del suero.

ETAPA N°10

Como se separa sólo parte del suero, la concentración de la salmuera debe ser mayor. La incorporación de ésta está definida en el cuadro correspondiente en párrafos anteriores. En caso que se desee obtener un producto final con mayor contenido de sal se recomienda esparcir, en ambas caras del queso, sal seca en la superficie.

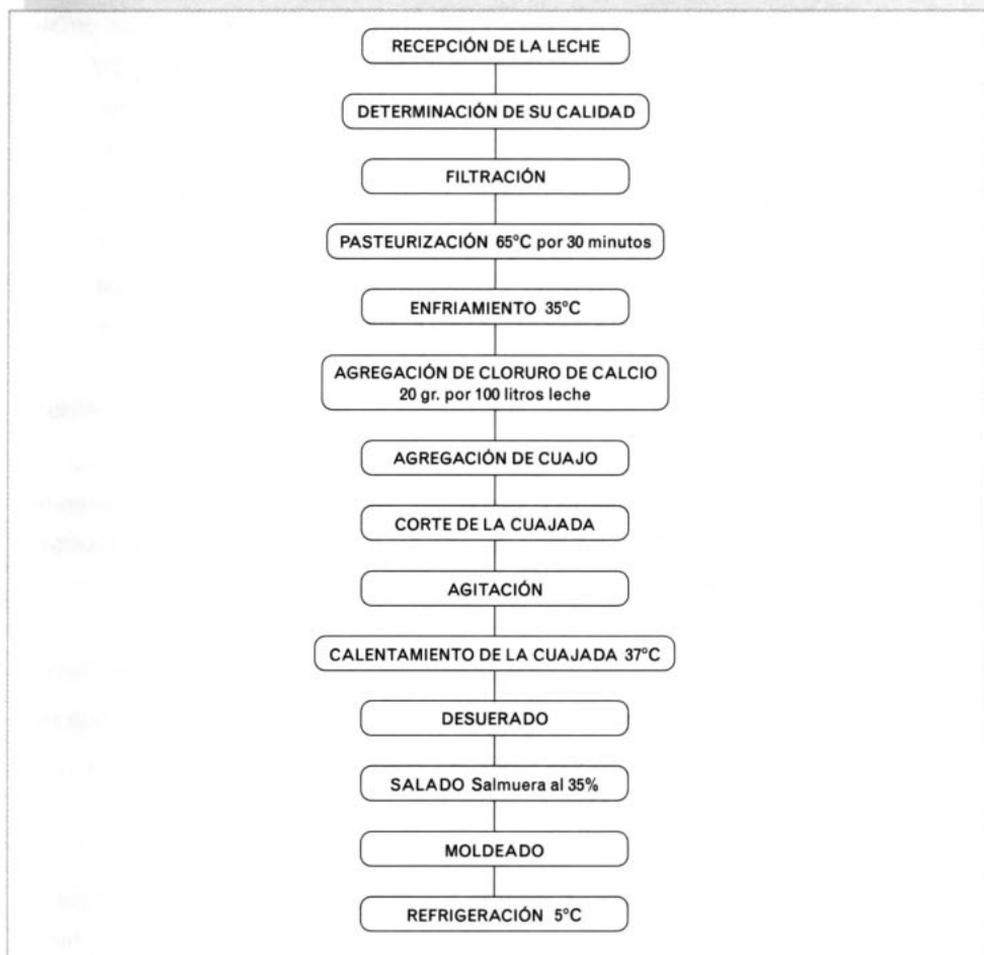
ETAPA N°11

A continuación se procede al moldeado. Esta operación tiene como objetivo proporcionar una forma definida al producto final. Normalmente el queso fresco no se prensa, sin embargo, para quesos frescos de cabra es posible realizar un prensado corto y liviano. Por ejemplo, 4 kilos de peso por cada kilo de queso durante una hora.

ETAPA N°12

Por último, el producto final debe permanecer a temperaturas de refrigeración, ya que es un producto que se consume en estado fresco y como una forma de detener cualquier fermentación, se debe mantener a temperatura no superior a 5°C.

Diagrama línea de flujo de la elaboración de queso fresco de cabra



1.10.2. Queso madurado de cabra

Las etapas números 1, 2, 3 y 4 de procesamiento de este tipo de queso son similares a las del queso fresco. Por lo tanto sólo se detallarán aquellas donde ocurran diferencias.

ETAPA N°5

La incorporación de fermentos lácticos tiene como finalidad reemplazar la flora microbiana heterogénea de la leche cruda por otra seleccionada. Los pormenores de esta acción están detallados en párrafos anteriores.

ETAPA N°6

La pre-maduración de la leche consiste en permitir que, a una temperatura de 34-36°C, puedan desarrollarse los microorganismos incorporados en la etapa anterior. El tiempo en que debe permanecer la leche de cabra en estas condiciones es de entre 45 a 60 minutos.

ETAPA N°7

La incorporación de cuajo corresponde a esta etapa. Tal como en el caso del queso fresco, es fundamental considerar las técnicas de uso del cuajo explicadas anteriormente.

ETAPA N°8

El fraccionamiento de la cuajada tiene como objetivo aumentar la superficie en la cual es posible que fluya suero, desde el interior del grano y, de esta forma, facilitar su separación entre cuajada y suero.

ETAPA N°9

Esta etapa corresponde a la agitación. Mediante esta operación se consigue que los granos se mantengan individualizados haciendo posible la salida del suero.

ETAPA N°10

Mientras se agita, se recomienda calentar la cuajada con el propósito de aumentar la contracción del grano y, por esta vía, regular la humedad final del queso. La temperatura y el tiempo en que la cuajada permanece a esa temperatura son determinantes en la humedad del queso. El alza de la temperatura debe ser entre 3 a 5 grados superior a la temperatura de trabajo.

ETAPA N°11

El desuerado, para este tipo de queso, es total. En la práctica se trata de acumular la cuajada en el centro de la tina de modo de facilitar la separación del suero.

ETAPA N°12

La incorporación de salmuera está definida en el cuadro correspondiente en párrafos anteriores.

ETAPA N°13

A continuación se procede al moldeado. Esta operación tiene como objetivo proporcionar una forma definida al producto final. Para operar en buena forma es recomendable utilizar palas perforadas de acero inoxidable o jarros de material plástico de capacidad suficiente para trasladar la cuajada desde la tina a los moldes.

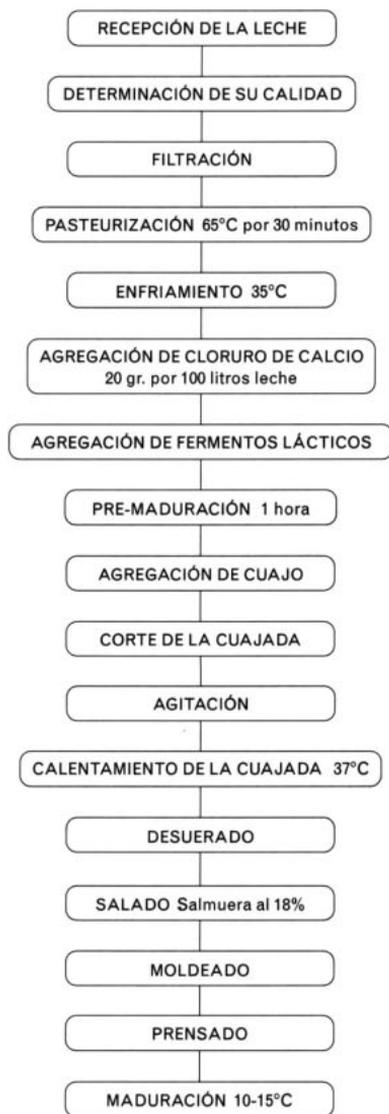
ETAPA N°14

El prensado del queso consiste en aplicar peso sobre la superficie de la cuajada introducida en el molde, de modo de dar una forma definida al producto y hacer salir los restos de suero y salmuera que quedan retenidos entre los granos. La presión aplicada debe ser de entre 10 a 15 kilos, por cada kilo de queso.

ETAPA N°15

Por último, el producto final debe almacenarse en condiciones tales que permitan una maduración adecuada. Estas condiciones corresponden a temperaturas de entre 10° y 15°C, con humedad relativa del aire de la cámara no inferior a 80%. El tiempo recomendado que el queso debe permanecer en estas condiciones es de 25 a 35 días. Sin embargo se acostumbra sacar a la venta el queso de cabra entre los 12 y 15 días.

Diagrama línea de flujo de la elaboración de queso madurado de cabra



Elaboración de ricotta a partir de suero de leche de cabra

El suero es la parte líquida después de separar la cuajada al elaborar el queso. Se puede definir también como el líquido resultante de la coagulación de la leche en la fabricación de queso, después de la separación de la mayor parte de la caseína y la grasa. Es posible obtener suero de la producción de mantequilla y la fabricación de caseína, por lo tanto en una definición más general puede afirmarse que el suero es el líquido formado por parte de los componentes de la leche tales como lactosa, sales minerales, vitaminas solubles, proteínas solubles y algo de grasa, que resulta de diversos procesos de elaboración de productos lácteos.

2.1. COMPOSICIÓN DEL SUERO

El suero obtenido de la fabricación de quesos u otros productos lácteos, es un alimento interesante no solamente por la presencia de lactosa sino, además, por tener otras proteínas diferentes a las obtenidas por coagulación en la elaboración de quesos. Estas proteínas están, a diferencia de la caseína, en solución en el suero. Se caracterizan por ser ricas en aminoácidos y vitaminas indispensables en la alimentación humana. En contraposición a estas cualidades, el suero tiene cantidades elevadas de materias salinas que constituyen un inconveniente que limita en ciertos casos su consumo en forma directa por el hombre. Estas limitaciones se materializan principalmente en estados diarreicos que se presentan en el individuo que lo consume.

Sin embargo, se utiliza en la alimentación de porcinos en algunas pequeñas empresas dedicadas a esa actividad. Este animal posee en su tubo digestivo cantidades importantes de una enzima llamada lactasa, la cual tiene la propiedad de hidrolizar

la lactosa, es decir, separarla en una molécula de glucosa y otra de galactosa. De esta forma es posible de digerir con mayor facilidad.

En general el suero es rico en vitaminas del complejo B y en vitamina C. Las proteínas que permanecen en el suero son la lactoglobulina y la lactoalbúmina. Precisamente son estas proteínas las que precipitan por acción de la temperatura y la acidificación del suero, obteniéndose como resultado un producto llamado ricotta o requesón.

Sin duda que la cantidad, la composición y las características del suero proveniente de la elaboración de quesos dependen del tipo de leche que se utilice en el procedimiento. Así, dado que la composición de la leche de cabra es diferente, por ejemplo, a la de la leche de vaca, el suero también es distinto.

La tabla siguiente presenta la composición del suero obtenido de leche de vaca y de cabra:

COMPONENTES	DE LECHE VACA	DE LECHE DE CABRA
Humedad (%)	94-95	92-94
Grasa (%)	0,04	0.5-1.5
Proteína (%)	0.8-1.0	1.0-1.3
Lactosa (%)	4.5-4.9	4.4-4.9
Sales minerales (%)	0.05	0.06

Como se aprecia en la tabla anterior, la cantidad de agua del suero de la leche de vaca (94 - 95%) es superior a la de cabra (92 - 94%) y por lo tanto, la otra parte de la composición del suero, los sólidos contenidos en el suero (grasa, proteínas, lactosa, sales minerales) son mayores en la leche de cabra. Como resultado, el rendimiento de la ricotta obtenida de suero de leche de cabra será, a la vez, superior al de la leche de vaca.

2.2. APROVECHAMIENTO DEL SUERO

El suero es considerado en general, como un subproducto molesto y de difícil aprovechamiento. En el caso de grandes empresas lácteas dedicadas principalmente a la producción de quesos, existen grandes dificultades respecto al destino del suero resultante debido, principalmente, a que la normativa sanitaria no permite su derramamiento a cauces naturales o a la red de aguas servidas, previo a su tratamiento.

Los productos que tradicionalmente se han obtenido a partir de suero han sido los siguientes:

- Suero en polvo, a base de concentrar los sólidos por evaporación y secado
- Lactosa obtenida por concentración, cristalización y separación
- Concentrados proteínicos obtenidos por ultrafiltración del suero
- Producción de bebidas a partir del suero
- Utilización de suero en la fabricación de helados
- Extracción de crema destinada a la fabricación de mantequilla
- Fabricación de ácido láctico
- Extracción de la lactosa a partir de suero
- Fabricación de vinagre
- Producción de quesos de suero

2.3. LA RICOTTA O REQUESÓN

Este tipo de queso es originario de la región costera del mar Mediterráneo y sur de Italia. Se caracteriza por su alto contenido de humedad, que alcanza al 70%. A ello se suma un porcentaje elevado de lactosa que, al igual que la materia grasa, depende del tipo de materia prima utilizado en su elaboración. Si bien es cierto que la ricotta se fabrica principalmente de suero, éste puede originarse de leche entera, parcialmente descremada o totalmente descremada.

Así también la composición del suero depende del tipo de queso que se esté elaborando. La clase de queso elaborado influye especialmente en el porcentaje de grasa, porque la temperatura alcanzada durante el proceso de cocción, así como la mayor o menor división de la cuajada, hacen que pase al suero una cantidad distinta de materia grasa. Por estas circunstancias, los quesos de pasta dura que exigen alta temperatura y máxima división de la cuajada, como el queso Parmesano por ejemplo, dan lugar a un suero más rico en grasa que el que se produce en la fabricación de quesos frescos. En este caso la cuajada es dividida en trozos más grandes, no siendo sometida a temperaturas altas de cocción.

En otras palabras, la composición de la leche influye en la composición del suero, de modo tal que la leche proveniente de diferentes especies tiene diferente composición. Y, por lo tanto, el suero obtenido tendrá una composición distinta.

La elaboración de ricotta es una de las formas más ventajosas de utilizar el suero, siempre y cuando su venta esté asegurada dentro de un plazo breve, ya que su conservación es limitada.

Para separar las proteínas del suero que son la lactoalbúmina y la lactoglobulina, éste se debe calentar hasta temperaturas próximas a la ebullición ya que recién a los 80°C, se inicia la coagulación de las proteínas antes mencionadas. Esta operación puede realizarse en la misma tina u olla donde se realiza la fabricación de queso, teniendo la precaución de agitar constantemente con el propósito de lograr un calentamiento uniforme.

Si al alcanzar la temperatura de 85°C no se ha observado la precipitación de la proteína en forma de copos blancos, será necesario acidificar el medio. Para ello se pueden agregar varios productos, entre ellos los siguientes:

- **Adición de ácidos orgánicos (ácido acético, láctico, cítrico, ascórbico)**

Las cantidades a incorporar al suero de ácidos orgánicos son relativamente bajas. En el caso de incorporar ácido acético comercial se utiliza en cantidades no superiores al 0.2% del volumen de suero. Antes de la adición de este elemento se recomienda diluirlo en alrededor de tres veces su volumen en agua. En caso que no se cuente con el mencionado producto, es posible utilizar, simplemente, vinagre o limón en cantidades moderadas, de modo que el producto final no mantenga los olores de éstos. Por ejemplo, se puede recomendar no más de dos cucharadas soperas de uno de estos productos por cada 30 litros de suero. Si se utiliza ácido cítrico o ascórbico, se recomienda incorporar la punta de un cuchillo en la misma cantidad de suero.

- **Adición de suero acidificado obtenido de elaboraciones anteriores de queso**

Es la práctica más común utilizada en la producción de ricotta. Si se quiere incorporar suero acidificado, este último se prepara dejando el suero de queso a temperaturas de 40-45°C con el propósito que aumente la acidez de éste. Se sabe que la lactosa

que contiene el suero se transforma en ácido láctico por la acción de microorganismos presentes en él. De esta forma se puede alcanzar una acidez de 140-150° Thorner. En estas condiciones se incorpora al suero destinado a la elaboración de ricotta en cantidades de 1 a 2 litros por cada 100 litros de suero.

2.4. RENDIMIENTO DE LA LECHE DE CABRA EN SUERO

La materia prima, el suero, se obtiene de la elaboración previa y del día de queso de cabra. El rendimiento en suero es de 85,7% del volumen de leche inicial.

2.5. RENDIMIENTO DEL SUERO EN RICOTTA

El rendimiento obtenido en el producto final es dependiente de la técnica de elaboración aplicada. En el caso de procesar ricotta sólo del suero, sin incorporar cierto porcentaje de leche de cabra, el rendimiento fluctúa entre 5 y 6%. Es decir que de cada 100 litros de suero se logran 5 a 6 kilos de producto final. Sin embargo, se cree que los rendimientos pueden aumentar optimizando el sistema de filtros utilizados. En el caso de incorporar hasta 3% de leche de cabra al suero durante el procesamiento el rendimiento asciende hasta 7%.

2.6. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA RICOTTA

El suero proveniente de una elaboración de queso de cabra, se calienta hasta una temperatura de 70°C. La acidez del suero debe ser de 23° Thorner. En el caso que la acidez sea menor, el suero debe acidificarse por cualquiera de los métodos mencionados anteriormente.

Se continúa calentando, mientras se agita hasta alcanzar la temperatura de 83°C, momento en que las proteínas, debido a la acción conjunta de acidez y calor, precipitan violentamente. En este momento debe detenerse la agitación, prosiguiendo el incremento de la temperatura hasta 93°C como mínimo hasta un máximo de 96°C.

Terminado el calentamiento, se recomienda mantener el suero en reposo durante 15 a 20 minutos. La ricotta que al precipitar flota en la superficie del suero es posible extraerla mediante el uso de coladores o filtros adecuados para ello.



La separación de la parte líquida de la parte sólida del suero en la elaboración de ricotta, se produce por efecto de la gravedad mediante el uso de filtros o paños

2.7. ACONDICIONAMIENTO DE LA RICOTTA

Por tener la característica de un producto unttable o esparcible, la ricotta puede ser usada en tortas, queques o postres. En ese caso se le incorpora un edulcorante, normalmente azúcar. Es frecuente que se use, además, como acompañamiento en pan o galletas saladas y en ese caso se sazona con sal, ciboulette y/o ajo, pimentón, orégano u otras yerbas.

2.8. ENVASADO Y ALMACENAMIENTO

El envasado se realiza en recipientes adecuados, previamente esterilizados, que permitan su fácil transporte. Considerando que el producto presenta alta humedad, los envases deben ser impermeables.

En cuanto al almacenamiento, la ricotta debe mantenerse a temperaturas de 5°C., recordando que de todas formas el producto no tiene una vida útil más allá de los cinco días.



Los envases utilizados para la ricotta son variados.

Es importante considerar que se trata de un alimento fácilmente alterable

2.9. EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA NECESARIA EN LA ELABORACIÓN DE RICOTTA

Se partirá de la base que se tiene suero destinado a la producción de ricotta, que se dispone de la infraestructura necesaria para la elaboración de quesos y que la producción de éstos últimos es a nivel de pequeño productor. Será necesario disponer adicionalmente de una sala equipada con una cocina industrial de uno o dos platos, según la cantidad de suero, además de ollas de aluminio o acero inoxidable con una capacidad de 50 litros. Como accesorios, se necesitan palas agitadoras, filtros (coladores) y envases. En estas condiciones, el proceso no dura más de una hora y media. Por tanto será posible repetir varias veces el procedimiento, durante una jornada de trabajo.

2.10. LÍNEA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE RICOTTA

ETAPA N°1

La recepción del suero se inicia cuando éste es separado de la cuajada en la elaboración del queso. Este debe almacenarse a temperatura de hasta 22°C. Con ello se consigue que la acidez del producto se incremente.

ETAPA N°2

Otra alternativa es agregar ácidos orgánicos o suero acidificado, de acuerdo a lo señalado anteriormente en el presente capítulo.

ETAPA N°3

Incorporar al suero alrededor de 3% de leche entera de cabra.

ETAPA N°4

Calentar la mezcla hasta 85°C.

ETAPA N°5

Esperar a que se produzca la precipitación de la proteína, que se manifiesta con la aparición de pequeños copos de color blanco en la superficie del suero.

ETAPA N°6

Utilizando filtros de paño o simplemente coladores será posible separar lo sólido de lo líquido. En el filtro quedará retenido lo sólido, que corresponde a la ricotta.

ETAPA N°7

En esta etapa se incorpora la sal. La cantidad debe corresponder al 3% del peso de la ricotta.

ETAPA N°8

El almacenamiento debe ser a temperaturas no superiores a 5°C y no inferiores 1°C. El consumo debe ser lo antes posible, pues se trata de un producto muy perecible.

Diagrama línea de flujo de la elaboración de ricotta



Elaboración de queso fundido a partir de quesos maduros de cabra

La elaboración de quesos fundidos a partir de quesos maduros de cabra representa una opción tecnológica simple y al alcance del pequeño productor, que permite utilizar como materia prima aquellos quesos que por razones estéticas no puedan comercializarse como tales, pero que sí pueden destinarse a la elaboración de queso fundido. Así, este proceso permite aprovechar quesos maduros aptos para el consumo pero que presentan partiduras, colores anormales, sobremaduración, formas no aceptadas por el consumidor, cortes inapropiados y otros defectos de presentación.

3.1. DEFINICIÓN DE QUESO FUNDIDO

El artículo 239 del actual Reglamento Sanitario de los Alimentos define el «queso fundido» de la siguiente manera: «Queso procesado untable o cortable fundido es el producto obtenido por molienda, mezclado, fundición y emulsificación con la ayuda de calor y agentes emulsificantes de una o más variedades de queso aptos para el consumo, con o sin la adición de sólidos lácteos y otros productos alimenticios, tales como crema, mantequilla, grasa de mantequilla, cloruro de sodio y especias». La reglamentación continúa indicando que a este tipo de productos, untables o cortables, se les podrá adicionar aditivos alimentarios autorizados en el referido reglamento.

Las ventajas que el proceso de fundición de quesos presenta pueden resumirse brevemente en lo siguiente:

- a. Excelente calidad microbiológica y de durabilidad de los productos, lo cual se logra con el proceso de fundición de los ingredientes utilizando altas temperaturas que imposibilitan la viabilidad de microorganismos en su interior.

- b. La interesante y diversificada calidad sensorial que puede obtenerse de ellos por el uso de diversas proporciones de queso de cabra de distintos estados de maduración, junto a la posibilidad de agregar aditivos saborizantes (esencia de roquefort, ahumado, etc).
- c. La facilidad con que se puede implementar el proceso en unidades productivas de toda magnitud no lo limita sólo a productores industriales, presentándose como buena alternativa para medianos y pequeños productores.
- d. Permite el aprovechamiento como materia prima de quesos con defectos de presentación pero aptos para el consumo (debe considerarse, sin embargo, la restricción en el uso de materias primas con defectos mayores que afecten el olor y sabor del producto final).

El queso fundido es un producto de fácil y rápida elaboración, en la que se usan diversos ingredientes. Dentro de estos existen algunos cuya cantidad y variedad dependen del tipo de queso a fundir. Entre los ingredientes utilizados se encuentran:

Queso de cabra

Leche en polvo

Mantequilla

Sales fundentes

Conservantes autorizados

Agua

Saborizantes (optativo)

3.2. PROCEDIMIENTO GENERAL DE ELABORACIÓN DEL QUESO FUNDIDO

En la fabricación de queso procesado o fundido se utiliza queso de cabra, leche en polvo, mantequilla, nitrato de sodio, agua y saborizantes artificiales.

Todos los ingredientes, excepto el saborizante, se vierten en un doble fondo dotado de elementos que permiten una agitación constante. Debe provocarse un aumento de la temperatura del doble fondo por medio de una fuente de calor, permitiendo que la mezcla alcance hasta 80°C. Lograda dicha temperatura debe mantenerse por 15 minutos. Es necesario hacer presente que la temperatura no debe exceder los 85°C, ya que de ocurrir esta situación, se corre el riesgo de deteriorar la calidad del producto final. A continuación se debe agregar el saborizante (si se desea incorporarlo).

3.3. FUNCIÓN DE LOS INGREDIENTES INCORPORADOS A LA MEZCLA

Queso madurado de cabra

Es el producto básico de la mezcla de ingredientes. Puede presentar algunos defectos estéticos, pero no defectos de tipo organoléptico o sanitario como hinchazón, sabores anormales, exceso de sal, presencia de hongos y olores extraños que afecten la calidad del producto final.

Leche en polvo

Su adición, que no debe superar el 10% de la mezcla, mejora la cremosidad del producto final y el rendimiento del queso fundido.

Mantequilla

Este producto no debe presentar olor y sabor rancio, a cebo, jabón o textura arenosa. Cumple la función de adicionar materia grasa con el fin de obtener una consistencia suave, mantecosa y untable. También es posible reemplazar la mantequilla por alguna grasa de origen vegetal, como margarina, por ejemplo.

Nitrato de sodio o sorbato de potasio y benzoato de sodio

Estos productos son compuestos químicos que actúan como preservantes en el queso. Su finalidad es permitir y prolongar la conservación del producto final.

Sales fundentes

Son una mezcla de emulsificantes con ácidos orgánicos, que se agregan para obtener una fundición homogénea de todos los ingredientes que se incorporan. Su mezcla no deben sobrepasar el 3% del producto final.

Agua

La incorporación de agua se utiliza como el medio que permite la disolución y la mezcla de los ingredientes, aumentando a la vez, la humedad del producto final.

3.4. PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE LOS INGREDIENTES

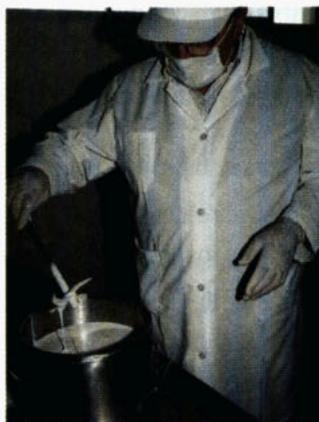
3.4.1. Eliminación de la corteza y trituración

En esta etapa se elimina la corteza o se raspan los quesos, para así utilizar solamente el queso que no ha estado en contacto directo con el aire y con microorganismos.

La trituración tiene como finalidad facilitar la fundición del queso. Se debe moler el queso para que la mezcla pueda ser fundida más eficientemente. Aquellos quesos cuyo proceso de maduración se haya prolongado por largo tiempo y presenten una textura dura, pueden ser rallados utilizando el utensilio común para este fin en repostería.

3.4.2. Aplicación de temperatura

Se debe aplicar temperatura hasta alcanzar los 80°C en agitación constante. Para tales efectos se recomienda utilizar una olla de volumen adecuado a la cantidad de queso a fundir y que permita revolver sin dificultad. Para evitar que el queso se queme es recomendable hacer el proceso en baño de María. En este momento la consistencia del producto debe ser viscosa y fluida (consistencia semejante a la leche condensada). De no ser así y si por ejemplo el producto presenta una textura más dura, es posible adicionar pequeñas cantidades de agua hasta alcanzar la consistencia deseada y, por lo tanto, la humedad pretendida manteniendo la temperatura de 80°C.



Durante el procesamiento del queso fundido se debe lograr una consistencia pastosa, similar a la de la leche condensada

La cantidad de agua a adicionar depende del contenido de humedad que la materia prima utilizada tenga. Naturalmente, un queso (materia prima) de mucha humedad requiere poca adición de agua y al contrario, un queso (materia prima) de poca humedad requiere mayor adición de agua. Lo importante es, a estas alturas del proceso, obtener una consistencia como la descrita anteriormente.

Logrado tal propósito, el doble fondo es retirado de la fuente de calor, procediéndose a envasar su contenido.



El envasado del queso fundido puede realizarse en diversos recipientes.

Sin embargo, debe considerarse que el desarrollo de hongos es frecuente si se utilizan envases no sellados al vacío

Con la finalidad de evitar el desarrollo de microorganismos en la masa del queso fundido, se pueden incorporar preservantes autorizados tales como el sorbato de potasio y el benzoato de sodio. Con el fin de que no se produzca el desarrollo de hongos en la superficie del queso ya elaborado se procede a aplicar una delgada capa de parafina sólida a temperatura de 60°C, que cubre completamente la superficie del queso expuesta al oxígeno. En el caso de utilizar envases al vacío, no será necesario tomar esta última medida.

Como una forma de facilitar el trabajo se presenta la siguiente formulación:

Queso de cabra	49,59 %
Leche en polvo	4,97 %
Mantequilla	3,97 %
Sales fundentes	1,79 %
Nitrato de sodio	0,034 %
Agua	39,67 %

3.5. TECNOLOGÍA DE TRABAJO

La tecnología de trabajo o línea de flujo es la siguiente:

- a. Incorporar dentro de un doble fondo en las proporciones descritas anteriormente, queso de cabra, leche en polvo, mantequilla, sales fundentes, nitrato de sodio u otro conservante y, por último, dos tercios del agua recomendada.
 - b. Proporcionar al doble fondo la energía calórica escogida.
 - c. Mantener bajo constante agitación la mezcla mientras se incrementa la temperatura hasta 80°C.
 - d. Incorporar gradualmente el resto del agua hasta lograr la consistencia de leche condensada. En caso de no alcanzar dicha consistencia, continuar incorporando agua hasta lograrla.
 - e. Manteniendo la temperatura en los niveles recomendados, finalizar el proceso de agitación y envasar en caliente.
- La cantidad final del agua que se debe incorporar a la mezcla destinada a la elaboración de queso fundido de cabra depende de la humedad que tenga el queso utilizado como materia prima.
 - Idealmente el producto final debe almacenarse a temperaturas de refrigeración.
 - La temperatura de 80°C aplicada a la mezcla para queso fundido resulta aceptable como un medio de pasteurizar el producto final.

3.6. LÍNEA DE FLUJO DE LA ELABORACIÓN DE QUESO FUNDIDO DE CABRA

ETAPA N°1

Durante la etapa de recepción de la materia prima debe considerarse la selección de ella, separando aquellas piezas de queso que no estén aptas para el consumo humano.

ETAPA N°2

Se elimina la corteza del queso debido a que, normalmente, esa parte es de mayor dureza que el interior. De no eliminarse la corteza, se corre el riesgo que al proceder a la molienda permanezcan partes de la corteza aún enteras.

ETAPA N°3

El queso a fundir debe trozarse en caso que éste sea de consistencia blanda o molerse o rallarse, si se trata de quesos con una madurez avanzada.

ETAPA N°4

Una vez molido se procede a pesar el queso o las mezclas de éste y definir las cantidades de otros elementos a incorporar de acuerdo a la cantidad de queso a procesar.

ETAPA N°5

En esta etapa se incorporan las sales fundentes, leche en polvo, mantequilla, conservantes y parte del agua, en proporción acorde con la formulación sugerida anteriormente.

ETAPA N°6

La mezcla definida anteriormente se somete a calentamiento a temperaturas no superiores a 85°C.

ETAPA N°7

Es importante no incorporar toda la cantidad de agua recomendada en la formulación, sino más bien, en forma parcial. El agua es un elemento importante en la definición de la textura

deseada para el queso fundido y la cantidad total depende de la humedad de la mezcla de quesos utilizados. Mientras más humedad tenga la mezcla, menos agua se necesita.

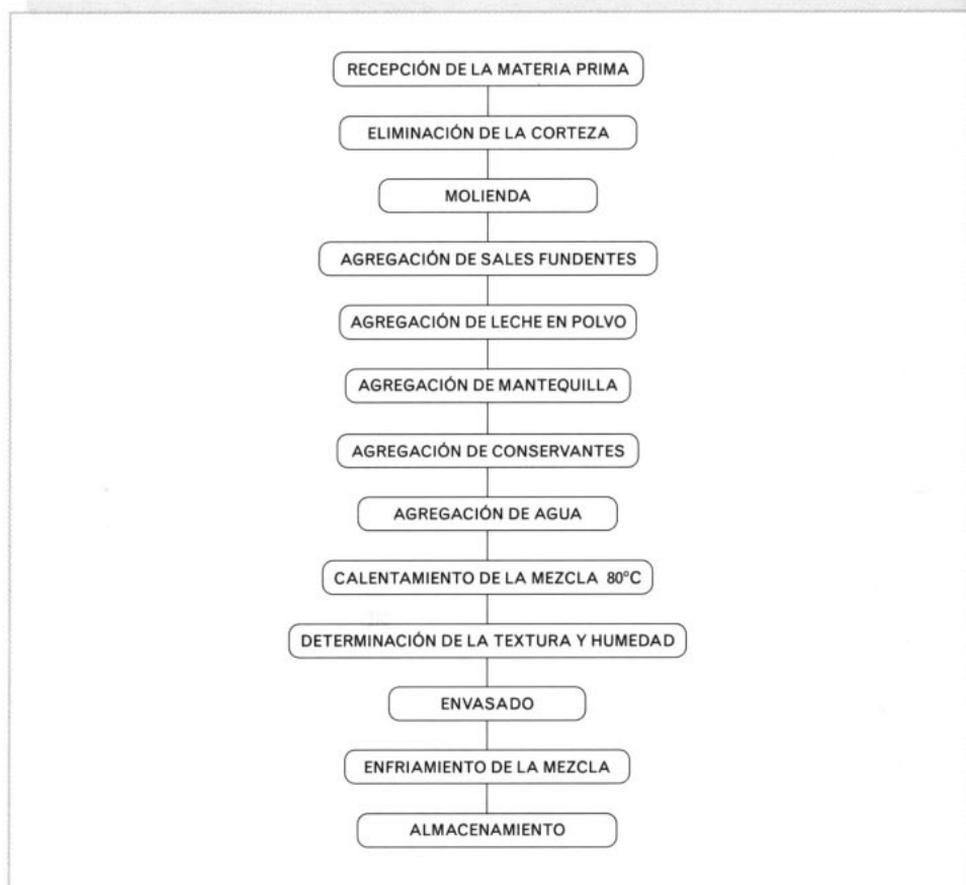
ETAPA N°8

El envasado debe ser en caliente debido a que en estas condiciones es más fácil el procedimiento.

ETAPA N°9

Una vez envasado el queso fundido se procede al enfriamiento. Las condiciones de enfriamiento son de temperatura de 5°C.

Diagrama línea de flujo de la elaboración de queso fundido de cabra



Elaboración de manjar blanco a partir de leche de cabra

El manjar blanco (o dulce de leche) puede definirse como el producto resultante de la concentración mediante ebullición a presión atmosférica de una mezcla de leche, azúcar y otros aditivos. Las ventajas de su bajo costo de producción, sencillo proceso de elaboración, escasos requerimientos de equipos y un manejo fácil durante su almacenamiento lo ubican como una buena alternativa para el aprovechamiento de volúmenes pequeños de leche de cabra. Para su elaboración se necesitan, simplemente, una paila u olla, una paleta revolvedora y una fuente de calor, que normalmente es el gas licuado.

4.1. TIPOS DE MANJAR

Básicamente se fabrican dos tipos de manjar: uno es de consistencia semi líquida y está destinado al consumo en forma directa o la fabricación de tortas y pasteles. El otro, de consistencia dura, se moldea formando una caluga y se comercializa en esas condiciones.

Para la elaboración de este tipo de producto, al igual que otros de origen lácteo caprino, se requieren equipos que funcionen en óptimas condiciones sanitarias y de trabajo, además de ciertos requisitos que deben cumplir la materia prima, los aditivos y envases.

4.2. CONDICIONES DE LA MATERIA PRIMA

A fin de conseguir un producto de calidad, la materia prima debe poseer condiciones óptimas en cuanto a acidez, contenido graso y contenido de sólidos.

Dichos aspectos tienen rangos estrechos de variación experimentalmente comprobados y a los cuales debe ceñirse quien desee realizar un procesamiento en base a una adecuada materia prima.

• Acidez

Esta es quizás la característica más importante que incide en la calidad del dulce de leche. Al respecto, se debe tener presente que la leche fresca de cabra posee un leve carácter ácido, el cual fluctúa entre 0,15 y 0,19 por ciento de acidez. En condiciones de temperaturas que permiten el desarrollo de microorganismos y transcurrido un tiempo luego del ordeño de la leche de cabra, comienza a elevarse la acidez inicial, debido precisamente a la acción de bacterias ácido lácticas sobre la lactosa de la leche con producción de ácido láctico. Este aumento de acidez corresponde a la denominada «acidez desarrollada», que sumada a la acidez natural de la leche constituye la acidez titulable o total, que es uno de los factores que mayor preocupación debe suscitar en el proceso de la elaboración del manjar blanco.

Ya durante el procesamiento del producto, la acidez inicial de la leche se va incrementando en la medida que las condiciones de concentración del manjar blanco aumentan. Se ha establecido que este incremento de la acidez se debe a que el ácido láctico presente en la materia prima, si bien no aumenta en cuanto a cantidad durante la elaboración, aumenta en porcentaje por el hecho que el agua disminuya por efectos de la evaporación. En estas condiciones, la acidez adquiere mucha significación y puede incluso llegar al punto isoeléctrico de la caseína. De esta manera puede producirse un fenómeno llamado «manjar cortado».

Se ha determinado que para el procesamiento de la leche de cabra destinada a la elaboración del manjar, ésta debe tener una acidez máxima de 0,13%. En consecuencia, para poder trabajar en esas condiciones tanto a las leches frescas de cabra como a las almacenadas debe adicionarse un neutralizante de tipo alcalino. Los montos de esta adición estarán relacionados con la acidez de la materia prima al momento de la elaboración.

Aún cuando es ventajosa la adición de este tipo de sustancia, es conveniente que la leche posea como máximo 0,19% de ácido láctico, ya que una acidez superior requiere, como es lógico, de una mayor cantidad de neutralizante y ello puede originar un producto con sabores extraños y colores oscuros.

Por otro lado, al utilizar una leche con acidez elevada y prescindiendo del uso de neutralizante, se obtendrá como resultado un manjar blanco con problemas de textura (aspereza y grumosidad) y con tendencia a cortarse.

Para reducir la acidez, el neutralizante más utilizado es el bicarbonato de sodio (NaHCO_3), siendo la dosis a agregar la resultante de la siguiente tabla:

ACIDEZ INICIAL DE LA LECHE (EN PORCENTAJE)	DIFERENCIA DE ACIDEZ (EN PORCENTAJE)	GRS. DE BICARBONATO AGREGAR POR 100 L DE LECHE
0,14	1	9,3
0,15	2	18,6
0,16	3	28,0
0,17	4	37,0
0,18	5	46,6
0,19	6	56,0

Para aplicar la tabla anterior se debe considerar que se necesita utilizar leche que tenga una acidez no superior a 0,13% de ácido láctico. Por lo tanto será necesario agregar cierta cantidad de bicarbonato de sodio. Así por ejemplo, si la leche (materia prima) tiene 0,18% de ácido láctico, se debe neutralizar la diferencia de 0,05% de ácido láctico (desde 0,18% a 0,13%). Por lo tanto se deberán agregar, según la tabla, 46,6 gramos de bicarbonato de sodio por cada 100 litros de leche que se esté procesando.

• Contenido de grasas

La importancia de la materia grasa en la leche, materia prima, está basada en su relación con la palatabilidad del producto. Los problemas de textura áspera surgen frecuentemente en el dulce de leche cuando el contenido de materia grasa se aleja del rango normal en el cual oscila la leche entera de cabra. En la situación en que la leche no cumpla con este rango es posible adicionar crema de leche de buena calidad. Para realizar la estandarización se recomienda utilizar la opera-

ción denominada «el cuadrado de Pearson» detallada paso a paso en el capítulo 6 del presente documento (página 83).

4.3. CONDICIONES DE LOS ADITIVOS

Entre los aditivos principales que se usan en la elaboración del manjar se encuentra la sacarosa. Este elemento debe incorporarse hasta en 20% del volumen de leche a utilizar.

Existen también una serie de aditivos opcionales que otorgan una mayor estabilidad al producto en el almacenamiento, lo que permite un mayor tiempo de duración en óptimas condiciones. Entre los conservantes permitidos, los más frecuentes son el sorbato de potasio y benzoato de sodio, sugiriéndose una dosis de 0,5 gr. de c/u por Kg. de producto terminado.

Con el fin de mejorar la presentación del producto final, acrecentando su brillo, es posible reemplazar la sacarosa en un máximo de un 2% por glucosa de maíz, pero se debe tener presente que este azúcar produce un aumento en la viscosidad del producto en almacenamientos prolongados.

4.4. ELABORACIÓN

Entre los aditivos principales utilizados en la elaboración se encuentran, además de la sacarosa, los espesantes y estabilizantes a base de carragenina. Las dosis sugeridas dependen del fabricante, pero normalmente se incorporan no más de 2 gr. por Kg. de producto terminado.



A nivel casero es posible elaborar manjar blanco utilizando una simple olla o un balde de acero inoxidable

Comercialmente, los estabilizantes contienen entre sus ingredientes goma guar, carragenina, DJ y MJW, goma xantana, maltodextrina y gelatina 180 Blum. Entre sus características se logra la hidrólisis de lactosa en sus dos moléculas: glucosa y galactosa.

La forma más simple de trabajar es utilizando una paila abierta a presión atmosférica. Los aditivos se incorporan a la leche cuando se inicia el calentamiento y en el orden siguiente: neutralizante, sacarosa, glucosa, estabilizantes y conservantes.

El rendimiento del producto final corresponde al 50% de la materia prima utilizada en la elaboración. Como conservantes se recomiendan el benzoato de sodio y sorbato de potasio, en dosis no superiores a medio gramo de cada uno por cada kilogramo de producto terminado, según ya se indicó.

El producto se mantiene en ebullición hasta que la concentración alcanza a los 70° Brix. En caso que no se cuente con instrumentos para tal medición, es posible confiar en algunos detalles prácticos como el color y la consistencia.

Todos los procesos antes señalados van acompañados de una constante agitación, la cual permite, entre otros objetivos, un mejor control de la reacción de Maillard.

4.4.1. Reacción de Maillard

Esta reacción en realidad es un grupo de reacciones sucesivas que conducen a la formación de pigmentos melanoideos de coloración oscura que actúan frente a la caseína.

En la elaboración del dulce de leche, esta reacción es manejada para proporcionar a este alimento su valor más característico: la coloración oscura. Para ello se recurre al poder reductor que proporciona la lactosa y la presencia de caseína, todo esto catalizado por metales como hierro, cobre y otros, la temperatura elevada y el aumento del pH.

Se debe tener en consideración que estas reacciones son autocatalíticas, es decir, necesitan de poca energía de activación para efectuarse y se dividen en rápidas y lentas. La de tipo rápido es la que se produce en la elaboración del dulce de leche y la de carácter lenta es contraindicada y se verifica durante el almacenamiento prolongado, por ejemplo, de la leche en polvo.

Entre los fenómenos que se producen como producto de la reacción de Maillard se cuentan:

- Coloración oscura
- Sabor a caramelo
- Insolubilización de las proteínas
- Descenso del pH
- Liberación de gas carbónico
- Producción de compuestos reductores

4.4.2. Cristalización de la lactosa

Si la reacción de Maillard es muy importante que se verifique durante el proceso de elaboración del dulce de leche, la cristalización de la lactosa es un fenómeno que puede ocurrir durante el almacenamiento y es necesario evitarlo.

Este tipo de fenómeno es el principal motivo de rechazo del producto por parte del consumidor, debido a los problemas que acarrea en la textura (arenosidad percibida fácilmente por el paladar).

Existen dos métodos para solucionar este problema: uno es la «siembra con cristales amorfos», esto es la adición de lactosa finamente cristalizada para que funcione como núcleos de cristalización y así la lactosa posible de cristalizar lo haga también finamente.

El segundo método consiste en la adición de la enzima lactasa de forma tal de producir una hidrólisis parcial del azúcar de la leche y de esta forma impedir su cristalización durante su almacenamiento.

4.5. CONDICIONES DE LOS ENVASES

Una vez alcanzada la concentración requerida (70° Brix), se procede inmediatamente a disminuir la temperatura del producto hasta una temperatura de entre 70° y 75°C, que es la adecuada para proceder al envasado.

El enfriamiento se realiza en constante agitación de manera rápida sumergiendo el contenedor en agua fría o de forma lenta con la sola agitación.

Para el manjar tipo semi - líquido se deben utilizar envases herméticos de metal, vidrio o plástico, cuyos tamaños pueden ser variables puesto que no existen normas oficiales al respecto.

En el caso del manjar de tipo sólido, se enfría hasta que adquiera sus mínimas condiciones de viscosidad para ser moldeado. Luego continúa el enfriamiento a temperatura ambiente y suficiente aireación, a fin de permitir la deshidratación y posterior formación de una costra superficial, que facilita el término del envasado. Este se puede realizar en envases de polietileno o celofán, debido a que por su alta concentración de azúcar no necesita hermeticidad drástica.

4.5.1. Envasado y almacenamiento del manjar

Se utilizan envases de vidrio y plástico. Los primeros son más adecuados que los segundos debido a que los envases de vidrio suelen venir con tapa que cierra herméticamente, lo que permite una mayor conservación del dulce de leche.



En el envasado del manjar es preferible utilizar envases que, al finalizar este proceso, impidan la introducción de aire en su interior

El almacenamiento debe efectuarse en lugares frescos. El manjar no necesita ser almacenado a temperaturas de refrigeración.

4.6. LÍNEA DE FLUJO PARA EL MANJAR BLANCO ELABORADO CON LECHE DE CABRA

ETAPA N°1

La recepción de la leche y la determinación de su calidad son muy importantes en la elaboración de manjar blanco. Es de especial importancia la determinación de la acidez de la materia prima.

ETAPA N°2

La etapa consiste en incorporar bicarbonato de sodio a la leche. La cantidad a incorporar depende la cantidad de ácido que la leche contenga. En este capítulo se presenta una tabla que relaciona la cantidad de bicarbonato de sodio con la acidez de la leche.

ETAPA N°3

En esta etapa se incorpora la sacarosa o azúcar común y la glucosa en proporción que no exceda el 20% del volumen de leche.

ETAPA N°4

La mezcla debe calentarse hasta ebullición bajo constante agitación. Mientras se incrementa la temperatura se incorpora el estabilizante. Este tiene como finalidad proporcionar cuerpo al producto de modo de dejarlo más líquido o espeso de acuerdo al deseo del operario. Si se desea puede incorporarse, también, sorbato de potasio y benzoato de sodio en cantidades de medio gramo de cada producto por kilo de manjar resultante. Se sabe que por cada litro de leche utilizada en el proceso se obtiene medio kilo de manjar.

ETAPA N°5

La mezcla debe mantenerse en ebullición hasta que la concentración de sólidos alcance los 70° Brix. La concentración se mide con un instrumento llamado refractómetro. Si no se cuenta con dicho instrumento hay otros métodos empíricos para determinar el punto final. Por ejemplo, si se introduce una gota de manjar en proceso en un vaso de agua y esta gota llega entera al fondo del vaso, significa que el producto tiene la concentración adecuada.

ETAPA N°6

El producto debe ser envasado en caliente.

ETAPA N°7

El almacenamiento debe ser en un lugar fresco. Su durabilidad depende de la calidad de la materia prima, del grado de concentración del producto final, del tipo de envases utilizados y de la temperatura a la cual se almacena. Ambientes entre 7 y 10°C son apropiados.

Diagrama de flujo para el manjar blanco elaborado con leche de cabra



Elaboración de yoghurt a partir de leche de cabra

Originario de los Balcanes, el yoghurt es un producto lácteo fermentado obtenido por acción de las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* sobre la leche con o sin aditivos opcionales. Estos organismos son capaces de degradar la lactosa en forma total o parcial, y transformarla en ácido láctico, dando además las características de sabor, consistencia y aroma típicos del producto. En la mayoría de los países donde se consume y produce en gran escala, se han utilizado diferentes tipos de bacterias lácticas, sin embargo ha predominado el uso de los microorganismos antes mencionados.

Los roles principales de los cultivos del yoghurt son la producción de ácido láctico y el desarrollo del sabor en el producto. *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* convierten parte de la lactosa en ácido láctico y producen pequeñas cantidades de otros compuestos. El ácido láctico contribuye a resaltar el sabor ácido y suave del producto, mientras que los subproductos, como el acetaldehído contribuyen al aroma típico y agradable del yoghurt. Se ha determinado que el sabor del yoghurt cambia continuamente durante la elaboración y almacenamiento y que estos cambios en sabor pueden variar dependiendo de los cultivos, de la formulación de la mezcla de éstos y de las condiciones de incubación y almacenamiento.

Los principales pasos en la elaboración del yoghurt son: pasteurización, homogeneización, inoculación, incubación y refrigeración.

5.1. ACONDICIONAMIENTO DE LA LECHE PARA YOGHURT

Para la preparación del yoghurt se utiliza leche fluida de cabra. La leche puede ser entera o descremada. Normalmente la leche es enriquecida con sólidos para producir una cuajada más consistente y además se le suele incorporar leche en polvo. De no haber, un buen sustituto de la leche en polvo es la incorporación de gelatina como una forma de mejorar la consistencia del producto.

5.2. PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE PARA YOGHURT

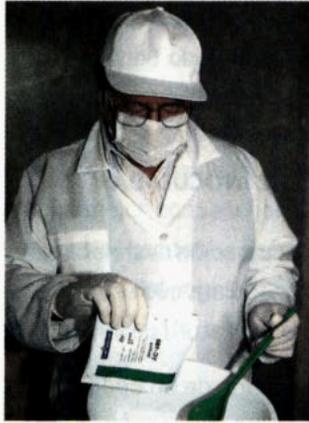
El tratamiento térmico es utilizado para eliminar la mayor parte de los microorganismos, e inactivar las enzimas presentes en forma natural en la leche. Las temperaturas de pasteurización son, por lo general, más drásticas que las utilizadas para otros productos lácteos. Se recomienda un tratamiento calórico de 80° a 85° C por 30 minutos, pero 90°C por 5 minutos puede satisfacer también los requerimientos para el yoghurt de buena consistencia y viscosidad.

5.3. HOMOGENEIZACIÓN DE LA LECHE PARA EL YOGHURT

La homogeneización que puede o no aplicarse a la leche de cabra, se define como el proceso por el cual es posible disminuir el tamaño de los glóbulos grasos de la leche. Esta operación influye favorablemente sobre la consistencia, viscosidad, sabor y aroma del yoghurt, así como en la formación de una cuajada suave, aumentando de esta manera la digestibilidad del producto final debido a la incorporación mecánica de los glóbulos grasos finamente divididos dentro de la estructura del coágulo. Los mejores resultados de la homogeneización se logran con 150 a 200 atmósferas de presión y aplicando temperaturas de 55° a 60° C.

5.4. INOCULACIÓN DE LA LECHE PARA EL YOGHURT

La inoculación puede definirse como el procedimiento destinado a incorporar las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* a la leche ya pasteurizada, que será utilizada en la elaboración de yoghurt.



**La inoculación es proceso en el cual se incorporan los fermentos lácticos a la leche.
Existen cultivos lácticos que pueden incorporarse en forma directa a la leche**

Es necesario destacar que la temperatura óptima de crecimiento de *Lactobacillus bulgaricus* es de 40° a 43°C, mientras que para el *Streptococcus thermophilus* es de 40° a 45° C. De manera que una temperatura de 42° C es la media ideal de crecimiento de la bacteria en referencia.

En la actualidad, existen dos formas de inoculación de la leche para yoghurt. La primera consiste en incorporar una cantidad determinada de microorganismos a una limitada cantidad de leche, entre 1 a 2 litros. Después de ser incubados a temperatura de 42°C durante tres o cuatro horas pueden ser utilizados como inóculo para cantidades mayores de leche. Así, por medio de repetidos «repiques», es posible aumentar el volumen inoculado hasta alcanzar la cantidad necesaria para incorporar a la leche destinada a la fabricación del producto. Este es el método más antiguo, que si bien permite obtener resultados satisfactorios, presenta el riesgo de que en algunos de los mencionados repiques, ocurra alguna contaminación.

En caso de utilizar esta técnica se recomienda agregar entre 0.5 y 3% del volumen de leche como inóculo. Utilizaciones superiores a 3% dan como resultado una cuajada que desprende suero y por lo tanto, se desmejora su calidad. Una dosis muy disminuida, en tanto, tiene como resultado una producción de ácido muy baja y de producción lenta.

La otra técnica, algo más reciente que la anterior, consiste en incorporar directamente a la leche la cantidad de inóculo, sin que medien los repiques mencionados anteriormente. Las empresas productoras de cultivos lácticos acondicionan envases adecua-

dos de diversas concentraciones acordes con diferentes cantidades de leche con que se cuenta para trabajar. El método tiene la ventaja que se requiere de menos equipamiento que el anterior y es sin duda más práctico y seguro.

5.5. INCUBACIÓN DE LA LECHE INOCULADA

La incubación de la leche es la operación destinada a multiplicar los microorganismos incorporados en la etapa anterior. Para que esto ocurra sin contratiempo, será necesario mantener la leche a la temperatura de 42° C.

Esta etapa conduce a la formación de un coágulo acompañado de producción de ácido láctico y otros compuestos que contribuyen a la formación del aroma del yoghurt. Se ha comprobado que el desarrollo de aroma se produce cuando el producto tiene una acidez de 0,85% expresado como ácido láctico. Como ya se mencionó, la incubación debe realizarse bajo condiciones adecuadas de temperatura, además de tiempo. En el caso de usar *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* la incubación se realiza dentro de 2 a 3 horas a una temperatura de 42°-43° C.



El proceso de incubación tiene como objetivo permitir el desarrollo de los cultivos lácticos incorporados en la etapa anterior utilizando temperaturas que fluctúan entre 42° y 43°C

Se ha determinado, además, que el consumidor prefiere el yoghurt con una acidez titulable de 0,85 a 0,90% de ácido láctico. Para que esto ocurra, el proceso de incubación se debe detener cuando el producto alcance una acidez de 0,65 a 0,70%, la cual ocurre normalmente después de un periodo de 2,5 a 3,5 horas de mantenerlo a 42°- 43° C.

5.6. REFRIGERACIÓN

El objetivo de colocar el producto en refrigeración es detener drásticamente la actividad de los microorganismos inoculados. El nivel de enfriamiento después de completada la incubación afecta considerablemente la firmeza del coágulo. En general, bajas temperaturas favorecen una mejor consistencia y altas temperaturas producen un cuerpo más líquido y menos consistente. Este mismo fenómeno ocurre durante el almacenamiento y distribución del yoghurt. Se recomienda que el producto final se mantenga por 24 horas en cámara fría a temperaturas de 3° C.



El enfriamiento del producto final favorece significativamente su consistencia

5.7. TIPOS DE YOGHURT

Las etapas generales de procesamiento del yoghurt han sido descritas anteriormente y son la pasteurización, inoculación e incubación. La homogeneización, otra de las etapas mencionadas anteriormente, es un proceso que puede considerarse como optativo. Sin duda que la leche sometida a este proceso adquiere las características explicadas con anterioridad, sin embargo es posible que en el procesamiento esta etapa pueda omitirse. La inoculación, incubación y refrigeración pueden realizarse de diferentes formas y son los procesos que marcan la diferencias entre los tipos.

En la actualidad existen dos tipos de yoghurt: el aflanado y el batido. Se diferencian entre ellos por el método de producción, textura, sabor y naturaleza de procesamiento después de la inoculación, los que tienen influencia en su consistencia.

5.7.1. Yoghurt batido

El proceso de incubación para este tipo de yoghurt se realiza en estanques acondicionados para tal efecto capaces de mantener la temperatura de incubación en forma constante, mientras se realiza el proceso. La masa del yoghurt, aún sostenida en el estanque, es enfriada a temperatura de 2° a 7° C. Cuando el producto obtenga dicha temperatura se realiza el batido que consiste en poner en movimiento la masa del yoghurt con el propósito de alterar su consistencia.

Importante es la rapidez con que se aplica el batido, puesto que a mayor rapidez de agitación el yoghurt tiende a perder viscosidad. Este hecho afecta la calidad del producto. Si se quisiera agregar fruta, pulpas o mermeladas, es durante el proceso de batido del yoghurt el momento más adecuado. Así, se logra un producto de consistencia pareja, homogénea y cremosa. Finalmente se envasa y almacena a 3° - 5°C.

5.7.2. Yoghurt aflanado

A diferencia del yoghurt batido, la etapa de incubación se lleva efecto en el envase. Es así como la leche ya inoculada en un estanque, es llevada inmediatamente a los envases definitivos y luego tapados. En estas condiciones, el producto es enviado a incubación en cámaras acondicionadas a temperaturas de entre 42° - 43° C. Es decir, que el producto que llega al envase contenedor, en su momento, es leche inoculada.

El yoghurt se forma, posteriormente, en el recipiente mismo. El tiempo en que se mantiene en estas condiciones es similar al utilizado en el yoghurt batido. Posteriormente los envases son trasladados a cámaras de almacenamiento refrigeradas a temperaturas de 3° - 5°C. El producto tiene una consistencia firme y una masa continua semi sólida, diferente a la del yoghurt batido.

De acuerdo con algunos expertos, la materia prima destinada a la fabricación de yoghurt debe contener una mayor cantidad de sólidos que lo que normalmente contiene la leche. Es así como en el caso de la leche de vaca, la cual contiene una cantidad de sólidos totales cercanos al 13%, es necesario aumentarlos mediante la adición de leche en polvo de vaca. En el caso de elaborar yoghurt con leche de cabra, se recomienda la aplicación de gelatina, con el fin de obtener un producto más genuino y porque la leche de cabra contiene una mayor cantidad de sólidos totales que la leche de vaca.

5.8. MATERIALES RECOMENDADOS EN LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

- Leche de cabra
- Cultivos de yoghurt (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*)
- Sacarosa
- Mermeladas, pulpas o fruta fresca o simplemente saborizantes y colorantes
- Gelatina en polvo de 220 blum sin sabor
- Conservantes (sorbato de potasio y benzoato de sodio en cantidades de medio gramo de cada uno por kilogramo de producto terminado)
- Estufa de cultivo
- Envases de vidrio de 250 cc con tapa *twist off*

5.9. TECNOLOGÍA DE TRABAJO

La línea de flujo adecuada para la fabricación de yoghurt utilizando leche de cabra como materia prima es la siguiente:

- Preparar la leche incorporando la gelatina en cantidades no superiores a 0,6% del volumen de leche. La gelatina debe ser disuelta previamente en un poco de agua fría y posteriormente proceder a mezclarla con la leche.
- Pasteurizar la leche a 90°C por 10 minutos.
- Enfriada a 42°C .
- Agregar el inóculo constituido por los cultivos de yoghurt (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*).
- Incubar la leche inoculada por alrededor de tres horas a 42°C hasta que la acidez alcance a 0,65% de ácido láctico (posteriormente la acidez continuará incrementándose levemente, hasta acercarse a un 0,85%).
- Enfriar a 5°C.
- Incorporar saborizantes, conservantes y edulcorantes.
- Envasar en envases de vidrio o plástico.
- Almacenar a temperatura de refrigeración.

5.9.1. Equipos necesarios para la fabricación del yoghurt

A nivel de pequeña empresa se debe disponer de ollas (50 litros máximo la de mayor tamaño) de diferentes dimensiones de modo de lograr que una de ellas pueda ser introducida dentro de la otra para así formar un Baño de María.

Una de ellas se utilizará como recipiente para efectuar la pasteurización de la leche. En el Baño de María se realizará la incorporación de gelatina, el enfriamiento de la leche después de la pasteurización, la inoculación, la incubación, el enfriamiento final, la incorporación de azúcar, pulpas, mermeladas, saborizantes, conservantes y colorantes.

Se necesita, además, de palas revolventoras, envases y otros utensilios como balanza y material de laboratorio.

5.10. LÍNEA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE YOGHURT DE LECHE DE CABRA

ETAPA N°1

Recepción de la leche y determinación de su calidad. La materia prima destinada a la elaboración de yoghurt debe ser de excelente calidad, principalmente desde el punto de vista microbiológico. Esta afirmación se fundamenta en el hecho que se trata de un producto fermentado, en el cual intervienen microorganismos lácticos incorporados a ese medio. Estos microorganismos deben desarrollarse y, para que esto ocurra, se mantienen por un tiempo determinado a 42°C. Esa temperatura es también ideal para que se desarrollen otros microorganismos resistentes a la temperatura de pasteurización y podrían ser competencia de los anteriores y deteriorar el producto final.

ETAPA N°2

La pasteurización de la leche destinada a la elaboración de yoghurt es bastante más drástica que aquella definida para otros productos. Las temperaturas recomendadas son de 80°C por 30 minutos en caso de utilizar el sistema de pasteurización lenta o 90°C por 5 minutos si se usa el sistema de pasteurización rápida.

ETAPA N°3

La leche debe ser enfriada hasta 42°-45°C.

ETAPA N°4

La leche se inocula con cepas de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* en cantidades que están especificadas en el envase que contiene los fermentos.

ETAPA N°5

La leche inoculada se mantiene por espacio de 2 a 3 horas a 42°-45°C, con el propósito que los microorganismos inoculados se desarrollen.

ETAPA N°6

Transcurrido ese tiempo y cuando el producto alcance una acidez de 0,65% de acidez, se procede al enfriamiento del producto hasta una temperatura de 5°C.

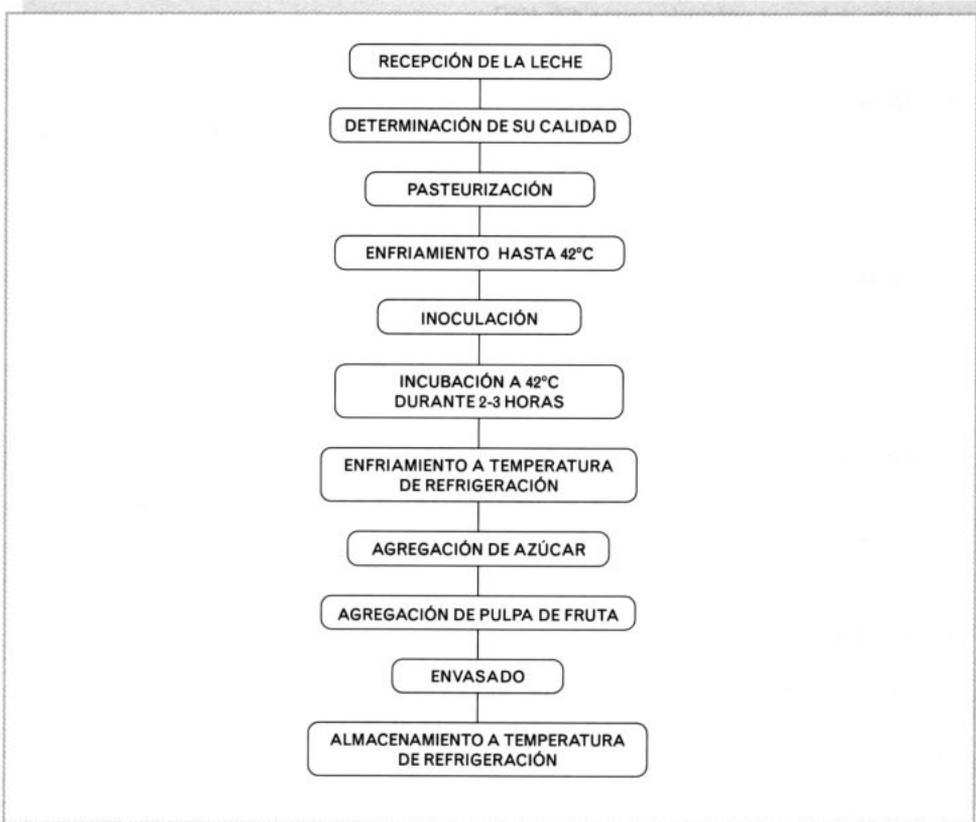
ETAPA N°7

Solamente cuando la temperatura del yoghurt sea de 5°C se procede a incorporar sacarosa (10-12%), o mermeladas (10%) o pulpa de fruta (10%) y azúcar (2%)

ETAPA N°8

Esta etapa corresponde al envasado del producto y su almacenamiento a temperaturas de 5°C.

Diagrama línea de flujo para la elaboración de yoghurt de leche de cabra



Obtención de crema de leche para elaboración de mantequilla

La mantequilla se puede definir como crema o, simplemente, como una leche rica en grasa.

El proceso de obtención de la crema se realiza por medios sencillos como es el de mantener la leche entera en reposo durante cierto periodo de tiempo de modo de lograr que la grasa ascienda por efectos de la gravedad. La grasa de la leche tiene una densidad inferior al resto de los componentes de la leche y por tal característica sube hasta la superficie de la leche formando lo que comúnmente se denomina «la nata». En esas condiciones, este elemento puede ser removido por medio de cucharones y el producto resultante se denomina «crema».

Otra forma de obtener crema, ya a nivel industrial, es utilizando la fuerza centrífuga. De hecho, se fabrican equipos dotados de platos giratorios de características especiales que tienen como finalidad separar los elementos más pesados de la leche de aquellos más livianos. De esta manera se separa la grasa del resto de los componentes de la leche. El producto resultante, al igual que en el caso anterior, se llama crema.

Existen dos tipos de crema según el grado de acidez que ella tenga y consecuentemente, el tipo de mantequilla que se desea obtener. Así, se habla de crema dulce y crema ácida.

Se denomina crema dulce a aquella cuya acidez se mantiene en los niveles similares a los de una leche normal. Por el contrario, crema ácida es aquella que, producto de la fermentación de la lactosa por acción de microorganismos, tiene niveles de acidez aumentados. Y, en forma paralela, se ha realizado el sabor y olor agradable de ella, fenómeno que es transmitido a la mantequilla.

La mantequilla obtenida de cremas ácidas si bien es cierto es mejor aceptada por el consumidor, tiene menor duración en almacenamiento. La razón de este fenómeno se debe a que el producto puede alcanzar lo que se denomina «sobre maduración» debido a la acción de microorganismos incorporados durante el proceso de inoculación y maduración .

Por esta razón, las empresas optan por producir mantequillas a partir de crema pasteurizada a la cual no se le han incorporado fermentos lácticos y es así que en el comercio es difícil encontrar el producto obtenido de cremas ácidas. A continuación se describe el acondicionamiento de la crema para la elaboración de mantequilla.

6.1. FILTRADO

La crema se pasa a través de un paño llamado osnaburgo con el propósito de separar todas aquellas partículas groseras adquiridas durante su obtención tales como pajas, pelos, polvo y otras.

6.2. ESTANDARIZACIÓN O DILUCIÓN DE LA CREMA

Es necesario diluir la crema hasta niveles cercanos al 35-40% de materia grasa. Esta operación sirve, en el caso de la crema de leche de cabra, para estandarizar la materia prima a los niveles antes mencionados. Se ocupa el elemento de estandarización y el método de Cuadrado de Pearson como forma de obtener resultados.

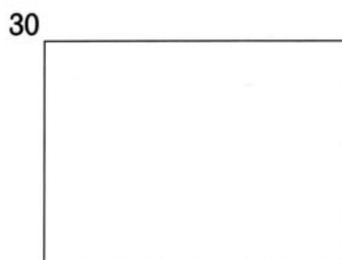
Este método es simple, fácil y práctico para estandarizar mezclas de leche. Se usa corrientemente para calcular las proporciones de leche y crema o leche entera con leche descremada a mezclar para obtener, en el producto final, un determinado porcentaje de materia grasa.

Para una mejor comprensión del lector se explicará el método por medio de un ejemplo práctico:

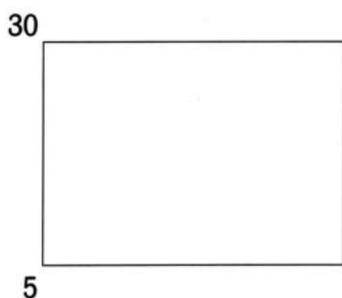
Se supondrá que se dispone de crema de 30% de materia grasa y leche de 5% de materia grasa. Se desea obtener una crema que contenga 20% de materia grasa. La pregunta es: ¿cuánta leche y cuanta crema de 30% es necesario mezclar para obtener 200 kilos de crema de 20% de materia grasa?

6.3. PROCEDIMIENTO A SEGUIR

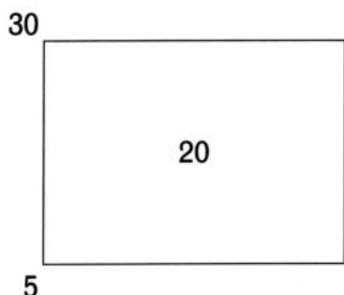
- Dibuje un cuadrado y coloque en el ángulo superior izquierdo el contenido de materia grasa del producto que dispone de mayor contenido graso. En el ejemplo corresponde a la crema de 30% de materia grasa.



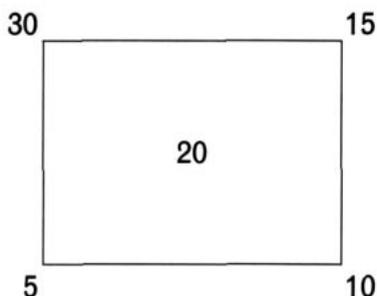
- En el ángulo inferior izquierdo coloque el contenido de materia grasa del producto que dispone de menor contenido graso. En el ejemplo corresponde a la leche de 5% de materia grasa.



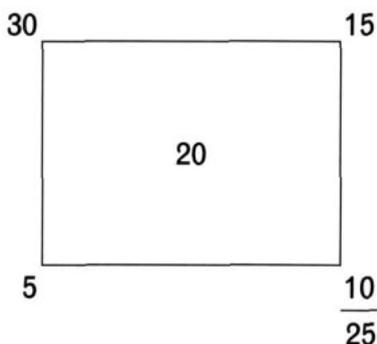
- En el centro el cuadrado coloque el porcentaje que se desea en el producto final. En el ejemplo corresponde a 20.



- En el ángulo superior derecho coloque las diferencias resultantes de restar los números de la izquierda (5 y 30) con el número del centro (20) siempre los resultados serán positivos.



- Los números resultantes a la derecha del cuadrado indican la proporción que se debe mezclar la crema de 30% de materia grasa (en el ejemplo 15 partes) con la leche de 5% de materia grasa (en el ejemplo 10 partes).
- Si 15 es una parte que se desea mezclar y 10 es la otra parte, la suma de las partes será el total o el 100%. En el ejemplo es 25.



- Como se desea obtener 200 kilos de crema de 20% de materia grasa, se sabe que el 100% es 25 y una de las partes es 15 correspondiente a la crema y la otra parte es 10 correspondiente a la leche. Por lo tanto se continúa con el siguiente razonamiento:

¿Si 25 es el 100%, 15 corresponde a qué porcentaje?

Por medio de una regla de tres se tiene:

25 --- es el -- 100%

15 ---- será ----- X

X= 15 multiplicado por 100 y el producto de esa multiplicación dividirlo por 25 da como resultado 60.

Entonces: 15 partes, es decir la crema de 30%, corresponde al 60% de la mezcla

Por lógica se deduce que si la crema es el 60% de la mezcla, el 40% restante será la leche.

- Para finalizar la operación, también por una regla de tres, se determina cuál es el 60% de 200 (corresponde al total del producto final que el problema solicita responder) y cual es el 40% de 200.

si el 100% ----- es ----- 200

el 60% ----- será ----- X

X= 60 multiplicado por 200 y el producto de esta multiplicación dividirlo por 100 da como resultado 120 que corresponde a la cantidad de crema necesaria para mezclar con la leche para obtener 200 kilos de mezcla. La cantidad de leche se determina restando 120 a 200, es decir 80 kilos de leche.

6.4. COLORANTES PARA MANTEQUILLA

En este momento es posible incorporar a la crema un colorante de manera de obtener un producto final con el color natural de la mantequilla. El Anatto es uno de los utilizados. La dosis recomendada es de 0,8 cc por kilo de crema. La razón de aquello es que la grasa obtenida de leche de cabra, igual que la mantequilla, es prácticamente blanca, similar a la manteca hidrogenada.

El color amarillo natural de la mantequilla se debe al caroteno.

Esta sustancia es un colorante natural de la grasa de la leche, de las zanahorias, la alfalfa y otros productos de origen vegetal.

El color preferido por el consumidor de mantequilla parece ser el amarillento o amarillo dorado, este color se logra fácilmente en las épocas de abundancia de pasto verde.

Cuando el consumo de pasto verde disminuye en la alimentación del ganado, específicamente el ganado caprino, la mantequilla resultante aparecerá de un color amarillo claro ó prácticamente blanca similar a la manteca, siendo objetada por la mayoría de los consumidores.

Con el fin de solucionar este problema y lograr una mantequilla de color uniforme durante todo el año es que se puede recurrir al uso de colorantes inocuos.

La substancia colorante es agregada a la crema en la batidora un momento antes de comenzar el batido.

Colorantes de uso habitual

Bixa Orellana : Colorante que se extrae de la semilla del árbol del mismo nombre. Esta semilla es blanca por dentro y tiene una delgada capa de materia colorante que posee dos colores distintos ; el bixin, que es amarillo y el crellin, que es rojo.

Caroteno : Se obtiene de las zanahorias o es producido en forma sintética.

Annato : Producto que se aplica también como colorante para algunas variedades de quesos.

6.5. NEUTRALIZACIÓN DE LA CREMA

El término neutralización se aplica a la práctica de ajustar la acidez de la crema a una acidez cercana a lo normal de una leche. El proceso consiste en agregar alguna sustancia alcalina, como bicarbonato de sodio, con el fin de reducir el contenido de ácido láctico presente en la crema.

6.5.1. Procedimiento de neutralización

Se determina la acidez de la crema antes de la pasteurización y en aquellos casos donde sea necesaria la neutralización se procede a efectuarla siguiendo la siguiente pauta:

Se determinan los gramos de ácido láctico a neutralizar en una determinada cantidad de crema. Sabiendo que 0,01 gramo de ácido láctico es neutralizado por 0,0093 gramo de bicarbonato de sodio, se determina la cantidad de neutralizante alcalino a incorporar a la crema.

6.6. PASTEURIZACIÓN DE LA CREMA

La pasteurización de la crema proporciona a la mantequilla mayor duración en almacenamiento. El principal objetivo de la pasteurización es destruir la totalidad de los microorganismos patógenos que pudieran existir en ella. En forma paralela se destruyen enzimas que actúan sobre la grasa produciendo la hidrólisis de ella.

El proceso de pasteurización se realiza a temperatura de 90°C durante 20 minutos, procurando al término de este tiempo, enfriar la crema rápidamente hasta 8°C con el fin de esta no adquiriera sabor a cocido o quemado.

6.7. MADURACIÓN DE LA CREMA

El proceso tiene como objetivo impartir a la crema sabores y olores agradables que posteriormente son traspasados a la mantequilla, mejorando su calidad.

Existen ciertas bacterias naturales en la leche, y por lo tanto en la crema, que tienen la facultad de producir ácido láctico de la lactosa, mientras que otras generan productos aromatizantes.

6.8. LÍNEA DE FLUJO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA CREMA DE LECHE DE CABRA DESTINADA A LA ELABORACIÓN DE MANTEQUILLA

ETAPA N°1

Las primera etapa corresponde a la recepción de la materia prima y la determinación de su calidad. Los principales controles que se deben hacer a la crema recepcionada son la determinación de cantidad, acidez y temperatura. La crema antes de su procesamiento debe almacenarse a baja temperatura (5°C).

ETAPA N°2

La filtración es el siguiente paso. Con ello se consigue la eliminación de pelos, pajas y otras suciedades que suelen estar presentes en la crema.

ETAPA N°3

Estandarizar la crema a porcentajes cercanos al 35-40% es aconsejable en esta etapa de modo de lograr buenos rendimientos de la mantequilla. El método de estandarización de la crema está descrito en páginas anteriores.

ETAPA N°4

A esta altura del proceso corresponde realizar la neutralización. El procedimiento está detallado en páginas anteriores.

ETAPA N°5

La quinta etapa del proceso corresponde a la pasteurización de la crema. Por tratarse de un producto de baja conducción del calor, la temperatura recomendada es de 90°C por un tiempo de 20 minutos.

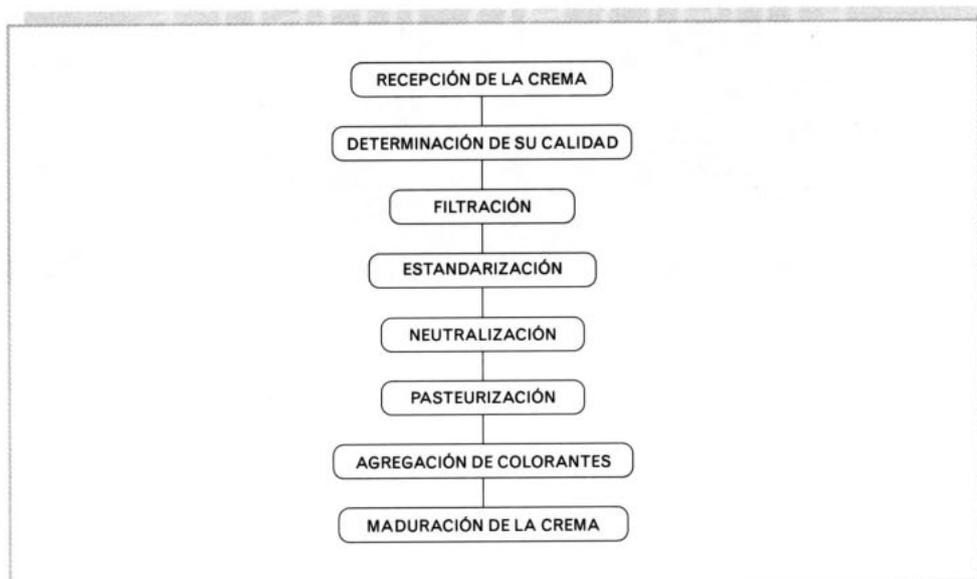
ETAPA N°6

En casos que la crema tenga un color no deseado será posible incorporarle como opción colorantes. Para ello existen una serie de ellos destacados en el capítulo correspondiente. La cantidad se determina de acuerdo al tipo de colorante y las especificaciones técnicas de cada producto.

ETAPA N°7

La última etapa de preparación de la crema para mantequilla corresponde a la inoculación con fermentos lácticos y la maduración. Los detalles de tipos de fermentos están explicadas anteriormente y la cantidad en las especificaciones técnicas aparecidas en el envase correspondiente.

Diagrama línea de flujo para el acondicionamiento de la crema de leche de cabra destinada a la elaboración de mantequilla



Elaboración de mantequilla a partir de crema de leche de cabra

En la elaboración de la mantequilla existen tres etapas bien definidas:

- El batido de la crema
- El lavado del grano de mantequilla
- El amasado de la mantequilla

7.1. EL BATIDO

El objetivo del batido es transformar la crema, en la cual se encuentra la grasa en forma de pequeños glóbulos formando una emulsión en el medio líquido (leche), en mantequilla. En ésta, a diferencia de la crema, el medio líquido (agua) se encuentra formando pequeños gotas en forma de una emulsión en la grasa. Durante esta operación se separa el suero de la grasa.

7.1.1. Teoría del batido

En ciertas condiciones de concentración de materia grasa y temperatura, la agitación provoca la formación de una espuma firme. Si esta agitación se prolonga, se llega a la destrucción de la espuma, separándose la grasa en forma de mantequilla. Los fenómenos físicos que se suceden en este proceso son complejos y se explican a continuación:

La agitación de la crema provoca la incorporación de aire en forma de burbujas, que se materializa en un espesamiento de la crema y un aumento de su volumen por la formación de espuma sólida cuando el contenido de materia grasa es superior a 30 ó 35%.

El producto se vuelve estable cuando las burbujas de aire incorporadas se subdividen formando pequeños núcleos, alrededor de los cuales se agregan los racimos de glóbulos grasos.

El aumento de las microburbujas de gas incorporadas con la influencia de la agitación prolongada, provoca una fuerte compresión de los glóbulos grasos. Una parte de éstos se rompe. La grasa que se libera forma una fase continua, que actúa como un cemento que envuelve a los glóbulos grasos intactos y a las gotas acuosas.



El proceso de batido tiene como objetivo transformar la crema, que es una emulsión de la grasa en leche, en mantequilla, la cual es una emulsión de agua en la grasa

Como consecuencia de lo anterior, los granos de mantequilla se separan del suero de mantequilla produciéndose una inversión parcial; la emulsión original grasa de agua (crema) se cambia por la de agua en grasa característica de la mantequilla.

7.1.2. Factores que afectan el batido de la crema

Existen una serie de contingencias que tienen influencia en los resultados obtenidos después del batido de la crema. Los más importantes se detallan a continuación:

- a. En la batidora la crema es sometida a una acción mecánica durante el batido. En algunas batidoras esta acción se logra haciendo subir y bajar la crema por la acción rotatoria del barril ; en otras, la crema es arrojada contra las paredes y azotada contra las superficies opuestas mediante mecanismos especiales (tablas batidoras, mezcladoras o rodillos). Las batidoras de operación convencional tienen una velocidad óptima de rotación con la que se logra un magnífico batido de la mantequilla. Tal velocidad debe asegurar la mayor altura de caída posible de la mantequilla. Por otra parte, si la velocidad es mayor que la óptima, la crema se adherirá a las paredes de la batidora debido a la aceleración del efecto centrífugo, prolongando la duración del batido.
- b. Efecto del nivel de llenado de la batidora

Para asegurar un batido normal se debe practicar un llenado normal del barril de la batidora. Un nivel superior al normal causa la prolongación del batido por la menor altura de caída de la crema. Por el contrario, un llenado insuficiente del barril provoca la formación prematura de mantequilla y una parte considerable de los glóbulos grasos no alcanzará a formar granos, quedando bajo forma de suero de mantequilla.

Si se llena bajo el 20% de su capacidad, el batido durará más tiempo porque, en este caso, la crema se esparce sobre las paredes del barril rotatorio y no se bate. Por lo tanto no son recomendables ni la carga excesiva ni la insuficiente de la batidora porque, como ya se explicó, resulta imposible en cualquiera de estos dos casos un batido normal de la crema. Se ha establecido que al batir la crema con un contenido graso sobre el 38% el llenado óptimo sería de un 40% de la capacidad de la batidora; con crema de un contenido graso más alto, el llenado óptimo sería de un 35% de su capacidad. En cuanto al llenado mínimo, no deberá ser inferior al 25%.

c. Efecto del contenido graso en la crema

Con crema de alto contenido graso (68 al 70%), el proceso de formación del grano de mantequilla se acelera. Al batir cremas de diferente contenido graso deben crearse condiciones tales que el tiempo utilizado en el batido corresponda al normal (30-45 min.) y asegure la obtención de mantequilla de consistencia y textura finas.

d. Efecto del grado de maduración en la crema

Al batir una crema no madurada, la temperatura de batido debe ser más baja.

La formación del grano de mantequilla está además afectado por la acidez de la crema. La crema ácida se bate mejor que la dulce.

e. Efecto de la temperatura de batido

De entre los factores que afectan el batido de la crema, la temperatura es uno de mayor importancia porque regula este proceso y afecta, además de la dureza de la grasa y la proporción de su parte líquida, el grado de formación de espuma y su carácter, el grado de concentración del glóbulo de grasa y su absorción por las sustancias superficiales activas grasas.

La movilidad de la crema y la fuerza mecánica que actúa durante el batido dependen también de la temperatura. Todos estos factores afectan la duración del batido que transformará la crema en mantequilla, la distribución de la grasa entre el grano y el suero de mantequilla y la consistencia de ella.

La temperatura mínima en que es posible la formación del grano de mantequilla depende de la consistencia de la grasa de la leche y sus características físico-químicas. Mientras más blanda es la grasa, más baja es la temperatura mínima de batido permisible. Si la temperatura es inferior a 5-7°C, la crema no se aglomera. Con una temperatura superior a la mínima, el proceso de formación del grano comienza y se acelera a medida que ella se eleva.

Como guía, la temperatura inicial de batido puede ser 7 a 10°C.

Durante el proceso de batido, la temperatura de la crema se eleva sostenidamente, excediendo, al final del batido, a la temperatura inicial en 1,5 -2°C. La elevación de la temperatura es causada, principalmente, por transformación de la energía mecánica en termo-energía. El calor proveniente de la grasa en fusión que se separa durante la acción del batido, por cambio de fase, es de menor importancia.

La elevación de la temperatura resultante de la transformación de la energía mecánica en energía térmica, depende de la duración del batido y de la intensidad de la influencia mecánica. Mientras más prolongado es el batido y mayor la intensidad de la influencia mecánica, mayor será la elevación de la temperatura.

En caso de una diferencia muy pronunciada entre las temperaturas del barril y de la crema, en especial con una buena conductividad térmica de las paredes de la batidora (particularmente en batidoras de metal), la temperatura final del batido puede ser considerablemente más alta que la inicial.

La temperatura a que tiene lugar la formación del grano de mantequilla es llamada «temperatura de terminación de batido». Si esta temperatura es de 12° a 14°C, ello significa que la crema ha tenido una correcta preparación y el contenido promedio de grasa de la crema es el apropiado para la obtención de mantequilla de la mejor consistencia y máximo grado de utilización de la grasa.

f. Efecto del tiempo de batido de la crema

El proceso de batido es normal si se realiza dentro de 30 a 45 minutos. Al acortar ese lapso, las características del grano de mantequilla se ven afectadas y disminuye el grado de utilización de la grasa. Como resultado de un batido prolongado e insatisfactorio se obtiene un grano de mantequilla grasoso. El grano que ha sufrido mecánicamente el efecto de un batido prolongado es difícil de trabajar. La mantequilla que de él se obtiene es de consistencia anormal y retiene poca agua.

7.1.3. Procedimiento de trabajo

El proceso de elaboración puede realizarse a nivel casero utilizando una batidora eléctrica rotatoria, la cual es capaz de transformar la crema en mantequilla, en alrededor de 30 a 45 minutos después de haber iniciado el batido. La temperatura recomendada en este proceso fue de 8°C.

A nivel de pequeña industria se utilizan recipientes llamados batidoras que consisten normalmente en un recipiente dotado de agitadores de paletas rotatorias en su interior. La batidora es llenada en un 40% de su capacidad. Al comienzo del batido se separan los gases de la crema. Para eliminarlos se detiene la máquina después de algunos segundos de batido. El proceso de batido se observa a través de una ventanilla que normalmente tienen las batidoras y puede considerarse terminado cuando, sien-

do el contenido graso de la crema de 28-30%, el diámetro del grano de mantequilla alcanza 2 a 3 mm. Si el contenido graso es superior a 30%, el grano alcanza de 4 a 5 mm.

El grano normal de mantequilla debe ser uniforme y tener forma de globo. En caso de una desviación de las medidas señaladas, se estaría frente a un problema ya sea de sobreatado de la crema o de su batido insuficiente. En el último caso, la pérdida de grasa en el suero de mantequilla aumenta en especial en el caso de crema de alto contenido graso, ya que los glóbulos más pequeños de ésta no habrán alcanzado a unirse al grano de mantequilla.

El tamaño del grano de mantequilla tiene gran importancia para su posterior trabajo. El grano fino tiene una superficie más bien grande y retiene gran cantidad de suero de mantequilla, que no puede ser extraído completamente por el lavado. Por esta razón, la mantequilla obtenida contiene grandes cantidades de sólidos no grasos, especialmente proteínas.

En el caso de un grano sobreatado, que es más grande que el grano normal, tampoco es posible eliminar el suero de mantequilla por lavado y procesamiento. Por esta razón, la mantequilla obtenida será rica también en sólidos no grasos. Además, este grano tiene una consistencia blanda que hace difícil el amasado de la mantequilla.

7.2. LAVADO DEL GRANO DE MANTEQUILLA

El propósito del lavado busca, primeramente, la eliminación del suero de entre los granos de mantequilla. En segundo lugar, mejorar la consistencia de la mantequilla mediante una temperatura adecuada del agua de lavado.

El grado de eliminación del suero depende de la consistencia del grano y de su tamaño. Mientras más grueso es éste, más difícil será el lavado del suero. La durabilidad de la mantequilla aumenta como resultado del lavado del grano. Pero esto será así sólo en caso que la calidad del agua de lavado corresponda a los requisitos del agua potable.

El agua de lavado debe ser transparente, sin sedimentos, insípida e inodora, bacteriológicamente pura. No debe contener microorganismos patógenos, ni coliformes. El agua que contenga sobre 1 mg de hierro por litro no debe ser usada para lavar la mantequilla y deberá ser tratada con un equipo especial en que, mediante la influencia del oxígeno, los óxidos ferrosos son transformados en compuestos férricos y precipitados.

El grano de mantequilla es lavado después de la eliminación del suero. Con este fin, el agua de lavado debe ser empleada en cantidad de 50 a 60% de la cantidad de crema. En otras palabras, especialmente en el primer lavado, se debe tratar de reemplazar la cantidad de suero eliminado por la misma cantidad de agua.

El grano es lavado generalmente dos veces. La temperatura del agua de lavado del grano es de gran importancia. Debe ser regulada de tal manera que la mantequilla obtenida alcance la mejor consistencia. Si el grano es compacto y duro, la temperatura del agua de lavado deberá ser la misma que la del batido de la crema. Al lavar un grano blando, de consistencia débil, la temperatura deberá ser menor en 1° ó 2°C que la temperatura del grano de mantequilla. Esta última no debe ser bajada súbitamente, mediante uso de agua a baja temperatura. Es preferible mantener por más tiempo el grano en el agua.

El lavado de un grano quebradizo y duro se deberá hacer con agua a temperatura 1 ó 2° C más alta que la del grano de mantequilla.

El suero de mantequilla es el remanente que queda al separarse la mantequilla de la crema. La composición del suero de mantequilla depende de diversos factores, por ejemplo, de la composición de la leche entera de la cual proviene la crema, de la materia grasa en la crema y de la efectividad del batido y agregados de agua o hielo a la crema. El suero de mantequilla sin agregado de agua o hielo tiene un densidad de 1,032 - 1,035 y la siguiente composición aproximada :

Materia grasa	0,3 - 0,7 %
Lecitina	0,1%
Proteína	3,4%
Lactosa y/o ácido láctico	4,7%
Ceniza	0,7%
Agua	90,8%

A estas alturas del proceso es recomendable hacer el cálculo de rendimiento de la mantequilla. Es decir, saber con anticipación cuál será la cantidad de mantequilla que se obtendrá de una determinada cantidad de crema, sabiendo el porcentaje de materia grasa de la crema. Para resolver el problema se utiliza la siguiente fórmula:

$\frac{\text{Kg de crema} \times \% \text{ M.G de crema} \times 1,2}{100} = \text{Kgs de mantequilla}$

100

Ejemplo:

Se tiene 1000 kg de crema con 35% de MG

¿Qué cantidad de mantequilla se obtendrá ?

$\frac{1000 \times 35 \times 1,2}{100} = 420 \text{ kg de mantequilla}$

100

Una vez finalizado el proceso de batido, será necesario separar el suero de la mantequilla utilizando simples coladores a nivel casero o filtros a nivel industrial.

7.3. EL AMASADO

Después de haber extraído el suero ya separado de la grasa y haber efectuado los respectivos lavados de la mantequilla, se procede a su amasado.

Esta etapa del proceso tiene como objetivo estandarizar su composición, mezclar y distribuir todos los componentes, además de dar consistencia, presentación y durabilidad satisfactorias.



Al final del batido de la crema es posible separar la parte líquida (suero) de la parte sólida (mantequilla)

7.3.1. Para el logro de este objetivo general se deben alcanzar las siguientes acciones:

- Regular humedad
- Conseguir una buena distribución de la humedad
- Conseguir una buena distribución de la sal

El Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile en el artículo 227, párrafo VI, referido a las mantequillas, establece algunas normas sobre su composición. Entre ellas considera las siguientes:

Agua	Máximo 16,0%
Sal (NaCl)	Máximo 2%
Sólido no graso	Máximo 2%
Grasa	Mínimo 80%

Durante el amasado de la mantequilla ocurren dos procesos paralelos:

- Las gotas de suero de mantequilla se agrandan y son expulsadas hacia el exterior.
- Las gotas de suero y agua se incorporan y dispersan en la mantequilla.

A juzgar por la intensidad de estos dos procesos, el amasado de la mantequilla puede ser dividido en tres fases:

- En la primera etapa del trabajo, el grano de mantequilla adquiere firmeza y se une en una masa uniforme separándose de entre los granos una cantidad de agua. Así, esta primera fase está caracterizada por una aguda disminución del contenido de agua en la mantequilla. Hasta antes del amasado, la mantequilla tiene entre 30-50% de agua. El momento de mínimo contenido de agua es llamado «momento crítico del amasado» y señala el fin de la primera fase. El contenido de agua en la mantequilla en el momento crítico depende del proceso tecnológico de la elaboración, es decir del enfriamiento de la crema, temperatura de batido, tamaño del grano, temperatura del agua de lavado, etc. Generalmente, el contenido de agua en el momento crítico debe ser entre 11,5 y 15,5%.

- En la segunda fase de amasado, el contenido de agua en la mantequilla aumenta lentamente. La extracción del agua, al igual que la incorporación de agua en la mantequilla, se realizan al mismo tiempo. Al comienzo de esta fase, la cantidad de agua eliminada es igual a la cantidad de agua introducida. Sin embargo, más adelante la cantidad de agua incorporada empieza a superar la extraída. En esta fase se opera la dispersión de las gotas más gruesas de agua en gotas más finas, que se incorporan con mayor facilidad a la mantequilla.
- La tercera fase del trabajo está caracterizada por un alza considerable del contenido de agua en la mantequilla. Esto es causado por la intensificación del amasado, así como por la incorporación del agua y por la interrupción casi completa de la salida de ésta.

Este momento es el indicado para determinar el contenido de humedad que tiene la mantequilla. El procedimiento es sencillo y a continuación se detalla:

El procedimiento para lograr determinar la humedad consiste en pesar 10 gramos del producto en un vaso metálico y colocar este sobre el fuego de la cocina o un mechero. El vaso metálico debe ser sostenido por medio de pinzas que faciliten el sacarlo o ponerlo sobre el fuego. El recipiente se mantendrá en constante movimiento de modo de lograr que el calentamiento sea uniforme. El procedimiento continúa hasta cuando la muestra llegue a la temperatura de ebullición, caracterizándose por ruidos semejantes a chirridos, producto de la mezcla de grasa y agua. En ese momento se debe poner atención debido a que el vaso debe retirarse del fuego en el momento que los ruidos cesan. Este hecho significa que el agua que contiene la muestra en análisis se ha evaporado. En consecuencia, en el vaso queda solamente grasa. Finalmente, se pesa nuevamente el vaso con la grasa en su interior y el resultado de la resta entre el peso inicial y el peso final de la muestra es el peso del agua que se ha extraído.

Para determinar el porcentaje de agua que tiene la mantequilla sometida a análisis se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de agua de la mantequilla} = \frac{100 \times \text{peso del agua encontrado}}{\text{Peso de la muestra}}$$

Ejemplo:

Se colocan 10 gramos de muestra en un vaso metálico. Después de someterse al fuego siguiendo el procedimiento anterior se vuelve a pesar, se determina que la diferencia entre el peso inicial y el peso después de ser aplicado a temperaturas de ebullición del agua de la muestra es de dos gramos.

Aplicando la fórmula se tiene

$$\text{Porcentaje de agua de la muestra: } \frac{100 \times 2}{10} = 20\% \text{ de agua}$$

En el ejemplo se deduce que la muestra tiene un porcentaje de humedad superior al que se recomienda en la primera fase, por lo tanto hay que continuar con el procedimiento recomendado en la misma hasta lograr alcanzar el punto o momento crítico.

Como resultado del proceso de extracción del agua del interior de la mantequilla se debe lograr un producto que contenga un porcentaje inferior al recomendado por la reglamentación vigente, de modo que se determine primero, la cantidad faltante y segundo, se incorpore esta cantidad de agua a la masa. Para calcular la cantidad de agua a incorporar a la mantequilla se procede de la siguiente manera:

7.3.2. Cálculo de la cantidad de agua que se agrega a la mantequilla

Se puede definir aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Cantidad de mantequilla calculada} \times (\% \text{ agua deseado} - \% \text{ agua encontrado})}{100 - \% \text{ agua encontrado}}$$

En la práctica para regular el porcentaje de agua de la mantequilla se procede de la siguiente forma:

Se disminuye la humedad de la mantequilla a niveles inferiores al máximo permitido por el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile. En el caso de la fabricación de tipo industrial, la mantequilla se aprisiona entre dos rodillos giratorios de acero inoxidable colocados uno en frente del otro, distanciados por entre 3 a 4 milímetros de distancia de modo de hacer pasar el producto por entre ellos. Así se extrae el agua contenida en su interior.

En el caso del procedimiento de elaboración de tipo casero el producto se aprisiona entre las paredes del recipiente (balde) en el cual se realizó la elaboración y una paleta de madera como instrumento de presión.

En ambos casos se trabaja hasta lograr una humedad inferior a la permitida por la reglamentación vigente.

A continuación, utilizando la fórmula presentada anteriormente, se calcula la cantidad de agua faltante, hasta establecer el máximo permitido por el reglamento en referencia.

Ejemplo:

Se cuenta con 420 kilos de mantequilla calculados mediante el procedimiento descrito precedentemente. Después de lograr disminuir la humedad inicial de la muestra, utilizando las prácticas anteriores, se determinó que ésta tiene un 14% de agua y se desea que llegue a un 16%. La pregunta es: ¿cuánta cantidad de agua debe agregarse a la mantequilla para lograr aumentarla desde 14 a 16%?

Aplicando la fórmula se tiene:

$$\frac{420 (16 - 14)}{100 - 14} = \frac{420 \times 2}{86} = 9,77 \text{ litros de agua a agregar}$$

En la cantidad de agua determinada anteriormente se recomienda disolver la sal necesaria que se debe incorporar al producto con el propósito de lograr, junto con el agua, una correcta distribución de ambos elementos en la mantequilla.

7.4. SALADO DE LA MANTEQUILLA

El objetivo del salado es sazonar la mantequilla para darle mejor paladar y ayudar a prevenir el desarrollo de bacterias, levaduras y mohos.

Los requisitos fundamentales para lograr una adecuada regulación del contenido de sal son:

- Determinación exacta de los kilos de mantequilla existentes en la batidora
- Cálculo correcto de la cantidad de sal a incorporar a la masa de la mantequilla

- Pesar correctamente la cantidad de sal
- Distribución homogénea de la sal en los granos de mantequilla

7.4.1. Características de una buena sal para mantequilla

- Debe contener un alto porcentaje de cloruro de sodio libre de compuestos amargos
- Debe estar libre de materias extrañas
- Debe formar una salmuera límpida, de buen olor
- Debe estar libre de bacterias y mohos
- Debe tener un tamaño del grano de sal uniforme
- Debe tener bajo contenido de humedad

7.4.2. Forma de agregar sal

Existen tres métodos para salar la mantequilla:

- Con sal seca
- Con una pasta de sal
- Con salmuera

El salado en seco se lleva a cabo agregando sal seca directamente a la mantequilla en la batidora.

Para salar con sal en forma de pasta, primeramente se humedece la cantidad de sal a utilizar con un poco de agua hasta formar una pasta que luego se agrega a la mantequilla.

Finalmente el salado con salmuera, es decir, sal disuelta en agua, es el método más ventajoso. Aquí no sólo están bien disueltos los cristales de sal en el agua, sino que, al mismo tiempo, se agrega la cantidad de agua necesaria para estandarizar el porcentaje de agua en la mantequilla.

La cantidad de sal a incorporar a la mantequilla se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Kilos de sal} = \frac{\text{Kilos de mantequilla calculados} \times \text{porcentaje de sal deseado}}{100}$$

Ejemplo:

Se ha calculado la obtención de 420 kilos de mantequilla. Se desea que el producto tenga un 2% de sal. La pregunta es: ¿Qué cantidad de sal se le debe incorporar?

En el ejemplo se tiene:

$$\frac{420 \times 2}{100} = 8,4 \text{ kilos de sal}$$

Se recomienda que la cantidad de sal calculada se disuelva en la cantidad de agua a incorporar en la mantequilla destinada a regular su porcentaje de humedad. De esta forma se cumple con los objetivos del amasado en el sentido de regular la humedad, distribuir la sal y mejorar la textura del producto.

7.5. ENVASADO DE LA MANTEQUILLA

La mantequilla es empaquetada para darle presentación comercial y protegerla de las contaminaciones.

El material de envase para mantequilla debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Ser inactivo con respecto a los componentes de la mantequilla. Es decir, no debe permitir la transmisión de sus propios componentes en la mantequilla y no debe ser intervenido por los componentes de la mantequilla, tales como agua y sal.
- Ser lo suficientemente fuerte como para presentar una efectiva barrera contra la contaminación exterior durante la manipulación.
- Ser impermeable a la humedad y vapor de agua para prevenir pérdidas por evaporación.
- Ser impermeable al oxígeno para evitar la oxidación de la grasa y el crecimiento de microorganismos, tales como levaduras y mohos.
- Proporcionar protección contra olores desagradables del exterior.
- Proteger de la luz, que favorece la oxidación de la grasa de la mantequilla.

- Tener una conductividad térmica adecuada para facilitar un rápido enfriamiento durante el almacenaje.
- Poder mantener la forma durante el empaque.



A nivel artesanal o de pequeño productor se pueden construir moldes y paletas de madera que servirán para dar la forma del pan de mantequilla

7.5.1. Los envases utilizados para mantequillas son los siguientes:

a. Papel vegetal (papel mantequilla)

Este material de empaque es impermeable a la grasa y humedad, pero tiene una gran permeabilidad al aire y vapor de agua y normalmente es permeable a la luz.

b. Papel revestido

Los mejores materiales de revestimiento son el polietileno (PE) y el polivinilideno (PVDC). Este tipo de revestimiento reduce o elimina la permeabilidad al aire y vapor de agua y mejora la presentación del envase.

c. Papel de aluminio laminado

Este material de empaque otorga una protección óptima contra todas las influencias ambientales. Recientemente la hoja de aluminio ha sido recubierta con diferentes plásticos y de esta manera se ha eliminado el punto débil de este material, que consistía anteriormente en aluminio laminado con papel y pegado con cera micro-cristalina como adhesivo.

7.5.2. Procedimiento de envasado más simple

Este procedimiento requiere utilizar moldes de madera, una paleta fabricada de modo que pueda introducirse dentro del molde con facilidad, una tapa de molde que ejerce las funciones de émbolo cuando el producto es extraído del molde y papel mantequilla.

Se corta un trozo de papel mantequilla de tamaño suficiente para envolver el producto. A continuación se coloca sobre el papel y en el centro el molde de madera. Se llena con mantequilla utilizando la paleta como herramienta y aprisionándola sobre las paredes del molde para lograr que éste quede uniformemente lleno. Conseguido el propósito, se coloca la tapa del molde sobre la superficie de la mantequilla y se aplica presión uniforme sobre la tapa del molde utilizando los dedos índices, de manera de lograr la salida del pan de mantequilla desde el interior del molde.

Como consecuencia de tal acción el pan de mantequilla saldrá del interior del molde y la tapa del molde quedará pegada en la superficie del pan de mantequilla. Ejerciendo una pequeña presión sobre la tapa del molde, éste se desprende de la superficie.

En este momento se inicia el empaquetado propiamente tal. Se deben tomar los costados del papel y estirarlo de modo de no permitir que queden rugosidades y tratar, al mismo tiempo, de pegarlos a la superficie del pan de mantequilla a fin de envolver el producto. La operación finaliza realizando dobleces en las puntas sobrantes del papel y pegándolos al cuerpo del pan de mantequilla.

7.6. LAVADO DE EQUIPOS Y MATERIALES

Para el lavado de artefactos y utensilios tales como la batidora en el caso de la producción industrial, o baldes en el caso de la producción de tipo casero, además de los moldes y paletas, se recomienda el uso de agua tibia (50-70°C) y detergentes alcalinos con el objeto de remover la grasa, principal elemento constitutivo de la mantequilla.

7.7. TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN

Para transportar la mantequilla se usan vehículos con refrigeración dotados de equipos isotérmicos.

En la industria, la mantequilla se conserva mediante un enfriado inmediato. Mientras más pronto se la enfríe y más baja sea la temperatura, más tiempo se conserva.

rá. La temperatura de conservación en cámara no debe ser superior a 6° C, con una humedad relativa del aire no superior al 80% y provistas de una buena ventilación.

7.8. EQUIPOS Y UTENSILIOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE MANTEQUILLA

A nivel de pequeña empresa e incluso, artesanal, se utilizan los siguientes elementos:

- Mesa de trabajo
- Batidora eléctrica
- Balde o receptáculo cóncavo para mantener la crema
- Termómetro
- Molde para panificar mantequilla
- Paleta de madera de tamaño del molde
- Papel mantequilla
- Refrigerador

7.9. LÍNEA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE MANTEQUILLA A PARTIR DE CREMA DE LECHE DE CABRA

ETAPA N°1

Corresponde a la recepción y control de calidad de la materia prima. Los principales controles que deben efectuarse en esta etapa son la determinación de la acidez de la crema y sobre todo el control de la temperatura. El proceso de fabricación de mantequilla requiere de la utilización de temperaturas que no excedan los 8°C.

ETAPA N°2

La crema enfriada a 8°C se somete al proceso de batido. Las especificaciones relativas a esta etapa están detalladas anteriormente.

ETAPA N°3

Terminada la etapa de batido se procede al lavado del grano. Se realizan, a lo menos, tres lavados. El último lavado se realiza con agua con sal. La cantidad de sal corresponde al 3% de los kilos de mantequilla calculados.

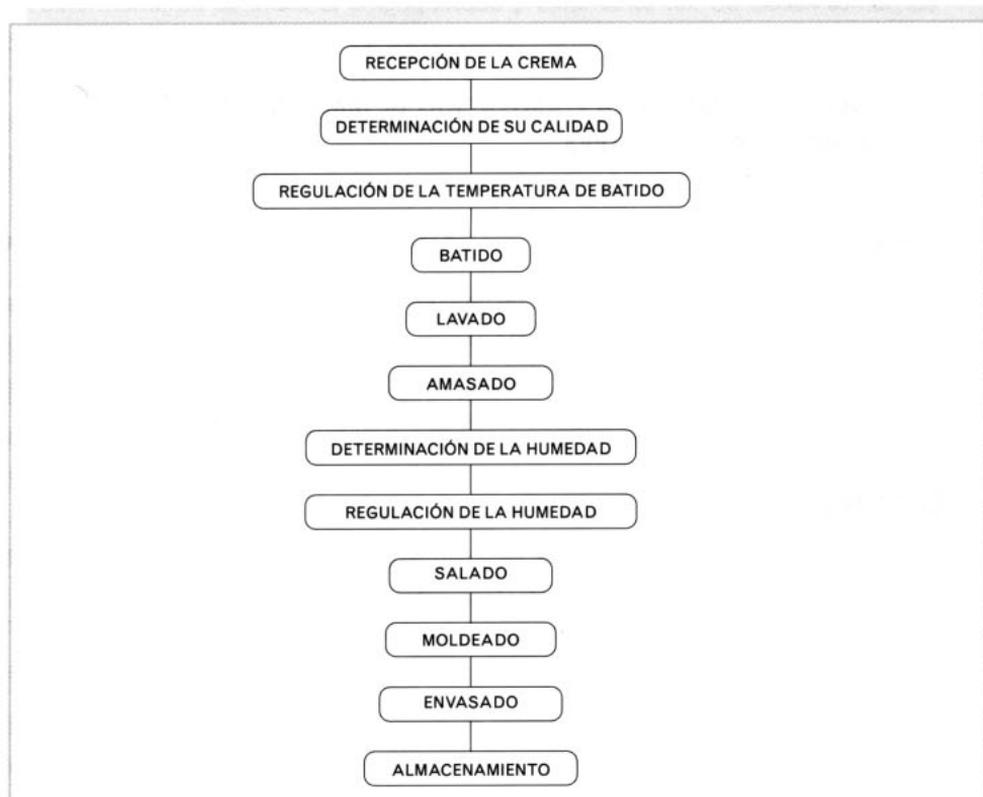
ETAPA N°4

El amasado, etapa siguiente al lavado, tiene entre sus objetivos distribuir la sal, regular la humedad y mejorar la textura del producto. La mantequilla se amasa hasta cuando la humedad no sea superior al 16%.

ETAPA N°5

Terminado el amasado se procede a moldear, envasar y almacenar la mantequilla. La temperatura de almacenamiento debe ser no superior a 5°C.

Diagrama línea de flujo para la elaboración de mantequilla a partir de crema de leche de cabra



Bibliografía

ALAIS, Ch.(1971). Ciencia de la leche. Editorial Continental S.A. Barcelona, España.

American Public Health Association. (1976) Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Nueva York, EE.UU.

AMIOT, J. (1991). Ciencia y Tecnología de la Leche. Editorial Acribia , S.A. Zaragoza, España.

ARATA M., Nicolás J. (1982). Composición físico química del yoghurt comercializado en el Área Metropolitana. Tesis Médico Veterinario. Universidad de Chile, Fac. Cs. Veterinarias y Pecuarias.

ASTUDILLO P., José H. (1975). Aspectos tecnológicos para yoghurt batido. Universidad Austral de Chile, Fac. de Cs. Agrarias.

CHILE. Ministerio de Salud Pública (1982). Reglamento sanitario de los alimentos. Santiago, Chile, Diario Oficial N° 31.282.

ESCUADERO, J., PAULETTI, M. Dulce de leche a partir de leche hidrolizada. Ensayo previo. Instituto de Tecnología de los Alimentos. Universidad Nacional del Litoral, Argentina.

FAO. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina. 1981a. Manual correspondiente al módulo I. Higiene y manejo de la leche. Santiago, Chile.

FAO. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina. 1981b. Manual correspondiente al módulo I. Microbiología de la leche. Santiago, Chile.

FAO. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina. 1981c. Manual correspondiente al módulo II. Recepción y tratamiento de la leche. Santiago, Chile.

FREYER, J. (1972). Elaboración del dulce de leche. FAO. Centro Regional de Capacitación y Demostración en Lechería para América Latina.

GROSSO, A. (1963). Dulce de leche - An Argentine delicacy. In Confectionery Production.

GUZMÁN Wemyss, Vicente. Revista del Campo, Diario El Mercurio, artículo "Elaboración de yoghurt con agregación de fruta natural" (2/11/1976).

GUZMÁN Wemyss, Vicente. Revista del Campo, Diario El Mercurio, artículo "Elaboración de manjar blanco o dulce de leche" (30/11/1976).

GUZMÁN Wemyss, Vicente (1981) Elaboración de yoghurt a nivel artesanal: Industrialización casera y calidad de productos lácteos. Universidad de Chile, Fac. Cs. Agrarias y Forestales.

GUZMÁN Wemyss, Vicente. Revista del Campo (1987), Diario El Mercurio, artículo "Elaboración de quesos a nivel predial". Edición N° 561.

GUZMÁN Wemyss, Vicente. Revista del Campo, Diario El Mercurio, artículo "Nuevas técnicas para mejorar la elaboración del queso de cabra" 2/3/1992.

GUZMÁN, V., VENEGAS, N. (1988). Determinación de bacterias entéricas y *Brucella melitensis* en el queso de cabra de venta en la Región Metropolitana, Revista Chilena de Nutrición 16 (2).

GUZMÁN, V., ARAYA, E., MONDACA, O., AZÓCAR, P., CLERC, R. (1989). Análisis comparativo de dos métodos de higienización de la leche de cabra implementados en una quesería artesanal y rural y su incidencia en la calidad microbiológica del queso. Avances en Producción Animal 14 (1/2).

GUZMÁN Wemyss, Vicente. "Mejoras en el quesillo fresco". Revista El Campesino. Octubre - noviembre 1997.

GUZMÁN Wemyss, Vicente. "Elaboración del queso Chanco". Revista El Campesino. Enero - febrero 1998.

GUZMÁN Wemyss, Vicente. "Elaboración de mantequilla". (Primera parte). Revista El Campesino. Junio - julio 1998.

GUZMÁN Wemyss, Vicente. "Elaboración de mantequilla". (Segunda parte). Revista El Campesino. Junio - julio 1998.

KLAGGES A., María A. (1984). Elaboración de yoghurt batido con concentrado proteico de suero obtenido por ultrafiltración. Tesis de Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile.

KOSIKOWSKI, F. (1970). Cheese and fermented milk food. Edward Brother. Michigan, Estados Unidos.

KURMANN, J. and RASIC (1978). Yoghurt, scientific grounds, technology, manufacture and preparations. Fermented fresh milk products. Vol. I.

LICHTMANN, R. (1979). Dulce de leche. Empleo de la lactosa en su elaboración. En: La alimentación latinoamericana. Editorial Publitec S.A.E.C. Buenos Aires, Argentina.

LYNDON, D. and BARRY A.L. (1984). Advances in the microbiology and biochemistry of cheese and fermented milk. Elsevier Applied Science Publishers.

PENNACCHIOTTI I. y SCHMIDT-HEBEL H. (1974). Tabla de composición química de los alimentos. Universidad de Chile, Depto. de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química.

VIEIRA, R. (1976). Apuntes del curso de tecnología de los productos lácteos. Instituto de Lactinios Cândido Tostes. Minas Gerais, Brasil.

VEISSEYRE, R. (1979). Technologie du lait. La Maison Rustique. París, Francia.

WILSTER, G.H. (1974). Practical cheesemaking. 12 th. Book Store. Oregon, Estados Unidos.

Diseño y diagramación
Laboratorio de Marketing

Impresión
Ograma S.A.

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA), del Ministerio de Agricultura, tiene la función de fomentar y promover la transformación de la agricultura y la economía rural del país, favoreciendo la adopción de innovaciones que contribuyan a fortalecer la competitividad a lo largo de toda la cadena de producción.

Para ello proporciona financiamiento, impulsa y coordina iniciativas, programas o proyectos orientados a incorporar innovación en los procesos productivos y de transformación en las áreas agrícola, pecuaria, forestal y dulceacuícola con los objetivos de:

- aumentar la calidad, la rentabilidad y la competitividad de la agricultura
- diversificar la actividad sectorial
- incrementar la sustentabilidad de los procesos productivos
- promover el desarrollo de la gestión agraria

En este marco, FIA solicitó la elaboración del presente documento al académico Vicente Guzmán W., especialista en tecnología de la leche, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

El texto busca ser una herramienta de apoyo para productores, profesionales y técnicos vinculados a la ganadería de caprinos, contribuyendo a elevar y diversificar el nivel tecnológico del rubro. Así, se enmarca en el esfuerzo de FIA por impulsar la transformación de la agricultura y la economía rural, promoviendo el desarrollo competitivo de las distintas actividades de la agricultura nacional.