

TECNOLOGIA DE LA LECHE

**PROCESAMIENTO,
MANUFACTURA Y ANALISIS**

TECNOLOGIA DE LA LECHE

**PROCESAMIENTO,
MANUFACTURA Y ANALISIS**

Aurelio Revilla

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA
San José, Costa Rica
1982

© Aurelio Revilla
© para esta segunda edición revisada, IICA, 1982.

1ª ed., Tegucigalpa, 1967.
1ª a 5ª reimpresiones, México, 1969-1976.
2ª ed. revisada: 1982

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin permiso del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Levantado de texto: LEVANTEX S.A.
Diseño de la cubierta: Pierre Eppelin
Editor de la obra: Tomás Saraví A.
Editor de la Serie: Julio Escoto B.

IICA
LME-53 Revilla, Aurelio
Tecnología de la leche : procesamiento,
manufactura y análisis. — 2a. ed. rev. — San
José, Costa Rica : IICA, 1982.
400 p. — (IICA : Serie de Libros y mate-
riales educativos; no. 53).

ISBN 92-9039-038-7

Leche — Procesamiento. 2. Leche —
Análisis. I. Título. II. Serie.

AGRIS Q10



DEWEY 637.1



Serie de Libros y Materiales Educativos No. 53

Este libro fue publicado por el Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola —CIDIA— del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura —IICA—. La Serie de Libros y Materiales Educativos tiene como fin contribuir al desarrollo agrícola del continente americano.

San José, Costa Rica, 1982

DEDICATORIA

El autor dedica este trabajo a su esposa Sergia María, a sus hijos Anna Lynda, Helena, Fernando Aurelio y Ricardo Aurelio.

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su profunda gratitud a los Profesores y alumnos que usaron las primeras ediciones de este texto.

A la Escuela Agrícola Panamericana, por las facilidades prestadas durante la preparación de este material; al Ingeniero Héctor Pineda, ex-Gerente de Producción de la Planta de Productos Lácteos Sula, por la revisión del campo técnico; al señor Juan F. Fernández por parte del trabajo mecanográfico, y a todas las personas que en una forma u otra contribuyeron a la realización de la obra.

CONTENIDO

	Página
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	xi
INTRODUCCION	xiii
CAPITULO 1 GENERALIDADES	7
CAPITULO 2 MICROBIOLOGIA	49
CAPITULO 3 LIMPIEZA Y ESTERILIZACION	73
CAPITULO 4 ENFRIAMIENTO	91
CAPITULO 5 PROCESAMIENTO DE LA LECHE	101
CAPITULO 6 DERIVADOS DE LA LECHE	149
CAPITULO 7 ANALISIS DE LABORATORIO	329
APENDICE	375
BIBLIOGRAFIA	385
INDICE DE MATERIAS	393

INDICE DE CUADROS

CUADRO N°		Página
1	Composición general de la leche, en porcentajes.	14
2	Composición detallada de la leche.	14
3	Contenido de nutrimentos en un gramo de grasa y un gramo de sólidos no grasos de la leche.	18 18
4	Contenido de agua en algunos alimentos.	19
5	Composición de la grasa de leche.	23
6	Compuestos nitrogenados de la leche.	26
7	Aminoácidos presentes en las proteínas de la leche.	28
8	Componentes de la caseína.	30
9	Vitaminas en 100 gramos de leche entera bajo diferentes tratamientos térmicos.	39
10	Pérdida de vitaminas en la leche entera, bajo diferentes tratamientos térmicos, en porcentajes.	40
11	Gravedad específica de los constituyentes de la leche y derivados de la leche.	43
12	Acidez natural de algunos componentes de la leche cruda.	45

CUADRO N°		Página
13	Acidez titulable del calostro.	45
14	Característica de la leche según la acidez.	46
15	Clasificación de leche cruda.	47
16	Clasificación de leche cruda.	48
17	Clasificación de las bacterias según su temperatura óptima de crecimiento.	57
18	Cómputo bacterial en la leche cruda incubadas a diferentes temperaturas.	57
19	Número de veces que aumenta la población inicial de bacterias.	57
20	Contenido microbiano de la leche en el momento del ordeño en un hato de 200 vacas.	60
21	Contenido bacterial de la leche en el momento del ordeño en el hato de 47 vacas de la Escuela Agrícola Panamericana.	60
22	Contenido bacterial en diferentes porciones de leche de un ordeño.	61
23	Cómputo bacterial por el método de placas, en leche obtenida por ordeño manual.	62
24	Cómputo bacterial por el método de placas, en leche cruda.	63
25	Cómputo bacterial por el método de placas, en crema.	63
26	Composición de la piedra de la leche según C. Schwartz	75
27	Concentración y tiempo de exposición de varios desinfectantes.	83

CUADRO N°		Página
28	Reproducción bacterial en leche pasteurizada.	92
29	Velocidad de enfriamiento de leche con temperatura inicial de 32° C (89.6° F).	96
30	Refrigeración requerida.	100
31	Composición del sedimento del clarificador.	102
32	Efecto del filtrado o clarificado en el cómputo bacterial de la leche.	103
33	Porcentaje de grasa a diferentes velocidades.	108
34	Porcentaje de grasa a diferentes temperaturas.	109
35	Porcentaje de grasa según la leche.	109
36	Porcentaje de grasa según flujo de leche.	110
37	Pasteurización lenta de varios productos.	132
38	Pasteurización rápida de varios productos.	132
39	Composición de la mantequilla según su origen, en porcentajes.	161
40	Composición química y valor alimenticio de una libra de mantequilla.	161
41	Dosis técnicas para neutralizar una molécula gramo de ácido láctico (90 gramos).	164
42	Requisitos microbiológicos del ICAITI.	189
43	Requisitos organolépticos.	189
44	Defectos organolépticos.	190

CUADRO N°		Página
45	Contenidos de nutrimentos de algunos quesos, en 100 gramos de muestra.	193
46	Diez tipos de queso natural.	194
47	Cuatro grandes grupos de quesos.	195
48	Factores para cálculo del contenido graso, según Schultz y Kay.	200
49	Variaciones según el método de producción del queso Cabaña.	223
50	Composición aproximada de helados comerciales, en porcentajes.	245
51	Composición de algunos ingredientes para helados.	247
52	Capacidad endulzante de algunos ingredientes, con relación al valor de la sacarosa.	248
53	Cantidades y preparación de frutas frescas para helados.	249
54	Composición del yogur común.	323
55	Composición del manjar blanco.	327
56	Método reactivo Minnesota Babcock N° 735	354
57	Clasificación de la leche cruda según prueba de reducción.	364
58	Ejemplos de cómputo de colonias.	372
59	Clasificación de la leche según el cómputo de bacterias y coliformes.	373
60	Conversión de pesos y medidas.	380

CUADRO N°		Página
61	Escalas termométricas.	380
62	Valor nutritivo de varios productos lácteos por cada 100 gramos.	382
63	Composición, peso y gravedad específica.	383
64	Cantidad aproximada de leche para cada producto.	383

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Clásica resolución de las principales proteínas de la leche.	27
2	Curva típica de crecimiento bacterial.	53
3	Número de bacterias en caso de mastitis.	61

INTRODUCCIÓN

La industria lechera en América Latina ha sido considerada, hasta hace poco, como una actividad secundaria del productor de leche pero actualmente es en las plantas lecheras donde se lleva a cabo diferentes procesos con el objeto de mantener el valor alimenticio de la leche y de sus derivados, para que sean dignos de ser consumidos por el hombre.

La enseñanza de la industria láctea en los países latinoamericanos se ha visto limitada por la falta de técnicos en el ramo y por el reducido número de empresas lecheras que hacen uso de personal especializado.

Este trabajo ha sido preparado para texto del curso de "Productos Lácteos" dado en la Escuela Agrícola Panamericana, de Honduras, y como ayuda para profesores e industriales en dicho campo.

La información aquí presentada es, así, una recopilación de datos de varias fuentes y abarca la parte elemental de los Componentes, Sanidad, Procesamiento, Manufactura y Análisis Físico, Químico y Bacteriológico de la leche de vaca.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

DEFINICIONES

LECHE. La leche de vaca es la más abundante y la de mayor consumo en el mundo; por ello cuando se nombre *leche* en este texto se aludirá a ella. En cualquier otro caso esta palabra irá seguida del nombre del animal del cual proviene; ejemplo: leche de cabra, leche de burra, leche de oveja.

El Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos de Norteamérica define la leche así: "Secreción láctea, prácticamente libre de calostro, obtenida por ordeño completo de una o más vacas en buen estado de salud; dicha secreción láctea debe tener no menos de 3.25% de grasa de leche y no menos de 8.25% de sólidos no grasos de leche"⁸¹.

La razón para fijar el mínimo de grasa y de sólidos no grasos es que el valor nutritivo de la leche depende en gran parte de la combinación de estos dos; debe aclararse, empero, que la definición de leche varía un poco entre un estado y otro, dentro de los Estados Unidos de Norteamérica.

En Alemania, las "Normas Técnicas, Preceptos de Calidad, Condiciones de Suministro, TGL 8064", según Edgar Spreer, definen a la leche así: "La leche natural es el producto obtenido higiénicamente por ordeño regular y completo, debiendo enfriarse inmediatamente después. Este producto puede proceder de una o de varias vacas y resultar de uno o más ordeños. No está permitido sustraerle ni agregarle nada"⁷⁷.

En España, en el capítulo XV, artículo 3.15.01 del Código Alimentario Español, según J.M. de Soroa, se consigna que "Se entiende por leche natural el producto íntegro, no adulterado, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras mamíferas domésticas, sanas y bien alimentadas"²⁰.

En Francia, Charles Alais define la leche como "un líquido segregado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, tras el nacimiento de la cría. Es un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor dulce y reacción iónica (pH) cercana a la neutralidad"¹.

También hace mención a la heterogeneidad, variabilidad de la composición y su alterabilidad.

Según el Instituto Nacional de Normas Técnicas Industriales y Certificación del Perú, la leche "es el producto íntegro, no alterado ni adulterado, del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido, de vacas sanas y bien alimentadas, sin calostro y exento de color, sabor y consistencia anormales". A fin de que la leche esté exenta de calostro, no deberá aprovecharse la producida diez días antes ni cinco días después del parto.

En México, el Reglamento Oficial Mexicano de Leches, según Mario Ramos C, define la leche así: "Es el producto natural obtenido por la ordeña completa de uno o más animales sanos, con exclusión del producto obtenido 15 días antes del parto y cinco días después de este acto, o cuando no contenga calostro"⁶⁴.

El Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial —ICAITI—, da la siguiente definición: "Leche fresca de vaca es el producto íntegro, no alterado ni adulterado, del ordeño higiénico regular, completo e ininterrumpido de vacas sanas, que no contenga calostro y que esté exento de color, olor, sabor y consistencia anormales"⁴¹.

Además de esta definición existe la exigencia de ciertas características que debe reunir la leche; éstas varían de un país a otro y, sólo como ilustración, se copian acá las características exigidas por la Norma Centroamericana.

Características Generales. "La leche fresca de vaca deberá presentar aspecto normal, estará limpia y libre de calostro, preservadores, antibióticos, colorantes, materias extrañas y sabores u olores objetables o extraños. La leche se obtendrá de vacas acreditadas como sanas, es decir libres de toda enfermedad infecto contagiosa tales como tuberculosis, brucelosis y mastitis. A partir del momento de obtención de la leche se la someterá a filtración y enfriamiento inmediato a 4.5°C (40°F); en el momento de entrega podrá estar a una temperatura no mayor de 10°C (50°F). La leche fresca de vaca se ajustará a las condiciones exigidas por la legislación sanitaria de cada país."

Características Físicas y Químicas

Materia grasa, mínimo	3.50%
Sólidos totales, mínimo	12.00%
Acidez, expresada en ácido láctico, máximo	0.18%
Proteínas (N x 6.38), mínimo	3.00%
Cenizas, máximo	0.80%
Ensayo de reductasa, mínimo	
a. Leche para consumo directo	6.50 horas
b. Leche para ser pasteurizada	4.00 horas
Sedimento en 473 cm ³ de leche	2.00 miligramos
Punto de congelación, abajo de	0.53°C

Características Microbiológicas

Contenido de microorganismos no patógenos en leche, para consumo directo	50 000 por cc
Contenido de microorganismos no patógenos en leche, inmediatamente antes de la pasteurización, máximo en:	
Clase A	400 000 por cc
Clase B	1 000 000 por cc

Por último y según los nutricionistas, la leche es definida como el alimento casi perfecto, debido a la cantidad y proporción en que se encuentran los diferentes nutrimentos que ésta posee en forma natural⁶⁶.

CALOSTRO. Es la secreción láctea obtenida 15 días antes y cinco días después del parto. Algunos autores consideran diez días antes y cinco después del parto y otros dicen únicamente ocho días después del parto. El calostro es ligeramente viscoso, de sabor salino, color amarillo a pardo y se coagula cuando es expuesto al calor^{31, 69, 84}.

* **LECHE ENTERA.** También se le conoce como "leche integral" o simplemente como "leche", y es aquella que mantiene sus componentes originales. *Agua y el contenido de 2 proteínas*

LECHE CRUDA. Es la leche entera sin tratamiento alguno.

LECHE ESTANDARIZADA. Es aquella cuyo porcentaje de grasa ha sido alterado, pudiendo ser mayor o menor que el que tenía originalmente, y por ello es aconsejable indicar el tanto por ciento de grasa al cual ha sido estandarizada la leche; sin embargo, en Centroamérica se entiende por leche estandarizada a aquella cuyo contenido de grasa ha sido ajustado como mínimo a 3%.

LECHE SEMIDESCREMADA. Es la leche a la que se le ha extraído cerca del 50% de su materia grasa.

* **LECHE DESCREMADA.** Es aquella que contiene 0.5% de grasa o menos. En muchos lugares se le conoce como leche magra, aunque en algunos países se llama leche magra a la que contiene de 2 a 3% de grasa. Algunos técnicos la denominan también como suero de leche.

LECHE BAJA EN GRASA. Es la porción de leche que contiene no menos de 0.5% ni más de 2% de grasa.

LECHE RECONSTITUIDA. Es el producto que resulta de mezclar la leche entera en polvo con agua potable o la leche descremada en polvo con grasa de leche y agua potable, en tal proporción que semeje la composición normal de la leche.

LECHE RECOMBINADA. Es el producto que resulta de la mezcla de la leche reconstituida con la leche entera.

En algunos países los términos reconstituido y recombinado son usados como sinónimos.

LECHE COMPUESTA. Es aquella a la que se le han agregado productos para darle un sabor determinado. Ejemplo: leche con chocolate, leche malteada o con sabor a frutas, A la leche compuesta normalmente se le conoce como leche con sabores.

* **LECHE PASTEURIZADA.** Es la que ha sido sometida a un tratamiento térmico específico y por un tiempo determinado para lograr la destrucción total de los organismos patógenos que pueda contener, sin alterar en forma considerable su composición, sabor ni valor alimenticio.

* **LECHE HOMOGENIZADA.** Es aquella que ha sido sometida a tratamientos térmico-mecánicos para cambiar ciertas propiedades físicas y dividir el tamaño de los glóbulos grasos para prolongar la estabilidad de la emulsión.

LECHE ULTRAPASTEURIZADA. Es la que ha sido sometida a un proceso térmico por inyección de vapor y posterior extracción del agua por condensación por medio del vacío, sin causar considerables modificaciones en su composición, sabor ni valor nutritivo.

LECHE ESTERILIZADA. Es la que ha sido sometida a tratamientos térmicos específicos y por tiempos determinados para lograr la total destrucción de los microorganismos sin afectar en forma significativa su valor alimenticio.

LECHE FRESCA CONCENTRADA. Es aquella a la que se le han quitado dos terceras partes de su contenido de agua y que generalmente posee cerca de 10.5% de grasa.

LECHE EVAPORADA. Es el producto obtenido de la leche entera o descremada, mediante la extracción de cerca del 50% de su contenido de agua.

LECHE CONDENSADA. Es el producto que se obtiene a partir de la leche entera o descremada, a la cual se le ha extraído parte del agua y se le ha agregado cerca del 40 a 45% de azúcar de caña.

LECHE EN POLVO. Es la porción que queda de la leche entera o descremada, después de haberle quitado cerca del 95% de su

contenido de agua.

LECHES FERMENTADAS. Son aquellas que han sido sometidas a la acción de ciertos microorganismos específicos, según el tipo de leche deseada. Ejemplo: Leche ácida o *Buttermilk* a base de *Streptococcus lactis*, leche acidófila a base de *Lactobacillus acidophilus*, Yogurt a base de una mezcla de cultivos, y muchas otras más.

LECHE ADULTERADA. Es aquella que contiene sustancias dañinas o tóxicas, en cantidades que puedan afectar la salud. También es leche adulterada aquella a la que se le ha añadido o sustraído algún elemento.

* **CREMA.** Es la porción de leche rica en grasa que resulta del descremado de la leche entera. En algunos países se exige que la crema tenga un mínimo de 18% de grasa, pero en Centroamérica se recomienda no menos de 25% de grasa, tanto para la crema dulce como para la crema ácida. La crema es también conocida como nata o natilla.

CREMA ACIDA. Es la crema pasteurizada sometida a la acción de cultivos lácticos para elevar su acidez a más de 0.20% de acidez (normalmente 0.60% de acidez titulable expresada como ácido láctico "ATECAL"). También es conocida como mantequilla rala, crema agria, natilla o mantequilla blanca. La crema ácida, obtenida por acidificación natural de la crema cruda, puede ser dañina a la salud del consumidor.

CREMA LIVIANA. También conocida como crema para el café o crema de mesa, es la crema que contiene no menos de 18% ni más de 30% de grasa.

CREMA PESADA. Es aquella que contiene no menos de 36% de grasa.

CREMA BATIDA. Es la crema a la cual se le ha incorporado aire o algún gas y su contenido de grasa varía de 30% a más.

CREMA CRUDA. Es el producto obtenido de la leche cruda, cuyo porcentaje de grasa es mayor de 18%.

CREMA PLASTICA. Es la porción de leche cuyo contenido

graso llega a 80%.

✕ **QUESO.** Es el producto obtenido mediante la coagulación de la leche y eliminación del suero. Puede ser hecho de diferentes tipos de leche y mediante diferentes técnicas, según la clase de queso que se desee obtener.

✕ **MANTEQUILLA.** El producto obtenido del batido y desuerado de la crema contiene normalmente cerca de 80% de grasa. A este producto también se le conoce como mantequilla amarilla o mantequilla en barra.

MANTEQUILLA ESCURRIDA. Es el producto obtenido por medio de la acidificación y desuerado parcial de la crema pesada.

ACEITE DE MANTEQUILLA. Es un producto que contiene 99.5% de grasa de leche.

✕ **HELADOS.** Son productos que resultan de la mezcla de varios ingredientes que después de ser tratados térmicamente son congelados con agitación constante. En algunos países se les conoce como mantecado y contienen como mínimo 10% de grasa de leche.

SUERO. Es un subproducto de la elaboración de quesos o mantequilla.

SUERO EN POLVO. Es el suero del queso al cual se le ha removido casi toda el agua.

COMPOSICION DE LA LECHE

El interés por conocer los constituyentes de la leche se basa en que ésta es un alimento humano de primera necesidad y que para determinar su valor nutritivo es necesario conocer la clase de nutrientes y la cantidad en que éstos se encuentran en ella. Por otra parte, la elaboración de productos lácteos demanda el conocimiento de los componentes de la leche para producir nuevos productos que permitan el incremento en el consumo de este alimento²⁵.

Los constituyentes de la leche se encuentran en tres estados físicos: solución o fase hídrica, suspensión micelar o suspensión de la

caseína ligada a sales minerales, y emulsión de la materia grasa bajo forma globular, lo cual permite la división de los ingredientes en tres grandes grupos: Agua, Sólidos no grasos (SNG), y Grasa (G). Los sólidos no grasos son llamados también Sólidos del suero de la leche (SS), Sólidos del plasma (SP), Extracto seco desengrasado, (ESD) o Extracto seco magro (ESM). La suma de los SNG y grasa forma los Sólidos totales (ST) o el Extracto seco total (EST)^{42, 84}.

CUADRO N° 1. Composición general de la leche, en porcentajes.

CONSTITUYENTE	VARIACION	PROMEDIO
Agua	70.00—90.50	87.00
Grasa	2.20—8.00	3.80
Proteínas	2.70—4.80	3.50
Lactosa	3.50—6.00	4.90
Cenizas	0.65—0.90	0.80

CUADRO N° 2. Composición detallada de la leche.

CONSTITUYENTE O GRUPO DE CONSTITUYENTES	CANTIDAD APROXIMADA POR LITRO DE LECHE
Agua	790.00—905.00 gramos
Lípidos en emulsión	22.00— 80.00 gramos
Grasa (Triglicéridos)	37.00 gramos
Fosfolípidos (lecitina)	0.30— 0.50 gramos
Esteroles	0.10 gramos
Tocoferoles	0.30 — 1.20 miligramos
Carotenoides	0.02 — 0.04 miligramos
Vitamina A	1 600.00 U.I.
Vitamina D	13.00 — 33.00 U.I.
Vitamina E	0.2 — 1.84 miligramos
Vitamina K (Menadiona)	80.00 microgramos
Proteínas en dispersión coloidal	35.00 gramos

CUADRO N° 2 (Cont.)

Caseína (alfa, beta y gamma)	27.30 gramos
Albúmina	4.06 gramos
Beta lactoglobulina	2.60 gramos
Alfa lactoalbúmina	1.17 gramos
Albúmina de suero sanguíneo	0.34 gramos
Globulinas	0.77 gramos
Euglobulinas	?
Pseudoglobulinas	?
Proteosas-peptonas	1.13 gramos
Enzimas	
Peroxidasa	?
Catalasa	?
Xantinoxidasa	?
Fosfatasas	?
Lipasas	?
Reductasa	?
Proteasas	?
Amilasa	?
Lisozima	?
Lactasa	?
Aldolasa	?
Materiales disueltos	
Carbohidratos	50.00 gramos
Lactosa	49.00 gramos
Glucosa	50.00 miligramos
Otros azúcares	?
Iones y sales orgánicas e inorgánicas	
Calcio (CaO)	0.90— 2.20 gramos
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.75 — 2.90 gramos
Potasio (K ₂ O)	1.20 — 2.20 gramos
Sodio (Na ₂ O)	0.35 — 1.50 gramos
Magnesio (MgO)	0.14 — 0.20 gramos
Cloro (NaCl)	0.70 — 2.70 gramos
Azufre (SO ₄ =)	0.30 gramos
Carbonatos (CO ₂)	0.20 gramos
Citratos (Acido Cítrico)	1.20 — 2.20 gramos

CUADRO N° 2 (Cont.)

Cobre	0.13 – 0.25 miligramos
Hierro	0.45 – 0.65 miligramos
Zinc	0.42 – 3.90 miligramos
Cobalto	0.25 miligramos
Estaño	0.11 miligramos
Yodo	40.00– 70.00 microgramos
Aluminio	460.00 microgramos
Arsénico	50.00 microgramos
Boro	270.00 microgramos
Bromo	200.00 microgramos
Cromo	15.00 microgramos
Flúor	150.00 microgramos
Plomo	40.00 microgramos
Manganeso	22.00 microgramos
Molibdemo	73.00 microgramos
Selenio	40.00–1 270.00 microgramos
Sílica	1 430.00 microgramos
Bario	?
Litio	?
Rubidio	?
Plata	?
Estroncio	?
Titanio	?
Vanadio	?
Vitaminas hidrosolubles	
Tiamina	0.35 – 0.45 miligramos
Riboflavina	1.57 miligramos
Piridoxina	0.35 – 0.48 miligramos
Acido pantoténico	2.90 – 3.50 miligramos
Acido nicotínico	0.85 – 1.00 miligramos
Inositol	130.00–180.00 miligramos
Acido fólico	2.30 microgramos
Biotina	15.00 – 35.00 microgramos
Vitamina B ₁₂	3.00 – 7.00 microgramos
Colina	130.00 miligramos
Acido ascórbico	16.00 – 20.00 miligramos

CUADRO N° 2. (Cont.)

Materiales nitrogenados no proteicos ni vitamínicos, expresados como nitrógeno (N)	
Amonio	2.00 – 12.00 miligramos
Aminoácidos	3.50 miligramos
Urea	100.00 miligramos
Creatina y creatinina	15.00 miligramos
Metil-guanidina	?
Acido úrico	7.00 miligramos
Adenina	?
Guanina	?
Hipoxantina	?
Xantina	?
Uracilo	50.00 – 100.00 miligramos
Acido hipúrico	30.00 – 60.00 miligramos
Indicán	0.30 – 2.00 miligramos
Gases	
Oxígeno	7.50 miligramos
Nitrógeno	15.00 miligramos
Anhídrido Carbónico	100.00 miligramos
Otros elementos o compuestos	?

? = Presencia, identidad o concentración dudosa.

FACTORES QUE AFECTAN LA COMPOSICION DE LA LECHE

La leche difiere tanto en su composición que es sumamente difícil encontrar dos muestras idénticas.

La composición de la leche varía de acuerdo con la especie, razas, ordeños, durante el ordeño, cuartos de la ubre, período de lactancia, estado nutricional, composición del alimento, estaciones del año, temperaturas ambientales, edad, salud de la ubre y enfermedades en general.

CARACTERISTICAS DE LOS CONSTITUYENTES DE LA LECHE

AGUA. El contenido de agua en la leche puede variar de 79 a 90.5%, pero normalmente representa el 87% de la leche. El porcentaje de agua varía cuando se altera la cantidad de cualquiera de los otros componentes de la leche.

El agua contenida en la leche es idéntica a cualquier otra agua y sirve como medio de solución y de dispersión o suspensión para los otros ingredientes.

La leche contiene un nivel relativamente alto de agua, lo que hace que algunas personas duden de su valor alimenticio. Gracias a esa cantidad de agua la distribución de sus componentes es bastante uniforme y permite que pequeñas cantidades de esta contengan casi todos los nutrimentos⁵⁴ (ver Cuadro N° 3). Asimismo, el que la leche sea un alimento líquido induce a pensar en un alto contenido de agua; sin embargo ésta tiene de 12 a 13% de sólidos totales, lo que es equivalente o mayor que el de otros alimentos sólidos⁶⁶ (ver Cuadro N° 4).

CUADRO N° 3. Contenido de nutrimentos en un gramo de grasa y en un gramo de sólidos no grasos de la leche.

DETALLE	UN GRAMO DE GRASA	UN GRAMO DE SOLIDOS NO GRASOS
Energía	8.79 calorías	3.76 calorías
Proteína		0.39 gramos
Calcio		12.97 miligramos
Fósforo		10.22 miligramos
Sodio		5.49 miligramos
Potasio		15.83 miligramos
Magnesio		1.43 miligramos
Tiamina		0.003 miligramos
Riboflavina		0.019 miligramos
Niacina		0.101 miligramos
Acido ascórbico		0.109 miligramos
Colesterol	3.00 miligramos	—
Vitamina A	40.00 U.I.	—

CUADRO N° 4. Contenido de agua en algunos alimentos.

PRODUCTO	% DE AGUA	PRODUCTO	% DE AGUA
Zapallo	95.5	Okra	91.1
Acelga	95.3	Remolacha	90.9
Lechuga	95.1	Limón	90.1
Espinaca	94.8	Fresa	89.9
Repollo	93.9	Durazno	89.1
Tomate	93.5	Papaya	88.7
Pepino	93.3	Toronja	88.4
Coliflor	92.8	LECHE	87.0
Cebolla	91.8	Naranja	86.0
Brócoli	91.3	Piña	85.3
Zanahoria	91.2	Manzana	84.4

GRASA

La grasa de la leche está formada por varios compuestos que hacen de ella una sustancia de naturaleza relativamente compleja y es la responsable de ciertas características especiales que posee la leche.

La grasa interviene directamente en la economía, nutrición, sabor y otras propiedades físicas de la leche y subproductos.

a. **Economía.** Hasta hace poco el contenido graso de una leche prácticamente determinaba el precio de ésta, pero últimamente en algunos países se le da igual o mayor valor al contenido de sólidos no grasos, porque en ellos se encuentra la proteína de la leche; sin embargo, en la mayoría de los países Latinoamericanos aún prevalece la importancia del contenido graso de la leche (ver Cuadros N° 15 y 16).

b. **Nutrición.** La grasa de la leche contribuye en forma significativa a su valor nutricional ya que comparada con otras grasas es una buena fuente de energía y rinde aproximadamente nueve calorías por gramo de grasa (ver Cuadro N° 3), además de servir como medio de transporte de las vitaminas liposolubles A, D, E y K. El caroteno, que da origen a la vitamina A, da a la leche el

color crema. Debido a que las vitaminas se encuentran en pequeñas cantidades, es aconsejable fortificar la leche con vitamina D y también con vitamina A.

La grasa de la leche se encuentra altamente emulsificada y ello facilita su digestión; el hecho de contener más ácidos grasos de cadena corta que de cadena larga parece estimular su utilización por niños y ancianos.

c. Sabor. El sabor de la leche y de los productos lácteos está íntimamente relacionado con el contenido graso de éstos. El rico y agradable sabor que tiene la grasa de la leche no puede ser imitado y menos duplicado por ninguna otra grasa. La grasa de la leche es usada en la elaboración de mantequillas, helados y cremas, sin que hasta ahora haya un rival; la grasa, además, es importante porque puede dar origen a malos sabores y olores.

d. Otras propiedades físicas. Para algunos consumidores la unión (contextura) y la disposición (textura) de las partes que forman los productos lácteos están íntimamente relacionadas con el sabor. Otros pueden apreciar en forma separada la fina contextura o textura.

La grasa imparte suavidad, finura y agradable sensación a los productos en que ella forma parte, y en su ausencia el producto resulta desabrido, duro, arenoso o aguadao.

ESTRUCTURA DE LA GRASA. La grasa de la leche se encuentra en forma de pequeños glóbulos en emulsión temporal; no son visibles a simple vista pero pueden ser observados con la ayuda de un microscopio, utilizando su lente u objetivo de pequeño aumento; cada glóbulo posee un núcleo (triglicéridos) rodeado de una película, ésta última llamada también membrana, muy compleja y formada de varias capas. La capa inmediata al núcleo está constituida por triglicéridos de elevado punto de fusión que encajan en una capa de fosfolípidos, y que además contienen moléculas de vitamina A y colesterolina. La capa de fosfolípidos está rodeada por la proteína de la membrana, cuya estructura es similar a la de la globulina. A la proteína de la membrana se le atribuye la capacidad de dispersión de la grasa en la leche y es en esta capa donde también se encuentran algunas enzimas (fosfatasa), metales pesados y sales; la superficie de la película posee carga eléctrica⁷⁷.

Los glóbulos grasos forman racimos a medida que se elevan, debido a su menor peso específico en comparación con el líquido que los rodea, y forman una capa de crema en la superficie del líquido.

TAMAÑO Y NUMERO DE LOS GLOBULOS GRASOS. El tamaño de los glóbulos grasos varía de 0.1 a 22 micras de diámetro. Se ha estimado que una gota de leche contiene aproximadamente cien mil glóbulos, y un centímetro cúbico de leche de 1.5 a tres billones de glóbulos grasos.

El tamaño del glóbulo graso tiene importancia práctica en el descremado y embarque de la leche, así como en el batido de la crema y la manufactura de quesos.

a. **Descremado de la leche.** En los lugares donde se practica el descremado, gracias a la diferencia en la gravedad específica entre la grasa y el resto de la leche, cuanto mayor es el tamaño del glóbulo graso más rápido se forma la capa de crema. Esta práctica aún perdura en las pequeñas explotaciones pero en la mayoría de los casos ya se utiliza la descremadora mecánica y de allí que el tamaño de los glóbulos grasos no importe porque estas separan la crema gracias a la fuerza centrífuga que desarrollan.

b. **Batido de la crema.** La crema formada por glóbulos grasos grandes requiere menor tiempo de batido, para la formación de la mantequilla, que la crema que posee glóbulos grasos pequeños. En el proceso para la obtención de la mantequilla la tensión superficial de los glóbulos grasos juega un papel importante ya que a mayor tamaño del glóbulo graso menor la tensión superficial y por lo tanto es más fácil romperla con el batido de la máquina de hacer mantequilla. Este fenómeno es parcialmente explicado por el hecho de que la superficie de las esferas varía de acuerdo al cuadrado de su diámetro y el volumen de acuerdo al cubo de su diámetro. Ejemplo: el glóbulo "a" tiene dos micras de diámetro y el glóbulo "b" tiene cuatro micras de diámetro; por lo tanto tiene cuatro veces la superficie y ocho veces el volumen del glóbulo "a", lo cual se demuestra así:

1) **Area de la esfera**

$$A = 4\pi R^2$$

$$A = \pi D^2$$

$$A_a = 3.14 \times 4 = 12.56$$

$$A_b = 3.14 \times 16 = 50.24$$

2) **Volumen de la esfera**

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$V = \frac{\pi D^3}{6}$$

$$\frac{A_b}{A_a} = \frac{50.24}{12.56} = 4 \text{ (} A_b \text{ es cuatro veces más que } A_a \text{)}$$

$$V_a = \frac{3.14}{6} \times 8 = 4.18$$

$$V_b = \frac{3.14}{6} \times 64 = 33.49$$

$$\frac{V_b}{V_a} = \frac{33.49}{4.18} = 8 \text{ (} V_b \text{ es ocho veces más que } V_a \text{)}$$

De aquí se deduce que la superficie del glóbulo graso grande (50.24) es menor en proporción a su volumen (33.49) que la superficie del glóbulo graso pequeño (12.56) en proporción a su volumen (4.18).

$$1) \frac{A_b}{V_b} = \frac{50.24}{33.49} = 1.50$$

$$2) \frac{A_a}{V_a} = \frac{12.56}{4.18} = 3.00$$

Por lo tanto, la tensión superficial del glóbulo graso grande es menor que la tensión del pequeño y en consecuencia más fácil de romper.

c. **Embarque de crema o leche.** En el transporte de la crema o leche éstas son sometidas a movimiento por las bombas usadas en la carga y descarga de los tanques y por el vehículo durante el viaje. Si estos productos contienen glóbulos grasos grandes ello facilita la formación de gránulos de grasa en la superficie, lo cual puede ser reducido considerablemente si los tanques o *tambos* son llenados hasta el tope.

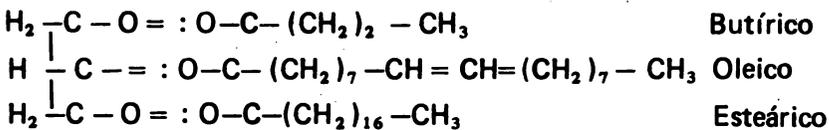
d. **Manufactura de quesos.** Durante el cuajado de la leche ésta es mantenida en reposo por espacio de 30 a 45 minutos y en algunos casos por más tiempo. En dicho período los glóbulos grasos grandes se acumulan en la superficie y su pérdida es mayor en el suero, lo cual se acentúa con el aumento de temperatura para acelerar la fermentación láctica de los microorganismos usados en la manufactura de ciertos tipos de queso.

COMPOSICION QUIMICA DE LA GRASA. La grasa de la leche está compuesta de triglicéridos o ésteres de ácidos grasos con glicerol en un 98%, fosfolípidos de 0.50 a 1.00% y otras sustancias^{1, 42, 84} alrededor del 1%, (ver Cuadro N° 5). Las sustancias de estos dos últimos grupos tienen gran influencia en las propiedades físicas y biológicas de la grasa.

CUADRO N° 5. Composición de la grasa de leche.

DETALLE	EN 100 GRAMOS DE GRASA	EN 100 GRAMOS DE LECHE
Triglicéridos	97— 98 gramos	342—346 gramos
Diglicéridos	250— 480 miligramos	?
Monoglicéridos	16— 38 miligramos	?
Otros glicéridos	872—1 318 miligramos	?
Acidos grasos libres	100— 444 miligramos	7— 35 miligramos
Fosfolípidos	200—1 000 miligramos	?
Cerebrocidos	13— 66 miligramos	?
Esteroles	220— 410 miligramos	7— 14 miligramos
Carotenoides	700— 900 microgramos	28— 35 microgramos
Vitamina A	600— 900 microgramos	71— 86 U.L.
Vitamina D	1— 2 microgramos	vestigios
Vitamina E	2 400 microgramos	7—175 microgramos
Vitamina K	100 microgramos	vestigios

Los glicéridos son compuestos en los cuales uno, dos o tres moléculas de ácidos grasos son combinadas; resultan de la unión de un glicerol con uno o más ácidos grasos idénticos o diferentes. Ejemplo de triglicérido mixto:



Glicerol

Radicales de ácidos grasos

La grasa de la leche probablemente contiene más ácidos grasos que cualquiera otra grasa ya que hasta la fecha se han identificado cerca de 60 ácidos grasos.

La cantidad de ácidos grasos saturados que se encuentra en la grasa es de aproximadamente 62%, ácidos grasos no saturados 33%, y ácidos grasos no saturados con dos, tres, cuatro y cinco enlaces dobles, 4%. También se sabe que la mayor parte de los ácidos grasos están formados por ácidos volátiles de bajo peso molecular.

Los principales ácidos grasos que forman parte de la grasa son:

Ácidos saturados:

Volátiles solubles

Butírico	$C_3 H_7 COOH$
Caproico	$C_5 H_{11} COOH$

Volátiles insolubles

Caprílico	$C_7 H_{15} COOH$
Cáprico	$C_9 H_{19} COOH$
Láurico	$C_{11} H_{23} COOH$

Fijos

Mirístico	$C_{13} H_{27} COOH$
Palmítico	$C_{15} H_{31} COOH$
Estearico	$C_{17} H_{35} COOH$
Araquídico	$C_{19} H_{39} COOH$

Ácidos no saturados:

Un doble enlace

Oleico	$C_{17} H_{33} COOH$
--------	----------------------

Dos enlaces dobles

Linoleico	$C_{17} H_{31} COOH$
-----------	----------------------

Tres enlaces dobles

Linolénico	$C_{17} H_{29} COOH$
------------	----------------------

Cuatro enlaces dobles

Araquidónico	$C_{19} H_{31} COOH$
--------------	----------------------

De todos los ácidos grasos mencionados el butírico es considerado de mayor importancia porque se le cree responsable del sabor característico de la mantequilla y de la crema, así como del sabor rancio. En comparación, el sabor del pescado se debe a los derivados de la oxidación de los ácidos insaturados de la lecitina y de la grasa propiamente dicha.

El sabor rancio lo ocasiona la hidrólisis de los triglicéridos, con la liberación de ácidos grasos por acción enzimática.

PROPIEDADES DE LA GRASA DE LA LECHE

PUNTO DE FUSION. Debido a que la grasa de la leche está formada por varios ácidos grasos, su punto de fusión es variable y generalmente se encuentra entre 29° y 36°C (84° y 96°F), dependiendo de la proporción entre las grasas duras y blandas, pero en general se puede afirmar que el punto de fusión de la grasa es de 33°C (91.4°F).

Es importante mencionar que cada ácido graso tiene diferente punto de fusión, punto de ebullición y gravedad específica.

PUNTO DE SOLIDIFICACION. El punto de solidificación también es variable, como el punto de fusión, pero normalmente se encuentra entre 10° y 12°C (50° y 53.6°F).

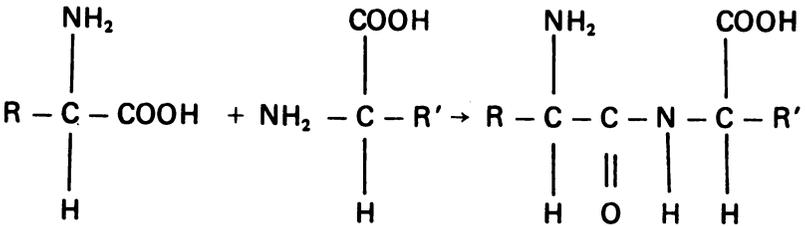
GRAVEDAD ESPECIFICA. Esta propiedad también varía, aunque en general es de 0.93 a 60°C (140°F).

OTRAS PROPIEDADES. La materia grasa pura es blanca pero en la mayoría de los casos se encuentra junto a algunos carotenos que le imparten el color amarillo. Como todas las grasas, es insoluble en agua, poco soluble en alcohol y muy soluble en éter, benceno, acetona y disulfuro de carbono. La grasa de la leche absorbe con facilidad los olores que le rodean y por ello nunca debe ser colocada cerca de pescados, cebollas u otros alimentos que posean olores penetrantes.

PROTEINA. Dentro de los compuestos orgánicos uno de los más complejos es el formado por las proteínas. Desde el punto de

vista nutricional las proteínas constituyen la parte más importante de la leche por ser vitales para la vida; desde el aspecto industrial la proteína juega un papel preponderante en la manufactura de quesos ya que forma casi el 30% de estos productos. Las proteínas de la leche están formadas por 78% de caseína, 17% de proteínas del suero y 5% de sustancias nitrogenadas no proteicas⁴² (ver Cuadro N° 6 y Fig. 1).

COMPOSICION DE LA PROTEINA. Las proteínas de la leche son polimeros de alfa aminoácidos y algunas veces contienen, además de aminoácidos, otros compuestos, pero su estructura básica está formada por aminoácidos unidos por medio del enlace péptido entre el grupo amino y el grupo carboxilo, Ejemplo:



CUADRO N° 6. Compuestos nitrogenados de la leche.

DETALLE	GRAMOS EN UN KILO DE PROTEINA	GRAMOS EN UN LITRO DE LECHE
Proteína total	1 000	32.00
Caseína entera	780	25.00
Alfa caseína	312	10.00
Beta caseína	234	7.50
Gamma caseína	117	3.80
Diversas caseínas	117	3.70
Proteínas del suero	170	5.40
Beta lactoglobulina	85	2.70
Alfa lactoalbúmina	38	1.20
Globulinas	21	0.65

CUADRO N° 6 (Cont.)

Seroalbúmina	9	0.25
Proteosas-peptonas	17	0.60
Sustancias nitrogenadas no proteicas	50	1.60

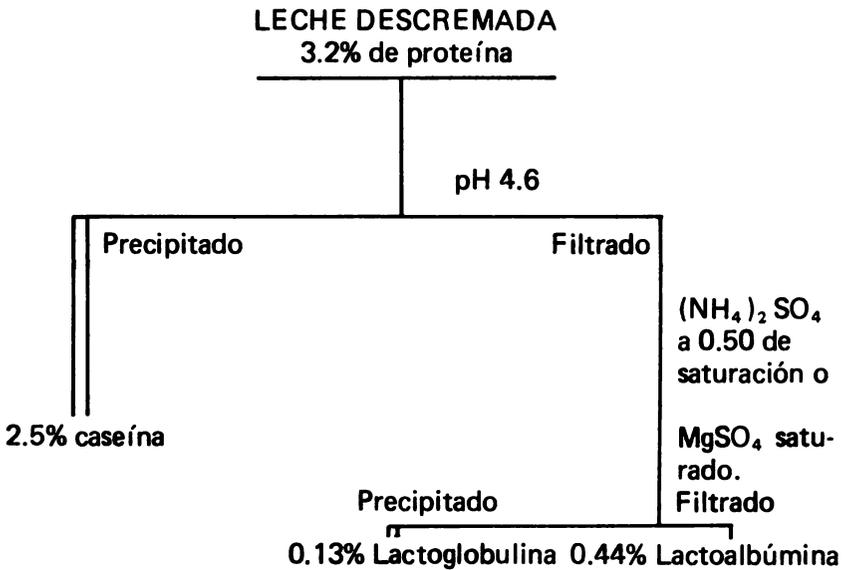


Fig. 1. Clásica resolución de las principales proteínas de la leche.

En la leche se encuentran varios tipos de proteínas, entre ellas:

Holoproteínas: formadas por sólo aminoácidos; ejemplo, beta lactoglobulina y alfa lacto albúmina.

Fosfoproteínas: contienen ácido fosfórico ligado a un hidroxiaminoácido; ejemplo, las alfa y beta caseínas.

Glicoproteínas: contienen una parte glucídica; ejemplo, las globulinas.

Fosfoglicoproteínas: contienen ácido fosfórico y carbohidratos; ejemplo, la gamma caseína.

Lipoproteínas : contienen ácidos grasos; ejemplo, los fosfolípidos y carotenoides.

Además de éstas, se encuentran las metaloproteínas y otras.

Entre los aminoácidos que forman la mayor parte de las proteínas⁸⁴ (ver Cuadro N° 7), la hidroxiprolina está ausente en la proteína de la leche.

CUADRO N° 7. Aminoácidos presentes en las proteínas de la leche.

AMINOACIDO	PORCENTAJE
1) Acido aspártico	7.40
2) Acido glutámico	23.90
3) Alanina	3.50
4) Arginina	3.70
5) Cistina	1.80
6) Fenilalanina	4.90
7) Glicina	2.00
8) Histidina	2.70
9) Isoleucina	6.50
10) Leucina	10.00
11) Lisina	7.90
12) Metionina	2.50
13) Prolina	11.30
14) Serina	6.00
15) Tirosina	5.20
16) Treonina	4.70
17) Triptófano	1.40
18) Valina	7.00

REACCIONES QUIMICAS. Las proteínas participan en gran número de reacciones químicas y entre ellas están las siguientes: oxidación, reducción, hidrólisis, desaminación y reacción con alqui-

los, arilos, acilos, formaldehido, iodo y otros compuestos más. De éstas la reacción con el formaldehido tiene importancia práctica porque es una forma sencilla de determinar el contenido proteico de la leche.

DETERMINACION DEL CONTENIDO PROTEICO. Existen varios métodos, con diferentes grados de exactitud.

Métodos físicos

- Pesado directo
- Medida de turbidez
- Indice de refracción
- Absorción de rayos infrarrojos
- Colorimétrico con el negro-amido

Métodos químicos

- Determinación del nitrógeno o método de Kjeldahl
- Titulación con formaldehido
- Método de Biuret

LA CASEINA. Está compuesta de proteínas fosfatadas y contiene también calcio con el cual forma un complejo calcio-caseína. La caseína es el componente principal de la proteína de la leche y representa cerca del 80% de la proteína total, además de participar en muchos procesos tecnológicos, por ejemplo la producción de quesos. La caseína es única en su naturaleza y no existe ninguna sustancia parecida en la sangre ni en los tejidos del animal.

La caseína obtenida comercialmente tiene un color blanco amarillento y forma granular, pero la obtenida en forma pura es blanca, inodora e insípida; el color blanco contribuye al color de la leche. La caseína se encuentra en la leche en forma de pequeñas partículas o micelas de caseína en suspensión y carece de homogeneidad ya que consta de varias fracciones (ver Cuadro N° 8).

CUADRO N° 8. Componentes de la caseína.

FRACCION	PORCENTAJE
Alfa caseína	45 a 63
Beta caseína	19 a 28
Gamma caseína	3 a 7
Sigma caseína	?

La caseína puede ser precipitada en la leche por medio de ácidos diluidos que bajen el pH a 4.6, con alcohol o con la enzima renina.

Cuando es precipitada con ácidos se libera del calcio; con alcohol se precipita en forma de caseinato de calcio y con renina, normalmente considerada como cuajo, lo hace en forma de paracaseinato de calcio y contiene más calcio que el caseinato de calcio.

La caseína pura no se precipita con la aplicación de calor, pero cuando se encuentra en la leche puede precipitarse a 100°C (212°F) después de 12 horas, o cuando es expuesta a 120°C (248°F) por una hora, aunque si la leche está ligeramente ácida la aplicación de poco calor precipita la caseína.

La caseína es también conocida como la proteína insoluble de la leche y gracias a su coagulación es factible la obtención de diversos productos.

a. **Usos de la caseína.** En la separación de la crema la mayor parte de la caseína queda con la leche descremada; en la manufactura de quesos la caseína es coagulada y forma cerca del 25% del queso terminado; en la elaboración de la mantequilla prácticamente toda la caseína es eliminada durante el lavado.

La caseína pura es muy usada en la industria para la manufactura de plásticos inflamables, peines, botones, marcos de anteojos y imitaciones de hueso y marfil, pinturas, ceras, bolas de billar, papel de alta calidad, jabón de tocador, tónicos, gomas para refrigeradoras, textiles y muchos otros más.

LAS PROTEINAS DEL SUERO. Son solubles y están formadas por holoproteínas y glicoproteínas. Representan cerca del 0.4 al

0.8% de la leche y aproximadamente de 15 al 20% de las proteínas de la leche (ver Cuadro N° 6).

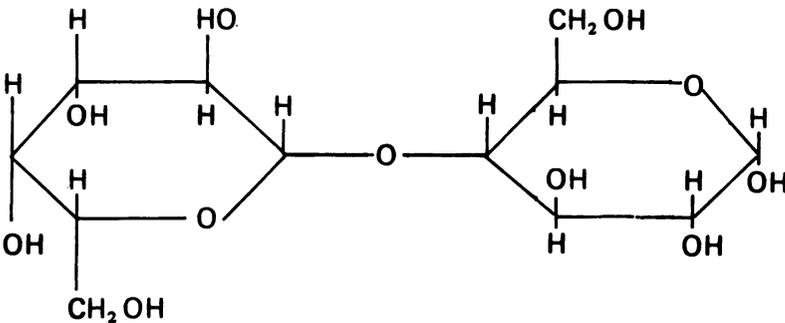
La proteína más importante de este grupo es la beta lactoglobulina, por la cantidad en que se encuentra y por ser la principal responsable del sabor a leche hervida o cocida cuando la leche es expuesta a temperaturas altas por tiempo muy prolongado. La beta lactoglobulina puede ser precipitada mediante el calor, pero no por acción del cuajo o ácidos; las temperaturas mayores a 76.7°C (170°F) hacen precipitar en forma parcial o total a la lactoglobulina.

Entre otras proteínas del suero de la leche están la lactoalbúmina, globulinas, seroalbúminas y las proteosas-peptonas.

CARBOHIDRATOS

La lactosa es el carbohidrato más importante de la leche y está formado por una molécula de glucosa y otra de galactosa. Su fórmula general es igual a la de la sacarosa ($C_{12} H_{22} O_{11} \cdot H_2O$) pero tiene diferentes propiedades dada su estructura cíclica^{42, 84}.

Su fórmula estructural es:



La lactosa representa cerca de la mitad de los sólidos no grasos y contribuye al valor energético de la leche con aproximadamente el 30% de las calorías, o sea cuatro calorías por gramo, es seis veces menos dulce que la sacarosa, se encuentra en solución en el suero y su solubilidad es equivalente a un tercio de la solubilidad de la sacarosa.

Cuando la leche es expuesta a temperaturas de 100 a 130° C (212 a 226° F) sufre una parcial descomposición de la lactosa, lo que se manifiesta por cambio de color de la leche a café claro o caramelo.

El porcentaje de lactosa en la leche varía de 4.70 a 5.00% y el promedio es igual a 4.8%; en algunos casos individuales excede estos límites. El factor más importante que afecta el nivel de lactosa en la leche es la condición infecciosa de la ubre o mastitis.

IMPORTANCIA DE LA LACTOSA. La lactosa es el principal factor en el control de la fermentación y maduración de los productos lácteos, contribuye al valor nutritivo de la leche y subproductos, está relacionada con la textura y solubilidad de algunos alimentos congelados y juega un papel muy importante en el color y sabor de los productos tratados con altas temperaturas.

REACCIONES QUIMICAS. Sus principales reacciones son la hidrólisis, la oxidación y la reducción.

METODOS PARA DETERMINAR LA LACTOSA. Algunos de los métodos más conocidos son:

Polarimétrico
Munson-Walker
Acido pícrico
Tricloramina
Cromatográfico

USOS DE LA LACTOSA. La lactosa es utilizada como ingrediente de varios alimentos para niños o en la producción de dietas especiales, en la formulación y estandarización de productos farmacéuticos, como nutrimento para el moho *Penicillum notatum*, en la producción de la penicilina, en la producción del color caramelo, como iniciador de la formación de cristales pequeños en ciertos productos congelados como los helados, en la producción de jarabes de lactosa hidrolizada, en la producción comercial de levaduras para ser usadas como alimento y en la producción de ácido láctico, alcohol y ácido butírico por medio de fermentaciones microbiales.

PROBLEMA DIGESTIVO CAUSADO POR LA LACTOSA. En algunos países la mayoría de la población adulta no puede consumir leche debido a la ausencia de la enzima lactasa en sus intestinos, ya que ésta es indispensable para digerir la lactosa.

Los síntomas de la carencia de lactasa se manifiestan pocos minutos después de haber ingerido la leche y generalmente son dolores fuertes en el sistema digestivo, acompañados de diarreas y flatulencia. Aún no se sabe si esta deficiencia es genética o ambiental; bebés y niños también pueden sufrir los mismos síntomas.

SALES MINERALES O CENIZAS

Cuando la leche es sometida a 550° C (1 022° F) deja un residuo o ceniza blanquecina que representa del 0.6 al 0.9% de leche y que está formado por los mismos metales que contiene el cuerpo animal

Los minerales se agrupan en macroelementos y oligoelementos, según la cantidad en que se encuentren en la leche, lo que es lo mismo que elementos mayores y elementos menores o microelementos.

Los macroelementos están formados por calcio, fósforo, magnesio, potasio, cloro, azufre, citratos, carbonatos y silicatos. Los microelementos están formados por hierro, cobre, aluminio, zinc, manganeso, cobalto, yodo, níquel, boro, plomo, arsénico, cromo, selenio, molibdeno, flúor y bromo. También existen vestigios de otros elementos.

Es necesario hacer notar que parte de los minerales se encuentran en forma de sales solubles y en suspensión coloidal; ejemplo: aproximadamente el 33% del calcio se encuentra en solución verdadera, 45% en suspensión coloidal y 22% unido a la caseína.

El contenido de cada elemento está grandemente determinado por factores genéticos ya que incluso en condiciones alimenticias desfavorables mantienen el nivel de los minerales aunque tengan que usar sus reservas corporales, tal como sucede con el calcio y el fósforo. Naturalmente que bajo estas condiciones baja drásticamente la producción.

Al inicio o fase colostrál y al final del estado de lactancia aumenta un poco el contenido de sustancias minerales; las infecciones de la ubre también alteran la proporción de las sales.

DETERMINACION DE LOS MINERALES. Las cenizas en realidad no representan todas las sales minerales, ya que en el proceso de determinar las sales, que es por incineración, ocurren pérdidas de los elementos más volátiles, por ejemplo el yodo, que siempre desaparece, los cloruros alcalinos que bajan cuando la temperatura es mayor de 550°C, el fósforo que disminuye en el estado de rojo vivo de la muestra, los citratos que son destruídos completamente, los carbonatos que pueden ser el resultado de la combustión; la presencia de fosfatos y sulfatos puede deberse al fósforo y azufre de las proteínas.

COMPONENTES MENORES. Además de los grupos ya mencionados la leche contiene pequeñas cantidades de otras sustancias.

a **Gases.** La cantidad de gases incorporada en la leche recién ordeñada puede llegar a representar hasta el 10% de su volumen, del cual el 5 al 10% es dióxido de carbono o anhídrido carbónico, 2 a 3% es nitrógeno y 0.5 a 1.0% es oxígeno.

A medida que pasa el tiempo disminuye el contenido de gases, especialmente el CO₂, hasta estabilizarse cerca del 4% de su volumen. El ordeño manual aumenta el contenido de gases, y aún en el ordeño bajo condiciones anaeróbicas hay gases en la leche.

b. **Acidos orgánicos.** El ácido cítrico es un componente normal de la leche y se encuentra entre 1.80 y 2.45 gramos por cada kilogramo de leche. Este ácido es importante por ser la materia prima para la producción de compuestos aromáticos durante la fermentación láctica.

El ácido láctico, el butírico y todos los demás que se encuentran en la leche son productos metabólicos que se originan durante la fermentación de la lactosa.

c. **Fosfolípidos.** Los fosfolípidos se componen de 30% de lecitinas, 45% de cefalinas y 25% de esfingomielinas. El principal fosfolípido es la lecitina, que es un excelente agente emulsificante y forma parte de la película adsorbida en la superficie de los glóbulos grasos.

La suposición de que el sabor a pescado de los productos lácteos se debía a la trimetilamina resultante de la oxidación de la colina no es cierta, ya que los compuestos causantes de ese sabor son los derivados de la oxidación de los ácidos grasos no saturado de la lecitina y de la grasa propiamente dicha.

d. **Esteroles.** El esteroles que predomina en la leche es el colesterol y representa el 3.0% de la grasa en ella contenida, lo que equivale a 100–140 ppm en la leche. Cerca de 82% del colesterol se encuentra en la grasa y el 18% restante está asociado con las proteínas, especialmente la lecitina; esta asociación juega un papel importante en la estabilización del estado de emulsión de la grasa.

Desde el punto de vista de salud personal, se ha manifestado que el colesterol está asociado con los casos de arterioesclerosis (endurecimiento de las arterias), pero al respecto debe señalarse que la arterioesclerosis puede ser causada por cerca de diez factores diferentes. Entre estos el metabolismo anormal de los lipoides parece contribuir a la presentación del mal en aproximadamente 28%, la hipertensión arterial y los problemas hormonales en 17%, y el resto por otras razones.

Con relación al contenido de colesterol de los alimentos, causa supuesta que también conduce a la arterioesclerosis, cabe aclarar que la leche contiene únicamente 12 miligramos de colesterol por 100 gramos de leche, lo cual es diez veces menos que el contenido de colesterol de la sangre de un niño recién nacido, y si se compara la leche con el huevo se observa que 100 gramos de yema de huevo contienen 1 500 miligramos de colesterol, o sea más de diez veces que la leche.

En resumen, la leche no sólo tiene menos cantidades de colesterol sino que posee también ácido linoleico, lecitina, proteínas, aminoácidos y vitaminas que evitan la precipitación de la colesteroína en las arterias.

La ingestión de colesterol con la alimentación normal no ejerce ninguna influencia significativa en el contenido de colesterol de la sangre, pero sí el consumo exagerado de grasas hidrogenadas o grasas duras debido a su alto contenido de ácidos grasos saturados.

e. **Pigmentos.** El caroteno, principal pigmento de la leche, de color amarillo y soluble en las grasas, es el precursor de la vitamina A. La cantidad de caroteno que se encuentra en la leche depende en forma considerable de la alimentación que el animal recibe; por ejemplo, en la época de abundancia de forraje verde la leche aumenta su contenido de caroteno. Algunas razas de vacas lecheras, además, son más aptas a producir niveles más altos de caroteno que otros.

La riboflavina es un pigmento soluble en agua y da una coloración verde amarillenta al suero del queso.

f. **Enzimas.** Son sustancias químicas secretadas por las células y que estimulan reacciones químicas sin formar parte del compuesto resultante; también se les conoce como catalizadores orgánicos o bioquímicos, son específicos y su actividad depende del pH y de la temperatura.

Las enzimas de la leche juegan un papel muy importante en la industria láctea ya que algunas de ellas son responsables de la degradación del producto, como por ejemplo la lipasa, que ocasiona la rancidez; otras permiten controlar el calentamiento de la leche en la zona de pasteurización, como la fosfatasa; algunas tienen acción bactericida y protegen la leche inmediatamente después del ordeño, tal como la lactoperoxidasa y la lisozima y, por último, por medio de la cantidad de ciertas enzimas es posible obtener datos acerca de la calidad higiénica de la leche.

1) **Lactoperoxidasa.** Esta enzima fue la primera descubierta en la leche y usada para verificar la pasteurización a 80° C (176° F) por 1 a 2 minutos, por su destrucción a esta temperatura. La lactoperoxidasa actúa como inhibidor de ciertas bacterias lácticas.

2) **Lipasa.** Esta enzima hidroliza las grasas de la leche en glicerol y ácidos grasos y por consiguiente ocasiona rancidez.

La homogenización de la leche activa la lipasa pero el tratamiento térmico a 55° C (131° F) por 30 minutos la inactiva.

La cantidad de lipasa en la leche aumenta cerca del final de la lactancia, también es alta en el calostro y se manifiesta con un

ligero sabor amargo. La temperatura óptima para la lipasa es de 38 a 40° C (100.4 a 104° F).

3) **Catalasa.** Esta enzima descompone el agua oxigenada en agua y oxígeno molecular. El contenido de leucocitos o bacterias en la leche eleva el contenido de catalasa, por lo que se le usaba para medir la calidad higiénica de la leche; la leche de cuartos mastíticos y el calostro tienen alta actividad de esta enzima.

4) **Xantinoxidasa.** Está ausente en la leche humana y se le usa para diferenciarla de la leche de vaca.

5) **Reductasa.** No es enzima de origen lácteo pero casi siempre se le encuentra en la leche; es producida por microorganismos, decolora el azul de metileno y modifica el valor cromático de la resazurina.

6) **Fosfatasa.** La fosfatasa de la leche está formada por la fosfatasa alcalina y por la fosfatasa ácida. La fosfatasa alcalina se inactiva por la pasteurización y por ello se le usa como base para la prueba de evaluación de la pasteurización de la leche de vaca, aunque no de la leche de cabra.

Los microorganismos generalmente presentes en la leche producen fosfatasa y pueden influir en los resultados de la prueba de una leche bien pasteurizada que ha sido almacenada por varios días.

7) **Lisozima.** Tiene facultades bacteriostáticas sobre numerosas especies porque hidroliza el polisacárido que forma la pared celular de ciertas bacterias.

Existen muchas enzimas más, entre las que se pueden mencionar las proteasas, amilasa, lactasa, aldolasa, oleína y dehidrogenasa.

VITAMINAS

Las vitaminas de la leche están agrupadas en liposolubles e hidrosolubles; liposolubles son las vitaminas A, D, E y K, y las hidrosolubles son las vitaminas del complejo B y la vitamina C.

La cantidad de vitaminas liposolubles en la leche depende en su mayor parte de la alimentación, mientras que las hidrosolubles y la vitamina K no son afectadas por la alimentación ya que la mayoría de ellas es sintetizada por los microorganismos del rumen.

El calostro es más rico en vitaminas que la leche normal, mientras que algunas vitaminas son inactivadas por el calor o la oxidación y pueden sufrir bajas según el tratamiento industrial a que la leche es sometida^{1, 39} (ver Cuadros N^{os} 9 y 10).

Las vitaminas son sustancias orgánicas necesarias para mantener la vida. Están presentes en pequeñas cantidades en la mayoría de los alimentos y regulan la utilización de los carbohidratos, grasas, proteínas y minerales. Su ausencia, así como el exceso de alguna de ellas en la dieta, causan trastornos que pueden conducir a la muerte.

El calentamiento de la leche puede bajar el valor nutritivo, como resultado de cambios en las vitaminas y aminoácidos; por esto la ebullición casera o el hervido de la leche deben ser eliminados dado que bajan drásticamente el valor vitamínico de la leche.

PROPIEDADES DE LA LECHE

Todas las propiedades de la leche están determinadas por sus constituyentes, por lo que cualquier proceso y operación que altere a éstos se refleja en ella.

SABOR. La leche fresca normal tiene un sabor ligeramente dulce debido principalmente a su alto contenido de lactosa; todos los elementos, e inclusive las proteínas que son insípidas, participan en forma directa o indirecta en la sensación del sabor que percibe el consumidor.

El sabor de la leche al final de la lactancia es ligeramente salado debido al aumento de cloruros. La leche absorbe los sabores procedentes de los alimentos, del medio ambiente y los utensilios. También es posible que algunos sabores sean producidos en la misma leche, tal como sucede con el sabor rancio y el olor a jabón, ambos producidos por hidrólisis de la grasa; el sabor oxidado es conocido como sabor a cartón, sabor metálico, sabor a papel, sabor aceitoso y

CUADRO N° 9. Vitaminas en 100 gramos de leche entera bajo diferentes tratamientos térmicos.

DETALLE	PASTEURIZADA				ESTERILIZADA			
	CRUDA	72°C X 15"	BOTELLAS 130°C X 1"	EVAPORADA	CONDENSADA	EN POLVO	HUMANA	
Vitamina A, U. I.	150	150	150	368	276	1 110	160	
Vitamina D, U. I.	2	2	2	5	5	15	1.5	
Vitamina E, microgramos	98	-	-	260	-	750	500	
Tiamina (B ₁), microgramos	45	42	40	56	110	310	15	
Riboflavina (B ₂), microgramos	175	175	175	380	360	1 150	40	
A. Pantoténico, microgramos	350	350	350	700	870	2 700	200	
A. Nicotínico, microgramos	100	100	100	200	210	760	170	
Biotina, microgramos	1.5	1.5	1.5	3.4	3.4	10	0.4	
Vitamina B ₆ , microgramos	35	35	35	35	88	265	10	
Vitamina B ₁₂ , microgramos	0.3	0.3	0	0.1	0.53	1.6	0.1	
Vitamina C, microgramos	2 000	1 800	1 000	2 000	4 300	13 000	4 000	

CUADRO N° 10. Pérdida de vitaminas en la leche entera bajo diferentes tratamientos térmicos, en porcentajes.

DETALLE	ESTERILIZADA					
	PASTEURIZADA 72°C X 15 "	BOTELLAS 30-50	130°C X 1"	EVAPORADA 20-60	CONDENSADA 10-20	EN POLVO 10-50
Tiamina (B ₁)	7	30-50	< 10	20-60	10-20	10-50
Riboflavina (B ₂)	0	< 10	< 10	0	< 10	10-15
A. Pantoténico	0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Biotina	0	< 10	< 10	10-15	10-15	10-15
Vitamina B ₆	0	< 50	0	< 10	10-15	0
Vitamina B ₁₂	0	90-100	15-20	70-90	30-40	20-35
Vitamina C	10	50	10	60	15	20

sabor seboso. Existen, además, los sabores producidos por los microorganismos de la leche.

OLOR. La leche recién ordeñada tiene un ligero olor al medio ambiente donde es obtenida, pero luego desaparece.

El olor de la leche comercial es difícil de percibir salvo que sea un olor ajeno a ella. Entre esos olores ajenos están los que provienen de algunos alimentos, medio ambiente, utensilios y de los microorganismos.

COLOR. La leche es un líquido blanquecino amarillento y opaco, color característico que se debe principalmente a la dispersión de la luz por las miscelas de fosfocaseinato de calcio. Los glóbulos grasos también dispersan la luz pero contribuyen muy poco en el color blanco de la leche. Por último, el caroteno y la riboflavina contribuyen al color amarillento.

Asimismo, el color de la leche varía según el proceso al que haya sido sometida; por ejemplo, la pasteurización mediante el uso de temperaturas altas intensifica su blancura y opacidad, la esterilización la cambia a café claro, y el descremado deja a la leche descremada de color blanco azulado.

VISCOSIDAD. La viscosidad de la leche está dada por el grado de resistencia a fluir, o sea que es el coeficiente de frotamiento entre las moléculas. La viscosidad aumenta con la disminución de la temperatura, el incremento del contenido graso, la homogenización, fermentación, envejecimiento y altas temperaturas seguidas de enfriamiento.

La viscosidad juega un papel muy importante en la comercialización de la crema porque da la sensación de alto contenido de grasa, y de ahí que cuanto más viscosa la crema parece más rica en grasa.

La viscosidad promedio, a 20° C (68° F), en centipoises para los siguientes productos es:

Agua	1.00
Leche entera (1.5—4.2)	2.20
Leche descremada	1.90
Solución de lactosa al 5%	1.20

La viscosidad es expresada en Newton-segundo por metro cuadrado. La décima parte de ésta es el Poise, igual a dinas por centímetro cuadrado, y la centésima parte de ésta es el Centipoise.

CALOR ESPECIFICO. El calor específico se expresa en número de calorías necesarias para elevar la temperatura de un gramo de sustancia en un grado centígrado, y varía según la temperatura; en la leche se han encontrado los siguientes valores: 0.92 a 0° C, 0.94 a 15° C, 0.93 a 40° y 0.92 a 60° C, calorías por gramo.

El calor específico puede ser utilizado para calcular el costo de calentamiento o enfriamiento de la leche.

CONGELACION. La leche se congela a -0.55°C (31.01°F). Es la característica más constante de la leche y se le utiliza para detectar adulteraciones con agua. Una lectura de -0.53°C ya permite sospechar una posible adición de agua a la leche; sin embargo, debe recordarse que los límites normales están entre -0.50 y -0.61°C (30.9 y 31.1°F).

Los constituyentes solubles (lactosa y sales) determinan el punto de congelación y son los responsables para que éste sea menor que el del agua. Las grasas y las proteínas tienen muy poco o nada que ver con el punto de congelación de la leche.

EBULLICION. La leche hierve a 100.17°C (212.2°F) debido a las sustancias solubles que posee.

GRAVEDAD ESPECIFICA. Es el peso de un líquido o sólido a una determinada temperatura, comparado con el peso de un volumen igual de agua a la misma temperatura.

La gravedad específica de la leche puede ser determinada encontrando el peso de un volumen conocido (peso de un litro de leche) o el volumen de un peso conocido (volumen de un kilogramo de leche). El lactómetro hace uso de este último.

En resumen se tiene:

$$\text{Densidad de agua} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

$$\text{Densidad de la leche} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

$$\text{Gravedad específica} = \frac{\text{Densidad de la leche}}{\text{Densidad del agua}}$$

Para determinar la gravedad específica de la leche recién ordeñada debe esperarse por lo menos una hora, a fin de que el contenido de gases se normalice.

La gravedad específica de la leche procedente de un hato mezclado de razas es de 1.0325 en promedio, pero puede variar desde 1.030 hasta 1.033 y en algunos casos exceder estos límites. La gravedad específica es normalmente tomada a 15° C (60° F) o corregida a esta temperatura.

Los sólidos no grasos y la grasa determinan la gravedad específica de la leche en formas opuestas, por ejemplo, a mayor contenido de grasa menor gravedad específica y a mayor contenido de sólidos no grasos mayor gravedad específica, y viceversa. Debido a este fenómeno, mediante la gravedad específica y el análisis de grasa se puede averiguar si la leche tiene adulteración con agua. Este principio, además, explica el porqué de la alta gravedad específica de la leche descremada, que es 1.035 o más.

CUADRO N° 11. Gravedad específica de los constituyentes de la leche y derivados de la leche.

Agua	1.000
Grasa	0.930
Proteínas	1.350
Caseína	1.310
Lactosa	1.670
Sales Minerales	4.120
Leche descremada	1.035
Sólidos no grasos	1.625

La gravedad específica de la crema disminuye a medida que aumenta su contenido de grasa.

REACCION IONICA. La leche normal se comporta como un compuesto anfotérico, lo que significa que puede comportarse como base y como ácido, ya que cambia el papel rojo de litmus a azul y el papel azul de litmus a rojo.

La concentración de iones de hidrógeno (pH) en la leche varía de 6.5 a 6.7; en casos graves de mastitis el pH puede llegar a 7.5 y en presencia de calostro puede bajar a 6.0.

Cuando la leche normal es titulada con hidróxido de sodio de 0.1 normal de concentración (0.1 N NaOH), usando fenolftaleína como indicador, da una acidez equivalente a 0.10 – 0.26% de ácido láctico, cuyo promedio está entre 0.14 y 0.18% de acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL).

La leche fresca no contiene ácido láctico, sin embargo da una reacción ácida debido al ácido carbónico que se forma a partir del anhídrico carbónico, los fosfatos, los citratos y las proteínas. A esta acidez se le conoce también como acidez aparente o natural¹ (ver Cuadro N° 12).

En algunas plantas procesadoras se utiliza la prueba de acidez para aceptar o rechazar la leche. Esto último ocurre generalmente con las leches con 0.20% de acidez titulable o más porque se ha generalizado, erróneamente, que la acidez superior a 0.18% es debida a la acción bacterial. Cuando se quiera hacer uso de la prueba de acidez para determinar la calidad de la leche deben tenerse presentes las siguientes observaciones:

Una leche buena, con alto contenido graso y por ende con alto contenido de sólidos no grasos, puede mostrar una acidez aparente alta; por ejemplo leche fresca en fincas de vacas Holstein, dan una acidez que varía de 0.13 al 0.16% y la leche fresca en fincas de vacas Jersey da de 0.16 a 0.20% de acidez titulable.

La prueba de acidez da mayor tolerancia a ciertos hatos. Si el límite de aceptación de la leche es fijado en 0.18%, tal como ocurre en muchas plantas lecheras, el hato que produce leche con 0.15% de acidez tiene una tolerancia de 0.03%; sin embargo, el hato que produce leche con 0.18% de acidez aparente no tiene margen alguno de tolerancia, por lo que es aconsejable conocer la acidez de la leche fresca en la finca de cada hato que vende leche a la planta procesadora.

La acidez es una prueba aproximada y no se le debe dar mucha importancia como índice de contaminación bacteriana, ya que no siempre el alto grado de acidez corresponde a un alto número de microorganismos; ejemplo: la leche mastítica contiene un alto número de microorganismos y la acidez es más baja que lo normal (hasta 0.08%), y en los casos en que la leche contiene algo de calostro puede mostrar una alta acidez y sin embargo tener bajo contenido de microorganismos.

CUADRO N° 12. Acidez natural de algunos componentes de la leche cruda.

DETALLE	PORCENTAJES DE ACIDEZ TITULABLE
1) Caseína	0.07 a 0.10
2) Lactoglobulina y lactoalbúmina	0.01
3) Fosfatos	0.01 a 0.02
4) Citratos	0.05 a 0.08
5) Anhídrido carbónico	0.01 a 0.03

El calostro es uno de los factores que pueden aumentar la acidez aparente de la leche, debido a su alto grado de acidez titulable⁵⁶ (ver Cuadro N° 13).

CUADRO N° 13. Acidez titulable del calostro.

DIAS	ORDEÑO	PORCENTAJE DE ATECAL
1	Primer ordeño	0.44
1	Segundo ordeño	0.34
1	Tercer ordeño	0.26
2	Primer ordeño	0.24
2	Segundo ordeño	0.24
3	Primer ordeño	0.21
5	Primer ordeño	0.20
10	Primer ordeño	0.19
15	Primer ordeño	0.17
20	Primer ordeño	0.16
30	Primer ordeño	0.16

La acidez verdadera es la que está dada por la presencia del ácido láctico y otros ácidos originados durante la fermentación; a esta acidez también se le conoce como acidez desarrollada o real. Durante la fermentación de la lactosa ocurren además otras fermentaciones que dan origen a olores o aromas característicos y por esto a pesar de que el ácido láctico es inodoro se dice que la leche ácida posee un olor característico⁵⁶ (ver Cuadro N° 14).

CUADRO N° 14. Características de la leche según la acidez.

DETALLE	PORCENTAJE DE ATECAL
1) Acidez normal de la leche	0.13 a 0.18
2) Límite de aceptación en plantas	0.18 a 0.20
3) Olor a leche ácida	0.21 a 0.24
4) Sabor a leche ácida	0.23 a 0.27
5) Cuajado de la leche	0.50 a 0.60
6) Límite natural de acidez	0.90 a 1.00

En resumen, las plantas lecheras que usan el grado de acidez (ATECAL) como base de aceptación o de rechazo de la leche que compran, deben considerar lo siguiente:

- a. Realizar pruebas periódicas de acidez de la leche en la finca del productor, para que sirva de punto de comparación con la acidez de la leche a la llegada a la planta.
- b. Fijar un margen de tolerancia igual para todos los productores.
- c. No incluir la acidez titulable como parte de la "Tabla de clasificación de la leche cruda" porque la poca precisión de esta prueba podría hacer que el Laboratorista, inintencionalmente, obtenga resultados diferentes para una misma muestra, lo cual podría representar la diferencia entre un grado y otro, y esto significa dinero.
- d. Por lo expuesto, se recomienda el uso de la acidez (ATECAL) como una guía para distinguir la leche mala pero no para castigar la leche buena, como se puede apreciar en los Cuadros N°s 15 y 16.

CUADRO N° 15. Clasificación de leche cruda.

AZUL DE METILENO	RESULTADO	PUNTAJE
Más de 5.0 horas	Bueno	6
Más de 2.5 horas	Aceptable	5
Más de 20 minutos	Regular	4
Menos de 20 minutos	Malo	3
PORCENTAJE DE ACIDEZ		
0.150 – 0.165	Bueno	6
0.170 – 0.180	Aceptable	5
0.185 – 0.195	Regular	4
0.200 – 0.220	Malo	3
SEDIMENTO		
Limpio	Bueno	6
Aceptable	Aceptable	5
Sucio	Regular	4
Muy sucio	Malo	3
PORCENTAJE DE GRASA		
4.75 – 5.00	Bueno	7
4.00 – 4.70	Aceptable	6
3.05 – 3.95	Regular	3
2.00 – 3.00	Malo	1
CLASEC		
Clase A	23 – 25	\$ 0.20
Clase B	20 – 22	\$ 0.18
Clase C	16 – 19	?
Clase D	13 – 15	?
Clase E	10 – 12	?

CUADRO N° 16. Clasificación de leche cruda.

RESAZURINA (UNA HORA)	RESULTADO	PUNTAJE
No hay cambio de color	Muy bueno	4
Azul a púrpura claro	Bueno	3
Púrpura claro a rosado	Regular	1
Rosado	Malo	0
PORCENTAJE DE ACIDEZ		
0.150 – 0.165	Muy bueno	4
0.170 – 0.180	Bueno	3
SEDIMENTO		
Limpio	Muy bueno	4
Pocas manchas	Bueno	3
Muchas manchas	Regular	1
Sucio	Malo	0
PORCENTAJE DE GRASA		
Más de 4.50	Muy bueno	4
3.50 a 4.50	Bueno	3
2.5 a 3.50	Regular	2
Menos de 2.50	Bajo	1
GRADOS	PUNTAJE	PRECIO/LITRO
Grado A	14 – 16	\$ 0.21
Grado B	10 – 13	\$ 0.18

CAPÍTULO 2

MICROBIOLOGÍA

MICROORGANISMOS

Los microorganismos son seres vivos de muy pequeñas dimensiones, los que una vez aislados solo pueden ser vistos con la ayuda del microscopio. Estos pequeños seres vivos forman hoy en día un tercer reino conocido como el Reino de los Microorganismos o protistas, que está a la par del reino vegetal o animal.

Los microorganismos pueden ser agrupados en algas, protozoarios, bacterias, hongos, organismos del tipo de la pleuroneumonía (PPLO), rickettsias y virus.

Los microorganismos importantes en la industria lechera son las bacterias, hongos, rickettsias y virus.

BACTERIAS. Son organismos unicelulares y de formas variadas, cuyo tamaño varía de 0.50 a 50 micras. Poseen una sustancia nuclear, pueden tener o no motilidad, pueden crecer en medio artificiales de cultivo, su reproducción es predominantemente asexual, esto es, por división simétrica de la célula o fisión binaria, aunque también existe la repro-

ducción sexual o procesos de conjugación sexual. Ciertas bacterias poseen la facultad de formar una espora por célula, aunque como forma de resistencia y no de reproducción. Algunas bacterias son patógenas y otras benéficas al hombre.

HONGOS. Bajo este nombre se encuentra las levaduras y los mohos.

a. **Levaduras.** Son hongos formados por células individuales de forma redonda u ovalada, cuyo tamaño varía de 5.00 a 10.00 micras, crecen en medio artificiales de cultivo, se reproducen en forma asexual, principalmente por gemación, y en forma sexual. Produce alcohol y otros compuestos orgánicos, pero varios de ellos causan enfermedades.

b. **Mohos.** Son hongos que a simple vista parecen un mechón de algodón o masa polvorienta de distintos colores; con frecuencia se les encuentra creciendo sobre el pan húmedo, gelatinas, frutas y alimentos en descomposición.

El tamaño de los mohos varía de 5.00 micras a más, crecen en medio artificiales de cultivo, tienen muchas formas y colores, su reproducción es sexual y asexual.

Algunos mohos son utilizados en la formación de alimentos y antibióticos, otros provocan daños en la madera, tejidos y otros productos; también hay algunos que causan enfermedades.

RICKETTSIAS. Son parásitos forzosos, o sea que viven solamente en tejido vivo, se dividen por fisión binaria, su tamaño diminuto varía de 0.30 a 0.60 micras, residen normalmente en los artrópodos (garrapatas y piojos, principalmente) y causan enfermedades en el hombre.

VIRUS. Los virus registran un tamaño ultramicroscópico que varía de 0.01 a 0.30 micras, tienen diferentes formas y estructuras internas, son parásitos obligatorios porque no tienen capacidad metabólica propia y necesitan de células susceptibles necesarias para que se reproduzcan.

Los virus causan enfermedades en el hombre, animales, plantas y bacterias.

NOMENCLATURA Y CLASIFICACION DE LOS MICROORGANISMOS

La nomenclatura microbiana es similar a la de los vegetales y emplea los mismos niveles de Clase, Orden, Familia, Tribu, Género, Especie y Variedad^{10, 11}.

Los microorganismos son designados por medio del sistema binomial, que consiste en dos nombres, de los que el primero representa el género y debe ser escrito con mayúscula y el segundo representa la especie a que pertenece el microorganismo y debe ser escrito con minúscula, ambos en letra cursiva o subrayado. En forma adicional pueden indicar autor, variedad o grupo serológico.

Ejemplos: *Salmonella typhosa*; *Mycobacterium tuberculosis* (Trevisan) var. *hominis*; *Streptococcus lactis*, gr. *N* (lancefield); *Escherichia coli*, K12.

MORFOLOGIA BACTERIAL

Fundamentalmente los cuerpos de las bacterias son de forma esférica, cilíndrica y espiral, con algunas variaciones.

- a. Esférica. También llamados elipsoidal o casi esféricas, son comúnmente denominadas como cocos, pueden estar solas, o cocos simples, en pares o diplococos, en grupos de cuatro o tétradas, en cadena o estreptococos y en bloques cúbicos o sarcinas.
- b. Cilíndrica. También conocidas como bastoncillos o simplemente como bacilos, algunas poseen flagelos que les permiten movilizarse; dentro de los bacilos hay gran variedad de modificaciones.
- c. Espiral. También denominadas helicoidal o espirilo, tienen la forma de un sacacorchos.

ESTRUCTURA BACTERIAL

Las partes comunes de todas las bacterias son la pared celular y el citoplasma, este último rodeado de una membrana citoplásmica.

En el citoplasma o cuerpo celular interno se encuentra el material nuclear o simplemente núcleo, algunos gránulos y varias inclusiones celulares. Las bacterias pueden estar rodeadas de una vaina que forma una cápsula, flagelos o vellosidades que les permiten movilizarse y, por último, algunas bacterias pueden desarrollar estructuras especiales llamadas esporas.

MEDIOS DE CULTIVO BACTERIOLÓGICOS

La mezcla de sustancias nutritivas donde los organismos pueden crecer es conocida con el nombre de medios de cultivo.

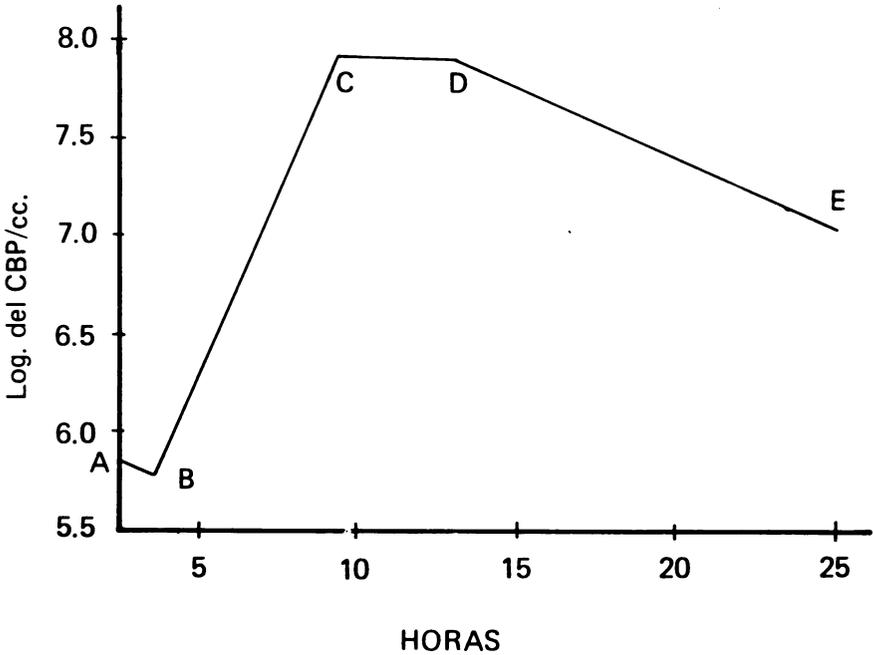
Según el medio de cultivo necesitado las bacterias son agrupadas en autótroficas o heterótroficas; las autótroficas tienen requerimientos nutricionales sencillos o inorgánicos porque su fuente de energía es la amonía o luz, principalmente; ejemplo: los nitrosomonas se sirven de la amonía como fuente de energía, en cambio las Rhodopseudomonas utilizan la luz.

Las bacterias heterótroficas requieren sustancias complejas para su nutrición y dentro de este grupo está la mayoría de los microorganismos que causan enfermedades, como por ejemplo *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Salmonella typhosa*, *Streptococcus pyogenes*, y otros.

Según el contenido o la composición de los medios de cultivo, éstos pueden ser clasificados en medio de cultivo especial o enriquecido, medios diferentes o selectivos, medios de ensayo, medios sintéticos, medios deshidratados, medios presuntivos, medios para cómputo bacterial, medios característicos y muchos otros más.

CRECIMIENTO BACTERIAL

La vida de las bacterias en la naturaleza está íntimamente ligada con los microorganismos que les rodean, la humedad, el pH, la temperatura, el oxígeno, nutrimentos y otros factores ambientales; por esta razón la población de una especie dada varía de un momento a otro, pero en condiciones artificiales y utilizando un cultivo puro en un medio líquido la población bacterial sigue un curso definido (ver Fig. 2).



- AB. Fase de adaptación o lenta.
 BC. Fase de crecimiento logarítmico.
 CD. Fase estacionaria.
 DE. Fase de destrucción o descenso.
 CBP/cc. Método estándar de cómputo bacteriano en placas por centímetro cúbico.

Fig. 2. Curva típica de crecimiento bacteriano.

Durante el crecimiento el número de bacterias aumenta en progresión geométrica: 1, 2, 4, 8, 16, 32, y así; cada especie bacteriana toma cierto tiempo entre generaciones y éste puede ser calculado si se conoce el cómputo bacteriano al inicio del estudio (C_i), cómputo bacteriano al final del estudio (C_f), el tiempo total utilizado en el estudio (T_e) y tomando 2^n igual al número de bacterias después de n generaciones.

De la información anterior se concluye que el cómputo de bacterias al final del estudio (Cf) es igual al cómputo de bacterias al inicio del estudio (Ci) multiplicado por dos (2), elevado á n generaciones (2^n).

a. $Cf = Ci \times 2^n$

A partir de ésta fórmula se despeja el valor de n.

b. $\text{Logaritmo de Cf} = \text{Logaritmo de Ci} + n \text{ por Logaritmo de } 2$

c. $\text{Log. Cf} = \text{Log. Ci} + n \text{ Log. } 2$

d. $n = \frac{\text{Log. Cf} - \text{Log. Ci}}{\text{Log. } 2}$

Conocido el número de generaciones (n) se puede averiguar el tiempo por generación (Tg), dividiendo el tiempo total del experimento (Te), entre el número de generaciones.

e. $Tg = \frac{Te}{n}$

O dividiendo el producto de la multiplicación del tiempo experimental (Te), por el Log. de 2 entre la diferencia del logaritmo del cómputo final de bacterias (Cf) y el logaritmo del cómputo inicial de bacterias (Ci).

f. $Tg = \frac{Te \cdot \text{Log. } 2}{\text{Log. Cf} - \text{Log. Ci}}$

PROBLEMA 1: Calcule el cómputo de bacterias al término de seis (6) horas de incubación de una siembra de 10 000 organismos, después de cuatro generaciones.

- a. $Cf = Ci \times 2^n$
- b. $Cf = 10\ 000 \times 2^4$
- c. $Cf = 160\ 000$

PROBLEMA 2: Encuentre el número de generaciones en un cultivo cuyo cómputo inicial fue de 10 000 organismos y el final de 1 000 000 después de 24 horas de incubación.

- a. $n = \frac{\text{Log. Cf} - \text{Log. Ci}}{\text{Log. 2}}$
- b. $n = \frac{\text{Log. 1 000 000} - \text{Log. 10 000}}{\text{Log. 2}}$
- c. $n = \frac{6 - 4}{0.301}$
- d. $n = 6.64$

PROBLEMA 3: Encuentre el tiempo por generación en el problema 2.

- a. $Tg = \frac{Te}{n}$
- b. $Tg = \frac{24}{6.64}$
- c. $Tg = 3.61$ horas.

FACTORES QUE AFECTAN EL CRECIMIENTO BACTERIAL

REACCION IONICA ó pH.

El grado de acidez o alcalinidad de los medios de cultivos es de suma importancia porque la mayoría de las bacterias son sensibles al pH. Cada especie prefiere el pH o reacción química del medio natural en que normalmente vive.

La mayoría de las bacterias crece mejor en medios con pH 7.0 (neutro), ó pH de 7.2 a 7.4 (ligeramente alcalino). Algunos crecen a pH 5.5, como los microorganismos acidúricos que se encuentran alrededor de los dientes, y otros se multiplican mejor a pH de 8.0 (fuertemente alcalino) como el espirilo que causa el cólera, ó a pH 9.6 como el *Streptococcus faecalis*.

Los mohos y las levaduras crecen muy bien de 5.0 a 7.0 de pH.

TEMPERATURA

Para cada especie bacterial hay una temperatura de crecimiento óptimo y según ésta se clasifican en sicrófilas, mesófilas y termófilas^{29, 32} (ver Cuadro N° 17). También existen grupos de bacterias que resisten altas temperaturas (termodúricas) o bajas temperaturas (sicrotolerantes).

La mayoría de los organismos saprófitos requiere una temperatura de 25 a 30°C (77 a 86°F) y los organismos parásitos del hombre u otros animales de sangre caliente requieren de 35 a 37°C (95 a 98°F) de temperatura, con excepción de las bacterias patógenas de las aves, que crecen mejor a temperaturas de 41 a 45°C (105.8 a 113°F).

La temperatura determina en cierto grado la tasa de crecimiento, el crecimiento total, el metabolismo y la forma de la bacteria¹ (ver Cuadros N°s 18 y 19).

CUADRO N° 17. Clasificación de las bacterias según su temperatura óptima de crecimiento.

CLASE	TEMPERATURAS		
	MINIMA	OPTIMA	MAXIMA
Sicrófila	0° C	10–15° C	30° C
	32° F	50–59° F	86° F
Mesófila	15–25° C	25–37° C	40–55° C
	59–77° F	77–98.6° F	104–131° F
Termófila	25–45° C	50–60° C	60–90° C
	77–113° F	122–140° F	140–194° F

CUADRO N° 18. Cómputo bacterial en la leche cruda incubada a diferentes temperaturas.

INCUBACION EN:	CBP/cc			
	HORAS	15° C (59° F)	25° C (77° F)	35° C (95° F)
Cero (0)		9 000	9 000	9 000
Tres (3)		10 000	18 000	30 000
Seis (6)		25 000	170 000	12 000 000
Nueve (9)		46 000	1 000 000	35 000 000
Veinticuatro (24)		5 000 000	57 000 000	800 000 000

CUADRO N° 19. Número de veces que aumenta la población inicial de bacterias.

MUESTRAS	TEMPERATURAS Y HORAS						
	CBP/cc Inicial	4.5° C (40° F)		10° C (50° F)		16° C (61° F)	
		24	48	24	48	24	48
4 000 = 1	1	1	3	30	372	8 000	
40 000 = 1	2	3	5	21	113	2 540	
140 000 = 1	2	4	8	100	180	4 300	

OXIGENO

Todos los seres vivos necesitan de oxígeno para subsistir. La mayoría de las bacterias utiliza el oxígeno del aire y se les denomina aeróbicas; otras utilizan el oxígeno de los compuestos que contienen oxígeno en el medio de cultivo y son conocidas como anaeróbicas. Hay también un grupo de bacterias que puede usar ambas fuentes y se les denomina aneróbicas facultativas; por último hay un grupo que requiere de la presencia de pequeñas cantidades de oxígeno libre y se les clasifica como microaerofílicas.

PRESION OSMOTICA

El agua entra y sale de las bacterias por ósmosis. Si la concentración de sales en la célula es mayor que en el medio en que se encuentra, el agua entra en la célula, y si el medio es agua destilada ésta se difundirá tanto que puede hacer reventar el microorganismo; a este fenómeno se le llama plasmóptisis o turgescencia. Si sucede lo contrario, o sea que el agua de la célula sale, se causa una plasmólisis, que es utilizada en la preservación de alimentos en soluciones salinas de 25 a 30% de concentración o con soluciones concentradas de azúcar (40%).

HUMEDAD

El agua es un nutrimento esencial para el crecimiento de los microorganismos pero no para mantener la vida; por eso mediante el proceso de liofilización, o sea de conversión del cultivo líquido en forma de polvo por medio de la congelación rápida y evaporación al vacío, se puede mantener vivos varios microorganismos por muchos años.

Por otro lado, el hecho de que el agua sea necesaria para el crecimiento bacterial permite conservar los alimentos reduciendo su contenido de humedad a cantidades que fluctúan entre 5 y 10%.

INFLUENCIA DE LOS MICROORGANISMOS VECINOS

La vida de cualquier microorganismo en su medio natural está íntimamente relacionada con los microbios que le rodean. Cuando dos organismos se ayudan mutuamente se dice que viven en simbiosis; cuando uno de los dos es el beneficiado sin perjudicar al otro es una forma de comensalismo, y cuando la presencia de unos impide la presencia de otros se dice que hay antagonismo bacteriano y la sustancia responsable de esto es conocida con el nombre de antibiótico.

LA LUZ

La mayoría de las bacterias son quimiosintéticas, por lo que no tienen clorofila ni pigmento fotosintético y la luz les puede ocasionar la muerte. Sin embargo, hay algunas especies de bacterias saprófitas que son fotosintéticas y requieren de la luz solar para obtener energía.

FUENTES DE MICROORGANISMOS DE LA LECHE

La leche está expuesta a ser contaminada desde el momento en que es sintetizada y depositada en las cisternas, hasta el instante en que es consumida.

INTERIOR DE LA UBRE

La leche recién ordeñada contiene normalmente una pequeña cantidad de bacterias de entre 1 000 y 2 000 CBP/cc. (método estándar de cómputo bacterial en placas por centímetro cúbico)¹, ver Cuadros Nos. 20 y 21. Las vías de entrada de estos organismos a la glándula mamaria son el canal del pezón y la vía sanguínea.

El número de bacterias en los primeros chorros de leche obtenidos de una vaca sana es generalmente mayor que el número de bacterias de cualquier otra porción durante el mismo ordeño (ver Cuadro N° 22). Por esta razón es recomendable eliminar los primeros chorros de leche de cada cuarto, pues aunque esto no afecta en forma considerable el contenido total de bacterias de la leche sí ayuda a eliminar unas pocas de ellas.

En casos de mastitis el cómputo bacterial aumenta considerablemente, aunque en el momento en que se manifiestan los síntomas de la mastitis el cómputo es un poco menor que los cómputos hechos antes de presentarse los síntomas (ver Fig. 3).

CUADRO N° 20. Contenido microbiano de la leche en el momento del ordeño en un hato de 200 vacas.

% DE VACAS	COMPUTO BACTERIAL EN PLACAS POR CC	
2.50	0	100
15.0	1	1 000
42.00	100	5 000
29.00	1 000	10 000
7.50	5 000	10 000
4.00	más de	

CUADRO N° 21. Contenido bacterial de la leche en el momento del ordeño en el hato de 47 vacas de la Escuela Agrícola Panamericana.

% DE VACAS	COMPUTO BACTERIAL EN PLACAS POR CC	
12.80	100	1 000
70.20	1 000	5 000
10.60	5 000	10 000
6.40	más de	10 000

CUADRO N° 22. Contenido bacterial en diferentes porciones de leche de un ordeño.

DETALLE	COMPUTO BACTERIAL EN PLACAS POR CC
Primeros chorros	7 500
A medio ordeño	2 000
Al terminar el ordeño	800

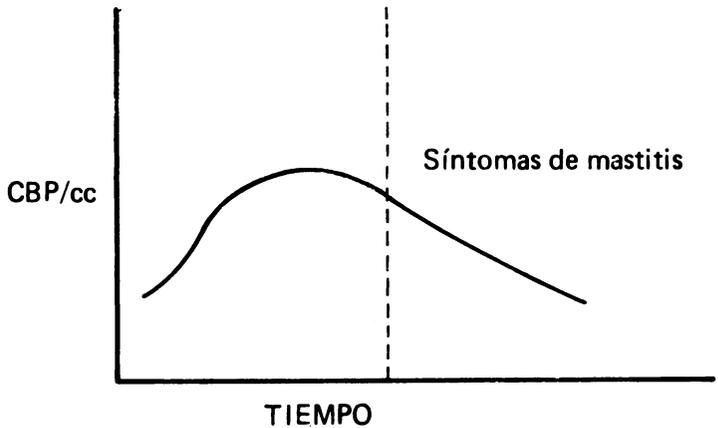


Fig. 3. Número de bacterias en caso de mastitis.

CUERPO DE LA VACA

El cuerpo del animal es caliente y contiene gran cantidad de suciedades, por lo que ambos hacen un medio propicio para el crecimiento bacterial.

Las partículas de excrementos, tierra, vegetales y otros como pelos y células epiteliales adheridas a los flancos, superficie de la ubre y cola, pueden caer a la leche durante el ordeño manual y si el recipiente con que se ordeña es de boca amplia, mayor es la conta-

minación (ver Cuadro N° 23); por esto los flancos y la ubre de las vacas deben ser lavados y secados antes del ordeño.

En condiciones ordinarias el cuerpo del animal no debe contribuir a la leche con más de 10 000 en el cómputo bacterial en agar por centímetro cúbico.

CUADRO N° 23. Cómputo bacterial por el método de placas, en leche obtenida por ordeño manual.

DETALLE	VACAS NO LAVADAS	VACAS LIMPIAS
Balde de boca estrecha	18 000	2 000
Balde de boca ancha	52 000	3 000

La contaminación de la leche por el cuerpo del animal es muy delicada por las enfermedades que puede transmitir al hombre; de éstas las más frecuentes son la tuberculosis, brucelosis, leptospirosis, ántrax, fiebre aftosa, fiebre de montaña y enfermedades que causan trastornos entéricos.

UTENSILIOS Y EQUIPO

Todas las superficies que entran en contacto con la leche, desde el momento del ordeño hasta el envase en que llega al consumidor, suman varios cientos de metros cuadrados y es por ello que los utensilios y el equipo son considerados las fuentes más importantes de contaminación de la leche el punto de vista cuantitativo, o sea que cuanto mayor es la superficie que entra en contacto con la leche mayor es la probabilidad de un cómputo bacterial elevado.

Cualquier utensilio mal lavado o desinfectado contribuye con millones de bacterias por centímetro cúbico de leche¹ (ver Cuadros Nos 24 y 25).

CUADRO N° 24. Cómputo bacterial por el método de placas, en leche cruda.

MUESTRAS	CBP/cc	
	UTENSILIOS NO ESTERILIZADOS	UTENSILIOS ESTERILIZADOS
1	190 000	3 600
2	110 000	11 000
3	77 000	2 000
4	49 000	3 000
5	35 000	2 100
6	15 000	4 700

Una observación importante es el hecho de que los puntos muertos y uniones de dos piezas del equipo son los que más contribuyen al cómputo bacterial de la leche.

En resumen, si los utensilios y el equipo sólo contribuyen con 3 000 ó menos al cómputo bacterial, el trabajo de limpieza y esterilización de éstos es adecuado.

CUADRO N° 25. Cómputo bacterial por el método de placas, en crema.

MUESTRAS	CBP/cc	
	DESCREMADORA MAL LAVADA	DESCREMADORA BIEN LAVADA
1	5 600 000	37 000
2	46 000 000	8 400 000
3	77 000 000	3 600 000
4	100 000 000	1 000 000
5	110 000 000	960 000

PERSONAL

La contaminación de la leche por el hombre es la más delicada dado el tipo de microorganismos que puede introducir en ésta.

El personal es la clave para la obtención de un producto altamente higiénico, y sin su colaboración no es posible controlar medios de contaminación.

Existen varias enfermedades que pueden ser transmitidas del hombre a la leche y de ésta al consumidor; por ejemplo tuberculosis, tifoidea, difteria, escarlata y varias otras. Por ello no es recomendable que personas enfermas o portadoras del germen que causa la enfermedad, ni personas con hábitos sucios, sean admitidas en los locales donde la leche es obtenida o procesada, y mucho menos permitirles trabajar con ella.

INSECTOS

Las moscas son uno de los principales vectores de las enfermedades gastrointestinales, por lo que se les debe controlar constantemente. Cada mosca que cae en la leche representa miles de bacterias en el cómputo bacterial y por eso se dice que en una planta lechera donde se pueda contar 20 moscas hay que dudar de su higiene y de la sanidad de sus productos.

MEDIO AMBIENTE

La atmósfera de los establos casi siempre contiene gran cantidad de microorganismos provenientes de los excrementos, alimentos y polvo. Los forrajes como el heno y la paja son fuentes ricas de esporas de mohos y bacilos, los ensilajes aportan bacterias butíricas y los excrementos, principalmente, enterobacterias.

Es aconsejable tomar algunas precauciones durante el ordeño para evitar o reducir la contaminación de la leche; entre éstas se puede mencionar las siguientes: en días secos iniciar el ordeño 15

minutos después de que las vacas hayan entrado al establo, no dar de comer heno u otro forraje seco antes ni durante el ordeño, no barrer el establo inmediatamente antes ni durante el ordeño, no cepillar las vacas inmediatamente antes ni durante el ordeño y mantener completamente limpio el local donde se ordeña.

EL AGUA

Si el agua no es potable no debe ser utilizada en lugares donde la leche o subproductos pueden entrar en contacto con ella. El agua contaminada es un constante peligro para la calidad del producto y salud del consumidor.

FERMENTACIONES DE LA LECHE

La fermentación de la leche es un proceso por el cual ocurren cambios químicos en ella a causa de la actividad de las enzimas de origen lácteo o microbial, siendo esta última la más importante porque los cambios y el tipo de microorganismos presentes en la leche están íntimamente relacionados.

Si se deja la leche recién ordeñada a temperatura ambiente se puede observar los cuatro períodos del proceso de fermentación natural, que son: germicida, acidificación, neutralización y putrefacción.

PERIODO GERMICIDA. Los cómputos bacteriales de una leche recién ordeñada disminuyen durante cierto tiempo, para luego iniciar su aumento. Este fenómeno es atribuido a la presencia de ciertas sustancias germicidas como la lactoperoxidasa y lisozima o al cambio de la leche de la ubre al medio ambiente. La acción germicida dura poco tiempo, pudiendo variar de dos minutos a dos horas según la temperatura del ambiente; normalmente cuando más alta es la temperatura menor es el tiempo o período germicida.

El poder germicida es específico para ciertos microorganismos y varía según la vaca, cuarto y porción de leche de un mismo cuarto.

PERIODO DE ACIDIFICACION. En esta etapa el crecimiento bacterial llega a su más alta concentración, siendo los productos de ácido láctico los que predominan. La producción de ácido láctico se efectúa a partir de la lactosa y llega a formar hasta cerca del 1% de acidez titulable; a esta concentración el ácido inhibe el crecimiento de sus productores, entre otros cambios de menor importancia.

PERIODO DE NEUTRALIZACION. Cuando las bacterias acidificadoras ya no pueden crecer lo hacen los mohos y las levaduras, utilizando el ácido como alimento y produciendo algunos compuestos de desecho que terminan por neutralizar el medio.

En esta etapa generalmente se aprecia en la superficie del medio una capa gruesa formada por el crecimiento de mohos y levaduras.

PERIODO DE PUTREFACCION. Los microorganismos que intervienen en esta fase son aquellos que tienen la habilidad de descomponer las proteínas; estos organismos estuvieron en forma latente durante las fases anteriores debido principalmente al pH.

Algunas bacterias, mohos y levaduras descomponen totalmente los constituyentes de la leche, dejando sólo un líquido claro que puede ser venenoso.

FERMENTACION ACIDA

La fermentación que normalmente ocurre en la leche es la fermentación láctica, o sea la producción de ácido láctico a partir de la lactosa por acción de las enzimas producidas por ciertos microorganismos. Cuando la leche aumenta su grado de acidez es considerada como leche alterada y puede no ser aceptada en las plantas procesadoras lecheras si su acidez pasa del límite aceptable; sin embargo, este mismo fenómeno de acidificación es utilizado en la producción de leches fermentadas y quesos, aunque naturalmente en estos últimos casos la fermentación es controlada por medio de la inoculación de cultivos lácticos.

Los gérmenes lácticos que acidifican la leche pueden ser homofermentativos, o sea que producen casi exclusivamente ácido láctico acompañado de cantidades mínimas de ácido acético, dióxido de

carbóno y otros productos volátiles, o heterofermentativos, que además de ácido láctico también producen cantidades apreciables de otros productos.

Los organismos deseables más importantes que producen principalmente ácido láctico son: *Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermenti*, *Lactobacillus thermophilus*.

Algunos organismos indeseables que producen ácido pertenecen a las micobacterias, micrococos, coliformes o estreptococos. En este grupo los coliformes como la *Escherichia coli* y el *Aerobacter aerogenes* son los que se encuentran con más frecuencia en la leche y subproductos.

FERMENTACION GASEOSA

El gas que predomina en esta fermentación es el anhídrido carbónico y casi siempre se forma en los productos ácidos.

La fermentación gaseosa puede ser indeseable, salvo en la elaboración del queso suizo donde la producción de gas por el *Propionibacterium shermanii* forma los ojos o huecos en el queso.

Los microorganismos más importantes en la fermentación gaseosa son: *Escherichia coli*, *Aerobacter aerogenes*, *Clostridium butyricum*, *Candida pseudotropicalis*, *Torulopsis sphaerica*.

FERMENTACION PROTEOLITICA

Esta fermentación es también conocida como proteólisis o peptonización. En este proceso las proteínas de la leche son transformadas en compuestos solubles en agua por acción de los microorganismos proteolíticos. El grado de descomposición de la proteína puede ser parcial (maduración de quesos) o total, según el tipo de microorganismos que la causa.

La presencia de peptonas y sus derivados en la leche o subproductos causa el sabor amargo característico de las fermentaciones proteolíticas y en casos avanzados de proteólisis se presenta el olor fétido de putrefacción, debido a la liberación de indol, ácido sulfhídrico y otros compuestos mal olientes. Ningún microorganismo puede descomponer la proteína en forma total; esto se lleva a cabo mediante la acción sucesiva de varios grupos.

Los principales microorganismos indeseables que causan esta fermentación son: *Streptococcus liquefaciens*, *Pseudomonas viscosa*, *Pseudomonas putrefaciens*, *Clostridium butyricum*, *Clostridium sporogenes*, *Clostridium lentoputrescens*, *Bacterium proteolyticum*, *Bacillus cereus* var. *mycooides*, *Serratia marcescens*, *Micrococcus caseolyticus*, *Torula amara*.

FERMENTACION LIPOLITICA

Muchos microorganismos tienen la capacidad de producir lipólisis por medio de enzimas que desdoblan las grasas de la leche en ácidos grasos y glicerol.

Esta fermentación es de mucha importancia en la industria lechera porque la liberación de algunos ácidos grasos, especialmente el ácido butírico, causa un olor característico en los productos lácteos que es conocido como rancio. Además del ácido butírico también los ácidos caproico, caprílico y cáprico contribuyen a la presentación de la rancidez.

Entre los microorganismos que causan lipólisis podemos citar: *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragi*, *Achromobacter lipolyticum*, *Candida lipolytica*, *Geotrichum candidum*, *Penicillium roqueforti*.

FERMENTACIONES QUE PRODUCEN SABOR Y OLOR

Los sabores y olores producidos por las fermentaciones pueden ser deseables o indeseables, según el tipo de microorganismo que

intervenga en el proceso y asimismo la calidad de un producto está íntimamente ligada al sabor y aroma que éste tenga; por ejemplo, el queso Suizo tiene un sabor ligeramente dulce debido a la acción del *Propionibacterium shermanii* sobre los citratos de la leche.

Otros sabores deseables son los proporcionados por la presencia del ácido acético, la acetoina (acetil-metil-carbinol) y el diacetilo producidos por microorganismos que generalmente se encuentran asociados con los *Streptococcus lactis* y que son capaces de usar el ácido cítrico de la leche como por ejemplo *Leuconostoc citrovorum*, *Streptococcus paracitrovorus*, *Streptococcus diacetylactis*.

También hay sabores indeseables, tales como el sabor a malta producido por el *Streptococcus lactis* var. *maltigenes*, el sabor a papas debido a la *Pseudomonas graveolens* y muchos otros causadas por la presencia de varios microorganismos.

Otras fermentaciones

Se puede mencionar aquellas fermentaciones que producen viscosidad en la leche y coloraciones anormales.

CULTIVOS LACTICOS

Las bacterias más usadas en la industria lechera son las que producen ácido láctico y que son capaces de fermentar el ácido cítrico. Entre las primeras están el *Streptococcus lactis* y el *Streptococcus cremoris*, y entre los que fermentan el ácido cítrico están los *Leuconostoc citrovorum*, *Leuconostoc dextransicum* o *Streptococcus diacetylactis*.

La mayoría de las casas comerciales que venden cultivos lácticos ofrecen este producto en forma líquida, secado al vacío o liofilizado y congelado a -196°C (-321°F). Este último es el sistema más reciente y tiene algunas ventajas desde el punto de vista bacteriológico, pero su comercialización aún ofrece problemas serios. El sistema de secado al vacío es el más generalizado por la facilidad con que puede ser transportado y lo único que se le puede objetar es que

requiere de dos transferencias para reactivar completamente las bacterias; por último, el sistema en líquido tiende a desaparecer.

PROPAGACION

El medio de cultivo para la preparación del cultivo madre debe ser seleccionado cuidadosamente ya que el porcentaje de sólidos no grasos, la presencia o ausencia de la grasa, la concentración de sales minerales³⁵, y otros en la leche influyen en la producción de ácido, sabor y aroma del cultivo láctico.

El medio del cultivo puede ser leche entera, leche descremada o leche en polvo reconstituida. Si se utiliza esta última debe asegurarse que proviene de leche descremada de buena calidad, secada a baja temperatura y que esté libre de antibióticos; luego se pesan 92 gramos de la leche descremada en polvo y se agrega 890 cc de agua destilada, o se pesa 98 gramos de leche descremada en polvo y se agrega a 946 cc de agua destilada cuando esté entre 32.7 – 33.33° C (90–92° F). Se mezcla bien el polvo con el agua y se pone en baño de agua, se sube la temperatura, con agitación constante hasta 73.85° C (165° F), manteniendo esta temperatura durante 30 minutos, con agitaciones esporádicas, y luego se hace enfriar gradualmente, mediante la adición de agua fresca hasta que la temperatura baje a 21.1–22.2° C (70–72° F); a esta temperatura se inocula el cultivo comercial en polvo.

Otra forma de preparar el medio de cultivo a partir de la leche descremada en polvo es siguiendo las instrucciones del fabricante para rehidratar la leche en polvo, luego se llena de dos tercios a tres cuartos de un recipiente de un litro, se tapa el recipiente, se calienta a 116° C (241° F) durante 15 minutos y se deja enfriar el medio hasta 21.1 – 22.2° C (70–72° F) para inocularlo con el contenido total de un frasco o sobre de cultivo comercial en polvo (dos gramos).

Cuando el medio de cultivo es tratado a 120° C (248° F) por más de 15 minutos, tiene efectos en el cultivo láctico. Cuando el medio de cultivo es leche entera o leche descremada fresca, puede ser esterilizada a 87.75 – 90° C (190–194° F), por 30–60 minutos, y cuando el medio es para preparar el cultivo a granel puede ser tratada a 85–96° C (185 – 205° F), por 30–60 minutos.

El autor ha utilizado con muy buenos resultados el siguiente procedimiento para propagar los cultivos lácticos: la leche descremada fresca es colocada en frascos para medios de cultivo, en cantidades iguales a 100 cc. Una vez que están semitapados, son colocados en el autoclave para someterlos a 100° C (230° F) durante 10 minutos, después de lo cual se les deja enfriando hasta que la presión del autoclave haya bajado a cero en forma lenta. La leche esterilizada es colocada en una refrigeradora y cuando la temperatura ha bajado a 21.1 – 22.2° C (70–72° F) un frasco es inoculado con el cultivo comercial en polvo que viene en sobre o en frasco, se agita la leche en forma suave y luego se deja en incubación durante 14–16 horas. Del frasco incubado se transfiere de 1 a 2% de cultivo al frasco con leche esterilizada a ser inoculada; después de la incubación debe asegurarse que esté libre de contaminación, carente de gases y tenga aroma agradable. Para continuar el cultivo madre se repite el paso anterior y el resto se utiliza en la propagación del cultivo a granel, el cual es preparado en un medio de cultivo de leche descremada fresca tratada a 82° C (180° F) durante 30 minutos y enfriada a 22.2° C (72° F) para ser inoculada con 1–2% de cultivo láctico e incubado por 14–16 horas para ser usado en la elaboración de crema ácida o quesos. La frecuencia de propagación está relacionada con la actividad bacteriana y si se desea una actividad máxima los cultivos deben ser transferidos diariamente; sin embargo, una transferencia cada 48 horas es buena y permite el desarrollo del sabor y aroma. Al término de cada período de incubación deben ser almacenados en una refrigeradora a 5° C (41° f) de temperatura hasta el momento de ser utilizados, ya que de lo contrario la concentración de ácido que normalmente debe estar entre 0.85 y 0.90% de acidez titulable puede sobrepasar estas cantidades y causar la muerte de las bacterias del cultivo. Otra de las causas de la muerte de bacterias es la presencia de bacteriófagos, y para reducir este problema es aconsejable seguir un plan de rotación de diferentes cepas de cultivos.

PROBLEMAS

Cuando hay contaminación masiva el fermento o cultivo puede presentar formación de gases y olores desagradables. Cuando no hay acidificación o ésta es muy lenta, puede ser debido a varias causas y entre ellas las más comunes son: uso de leche pobre en principios nutritivos, leche con antibióticos, leches rancias o en vías de

enranciamiento (ácidos grasos libres tienen efectos tóxicos), leches con residuos de detergentes o desinfectantes y, por último, debido a la contaminación con bacteriófagos.

CAPÍTULO 3

LIMPIEZA Y ESTERILIZACIÓN

LIMPIEZA DE UTENSILIOS Y EQUIPO

El objeto de la limpieza es remover o eliminar todos los residuos extraños que estén adheridos a la superficie del lugar que deseamos limpiar.

RESIDUOS

En las plantas lecheras la mayor parte de los residuos extraños está formada por la leche o componentes de ésta, tales como:

- a. **Azúcares.** Son solubles en agua y no presentan problema alguno para su remoción.
- b. **Grasa.** En condiciones normales está en emulsión, pero cuando es rota puede formar una película continua e insoluble, difícil de remover, salvo que se use emulsificantes a 29–36° C (84–87° F de temperatura.
- c. **Proteínas.** En condiciones normales están dispersas o disueltas en agua, pero cuando son desnaturadas por acción del calor se adhieren a las superficies del equipo

y sólo pueden ser removidas con la ayuda de agentes dispersantes, junto con compuestos alcalinos débiles.

d. **Sales minerales.** Pueden ser fácilmente disueltas o dispersas por el agua cuando los residuos son frescos; en caso contrario es necesario el uso de polifosfatos o de soluciones ácidas para su remoción.

PROCEDIMIENTO

Una limpieza bien hecha comprende los siguientes pasos:

a. **ENJUAGUE PRELIMINAR.** Es realizado inmediatamente después de haber terminado el proceso o uso de un objeto o equipo. Esta operación es realizada con agua a temperatura ambiente o tibia, con el propósito de eliminar todas las sustancias ligeramente adheridas a las superficies. No se debe dejar el equipo expuesto a los residuos de leche porque éstos pueden secarse y formar capas difíciles de remover, conocidas como piedras de leche⁶⁷ (ver Cuadro N° 26).

b. **LAVADO CON DETERGENTE.** Después del enjuague preliminar conviene continuar la limpieza con la ayuda de un detergente apropiado y en concentración adecuada, aplicado manualmente con un cepillo o en forma mecánica. Para lograr resultados favorables en la remoción de las partículas adheridas es aconsejable que la solución del detergente esté entre 48.85 y 54.4° C (120–130° F) de temperatura. No es recomendable el uso de jabones porque son difíciles de enjuagar. Para evitar las formaciones de piedra de leche es necesario el uso de detergentes ácidos al menos dos veces por semana.

c. **ENJUAGUE FINAL.** Este es indispensable para eliminar los residuos liberados y el detergente, a fin de que el objeto o equipo quede con las superficies pulidas y limpias para ser esterilizadas inmediatamente antes de ser otra vez utilizadas.

FACTORES QUE AFECTAN LA LIMPIEZA

PERSONAL

Las personas destinadas a la limpieza del equipo deben ser seleccionadas y adiestradas, inteligentes, ordenadas y responsables, con

CUADRO N° 26. Composición de la piedra de la leche, según C. Schwartz⁶⁷.

DETALLE	PORCENTAJES	
	MINIMO	MAXIMO
Agua	2.66	8.75
Grasa	3.63	17.66
Proteína	4.40	43.83
Cenizas	42.03	67.33
CO ₂ y CaCO ₃	0.00	42.01
CaO	20.02	34.66
P ₂ O ₅	9.37	26.93
MgO	0.00	8.12
Fe ₂ O ₃	0.00	0.29
Na ₂ O	1.40	7.33

iniciativa y con costumbres o hábitos manifiestos de limpieza, y sin impedimentos físicos ya que esta labor demanda de mucho dinamismo. En ningún momento la limpieza debe ser hecha como trabajo de castigo porque ello puede inducir al operario a realizarlo mal, dando como consecuencia de ello pérdidas considerables en leche.

El entrenamiento del personal en este campo es indispensable para que los detergentes sean usados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y para que esté consciente de la importancia de esta operación y de sus consecuencias.

AGUA

El agua blanda es la que debe ser utilizada en el lavado de los equipos de una planta ya que el uso de aguas duras con detergentes alcalinos es antieconómico.

La dureza del agua, que puede ser temporal o permanente, está determinada por la cantidad de sales disueltas de calcio y magnesio.

La dureza temporal puede ser eliminada mediante el calentamiento del agua, lo que causa la descomposición del carbonato ácido de calcio $[(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Ca}]$ en anhídrido carbónico (CO_2), carbonato de calcio (CO_3Ca) y agua. El carbonato de calcio precipitado es difícil de remover de la superficie del equipo y si se mezcla con la película de leche seca da origen a la piedra de leche.

La dureza permanente del agua es causada por las sales disueltas de calcio y magnesio que no se precipitan con el calor. Los compuestos alcalinos de las soluciones limpiadoras suavizan el agua precipitando los iones de calcio y magnesio en forma de sales insolubles e hidróxidos. Estas sales son difíciles de remover como en el caso anterior y por lo tanto la limpieza es inadecuada además de que más de la mitad de la solución limpiadora es usada para suavizar el agua.

Cuando la dureza del agua es mediana (100 ppm = 6 granos por galón) los polifosfatos dan buenos resultados; pero si la dureza es mayor el agua debe ser suavizada mediante tratamientos especiales antes de ser usada en las operaciones de limpieza de la planta.

AGENTES LIMPIADORES

La selección cuidadosa del detergente apropiado para una determinada operación de limpieza es muy importante y puede ser lograda siguiendo los consejos de los fabricantes de detergentes. El equipo de pasteurización, por ejemplo, requiere soluciones limpiadoras diferentes a las del lavado de botellas de vidrio por lavadoras automáticas.

Algunas características deseables en las soluciones limpiadoras son: 1) Poder humectante para entrar en contacto con la superficie a ser lavada; 2) poder emulsificante para formar emulsión con la grasa; 3) poder disolvente para disolver las proteínas; 4) poder dispersante para quebrar las partículas de suciedad; 5) poder germicida para destruir los microorganismos presentes; 6) poder penetrante para entrar a la película láctea que se forma en la superficie del equipo; 7) poder suavizante del agua; 8) baja toxicidad para los humanos; 9) acción no corrosiva; 10) nula formación de espuma; 11) fácil de enjuagar; 12) económica.

COMPONENTES DE LOS AGENTES LIMPIADORES

Las sustancias químicas comúnmente usadas en lecherías pueden ser agrupadas en alcalinas, agentes complejos, inhibidores de la corrosión, agentes humectantes y ácidas.

a. LIMPIADORES ALCALINOS

1) Soda cáustica, hidróxido de sodio o sosa cáustica, NaOH . Tiene buen poder detergente y germicida, mediana fuerza de dispersión y emulsión, pobre acción humectante, es difícil de enjuagar y carece de propiedades suavizantes del agua.

En soluciones al 1.0% de concentración tiene un pH de 12.2, o sea que su alcalinidad es alta y por ello no se puede usar en el lavado a mano ni para el lavado de utensilios de estaño; su principal uso es en el lavado de botellas de vidrio y en concentraciones del 1 al 2%, junto con otras sales y agentes humectantes.

2) Carbonato de sodio, Na_2CO_3 . Posee mala acción detergente, humectante, dispersante, emulsificante y suavizante pero proporciona un grado medio de alcalinidad y se utiliza donde la soda cáustica no puede ser usada por ser demasiado corrosiva.

Puede ser usado en el lavado a mano y en el lavado de utensilios de estaño. La solución al 1% de concentración tiene un pH de 10.9; no es recomendable usarlo con aguas duras.

3) Sesquicarbonato de sodio. Es una mezcla de carbonato de sodio (Na_2CO_3) y bicarbonato de sodio (NaHCO_3), es medio alcalino y la solución al 1.0% de concentración da un pH de 9.8; es muy usado en el lavado de máquinas de ordeño, lavado mecánico de tambos y lavado de utensilios a mano.

4) Fosfato trisódico, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Tiene excelente poder emulsificante y dispersante, mediano poder humectante y suavizante, fácil de ser enjuagado y no es corrosivo. Este producto es ampliamente usado en las operaciones de limpieza de plantas lecheras.

b. AGENTES COMPLEJOS

1) Hexametáfosfato de sodio. Como detergente es de acción media, tiene buen poder dispersante y excelentes propiedades

como suavizante del agua dura; no es muy corrosivo y la solución al 1.0% de concentración da un pH de 6.9.

2) Tetrafosfato de sodio. Es buen detergente y más estable que el hexametrafosfato a temperaturas altas y en presencia de residuos de leche. Es muy usado y al 1.0% de concentración su pH llega a 8.5. Su acción suavizante del agua es muy buena.

3) Tripolifosfato de sodio. Es similar al hexametrafosfato, con la excepción de que éste es más estable.

4) Pirofosfato de sodio. Es muy poco usado debido a que ha sido sustituido por el tripolifosfato y hexametrafosfato.

5) Acido etilendiamina tetraacético (EDTA). Forma un compuesto estable con el calcio y evita la reprecipitación de las sales cálcicas.

c. INHIBIDORES DE LA CORROSION

1) Metasilicato de sodio. Es un excelente detergente con buen poder humectante, excelente poder dispersante y emulsificante, fácil de ser enjuagado, con mediana acción suavizante y germicida, impide el ataque del aluminio por agentes alcalinos débiles. Es ampliamente usado en varias operaciones de limpieza donde su alcalinidad mediana es requerida.

2) Sulfato de sodio. Evita la corrosión al combinarse con el oxígeno disuelto.

d. AGENTES HUMECTANTES

Son compuestos químicos que poseen un extremo hidrofóbico, que se mezcla con las grasas y otro hidrofílico, que se mezcla con el agua. Estos compuestos facilitan la emulsificación y la penetración de los detergentes como el enjuague.

e. LIMPIADORES ACIDOS

Los detergentes ácidos hechos con ácido fosfórico, tartárico, cítrico, glucónico o hidroxiacético son los más usados en la actualidad.

Por ninguna razón es aconsejable el uso de los ácidos clorhídrico y sulfúrico.

SISTEMAS DE LIMPIEZA

La limpieza puede ser hecha manualmente o por medios mecánicos.

a. Limpieza manual. Es utilizada en pequeñas plantas lecheras con pasteurizadores a baja temperatura y tiempo largo; generalmente se recomienda el uso de cepillos con cerdas de nylon o esponjas de plástico pero nunca lana de acero. La temperatura de la solución limpiadora no debe sobrepasar los 54° C (129° F).

b. Limpieza mecánica. En las grandes plantas lecheras primero se utiliza el lavado por recirculación o por aspersión. El primero es practicado normalmente en el sistema de procesamiento de la leche a temperatura alta y tiempo corto (TATC), y el lavado por aspersión o nebulización es aplicado a los tanques de almacenamiento. El lavado por recirculación puede ser hecho en el mismo sitio de la Planta o fuera de él.

El lavado en sitio del sistema de procesamiento de leche a temperatura alta y tiempo corto, que además comprende el clarificador, desodorizador y homogenizador, es realizado de la siguiente manera:

1) Tan pronto como el nivel de leche cruda llega al fondo del tanque de abastecimiento del pasteurizador, se agrega agua. Si no hay leche acumulada en el desodorizador, se deja el sistema operando, pero si hay leche en la cámara del desodorizador debe detenerse la bomba de abastecimiento hasta que no haya leche en la cámara del desodorizador.

2) Cuando toda la leche del desodorizador ha sido sacada, se quita toda la presión del homogenizador y se cierra la válvula del vapor del desodorizador.

3) Cuando el agua está siendo bombeada inmediatamente después de la leche, conviene aflojar un poco la parte inferior de la válvula ubicada a la salida del pasteurizador para tomar muestras de leche; en cuanto el sabor de la leche no sea normal, se cambia la posición de la válvula de tal manera que la leche aguada fluya al drenaje o a un recipiente destinado a este fin.

4) El agua debe continuar circulando hasta que toda la leche aguada haya sido eliminada del sistema.

5) Antes de empezar el ciclo de lavado del sistema es necesario poner fuera del circuito el clarificador; la válvula de rechazo,

cerca del homogenizador, debe ser rearmada para permitir el flujo del limpiador y reducir un poco la presión de las placas del pasteurizador.

6) Se pone a circular agua por el sistema, sin abrir la llave del agua fría. En este momento se puede agregar al tanque de abastecimiento del pasteurizador el detergente deseado.

7) Si el limpiador ácido es usado primero, debe ser agregado en cantidades comprendidas entre 0.5 y 1.0% de la solución o según las recomendaciones del fabricante. Este limpiador debe ser recirculado durante 20–30 minutos a 71–80°C (160–176°F).

8) Después que el ciclo de lavado con el detergente ha sido terminado, el sistema debe ser enjuagado hasta eliminar todo el ácido.

9) Se agrega el limpiador alcalino en cantidades tales como para que la concentración final de la solución fluctúe entre 0.3 y 1.0%, o la que recomienda el fabricante; se recircula durante 20–30 minutos a 71–80°C (160–176°F) y luego se enjuaga.

10) Durante el ciclo del lavado con ácido, el enjuague, el lavado con limpiador alcalino y enjuague, la homogenizadora debe ser encendida por uno cinco minutos en cada ciclo; se pone la presión en el homogenizador sólo por unos cuantos segundos en cada ciclo para facilitar la limpieza de la base de las válvulas.

11) Una vez terminado el enjuague se abre la llave y se enciende la bomba del agua fría; se cierra la válvula de vapor del tanque de agua caliente y se agrega agua para bajar la temperatura.

12) Cuando el sistema haya sido enfriado a tal punto que pueda ser tocado con las manos, se para todo el sistema.

13) Es recomendable que las placas del pasteurizador sean abiertas un tanto para que los empaques se mantengan en buenas condiciones.

14) El clarificador debe ser desarmado y puesto en el tanque de lavado por recirculación fuera de sitio.

15) Durante los ciclos de limpieza y enjuague debe desviarse el flujo varias veces por la válvula de desviación.

16) Se debe inspeccionar las placas y demás partes y luego armarlas.

17) Actualmente existen detergentes especiales y sólo se necesita de una recirculación y enjuagues para efectuar el lavado.

PRECAUCIONES DURANTE LA LIMPIEZA

- a. Los detergentes deben ser usados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, cuidadosamente pesados, verificando periódicamente su concentración.
- b. El enjuague debe ser completo y si el agua es dura, el enjuague final debe ser hecho a menos de 38°C (100, 4°F); incluso con aguas blandas no es necesario mayores temperaturas que ésta.
- c. Se debe ser cuidadoso durante el manejo de los detergentes, para evitar accidentes.

ESTERILIZACION DE UTENSILIOS Y EQUIPO

El objeto de la esterilización es eliminar o destruir todos los microorganismos presentes en la superficie del lugar que se desea esterilizar. La esterilización es un proceso diferente del lavado y es indispensable realizarla inmediatamente antes de que la leche sea puesta en contacto con el utensilio o equipo.

Es necesario insistir en que la esterilización es eficaz únicamente cuando se aplica a superficies debidamente lavadas y limpias.

PROCEDIMIENTO

La desinfección puede ser lograda por medios físicos o químicos; en ambos casos es necesario que el agente esterilizante reúna los siguientes requisitos:

- a. No tóxico para los humanos.
- b. Rápida acción germicida.
- c. Nula acción corrosiva.
- d. De aplicación rápida y sencilla.
- e. Económico.

1) Esterilización física. Es realizada por la acción del calor, por medio del agua caliente o del vapor de agua.

a) **Agua caliente.** Es el método más sencillo, tanto para el sistema de recirculación como en el de inmersión. En el primer caso la temperatura del agua debe estar a 88°C (190°F) y mantener el agua en circulación hasta que su temperatura, al final del circuito, llegue a 85°C (185°F); a partir de este momento se la debe mantener circulando por lo menos durante 10 minutos y luego desviar el flujo a través de la válvula de desviación para esterilizar esa porción. Conforme se calienta el sistema se debe quitar la presión de las placas del pasteurizador hasta que casi gotee, para facilitar la esterilización de las ranuras entre el empaque y el metal. En el segundo caso, la inmersión debe ser en agua hirviendo durante 10 minutos por lo menos; este procedimiento está limitado a pequeñas piezas.

b) **Vapor de agua.** El vapor puede ser utilizado para esterilizar tanques pasteurizadores, tanques de almacenamiento o tambos para leche. El tiempo de exposición debe ser de 10 minutos contados a partir del momento en que el agua de condensación llegue a 85°C (185°F).

El procedimiento físico es un método muy caro y sólo recomendable en casos de emergencia.

2) **Esterilización química.** Es el método más común para desinfectar utensilios y equipos; es de acción rápida y su aplicación puede ser hecha por recirculación, aspersión o inmersión, según el tipo de equipo a ser desinfectado. La efectividad del desinfectante depende de la concentración y del tiempo que está en contacto con la superficie a ser desinfectada (ver Cuadro N° 27).

La esterilización química puede ser hecha por medio de compuestos clorinados, yodados, compuestos cuaternarios amoniacales y otros.

a) **Compuestos clorinados.** Son los más utilizados en la industria lechera y sólo es necesario una fina película sobre una superficie completamente limpia. Las soluciones a base de cloro pierden su actividad fácilmente, por ello deben ser preparadas poco antes de ser usadas y no ser expuestas a luz, calor ni aire. La materia orgánica neutraliza su poder germicida y por eso sólo debe ser usada en ausencia de éste. También son corrosivas.

b) **Cloro en forma de gas.** Puede ser mezclado con agua para utilizarlo como desinfectante o con una solución de hidróxido de sodio, para obtener hipoclorito de sodio.

CUADRO N° 27. Concentración y tiempo de exposición de varios desinfectantes.

MATERIAL ACTIVO	CONCENTRACION PPM	EXPOSICION MINUTOS	TEMPERATURA
Cloro	100 a 250	1 a 5	24°C (75°F) a más
Yodo	12.5 a 25	1 a 2	43°C (110°F) a menos
Compuestos Cuaternarios	200	0.5	50°C (122°F) a menos
Agua caliente		10–15	85°C (185°F) a más
Vapor de agua		10–15	85°C (185°F) a más

i) Hipoclorito de calcio. No son tan solubles como se desearía y contienen de 50 a 70% de cloro disponible. Al preparar soluciones de hipoclorito de calcio la mayor parte del cloro forma ácido hipocloroso y es poco estable; también puede ser mezclado con carbonato de sodio para formar hipoclorito de sodio y carbonato de calcio.

ii) Hipoclorito de sodio. Es menos corrosivo que el anterior por ser más alcalino y comercialmente viene a concentraciones de 3 a 15%.

Las soluciones de hipoclorito de sodio tienen una acción rápida y efectiva como germicida y no debe ser expuesto al equipo por más tiempo del mínimo necesario, debido a su acción corrosiva.

c) **Compuestos yodados.** Poseen las mismas características germicidas de los compuestos clorinados y tienen la gran ventaja de no ser corrosivos, aunque sí un poco más caros.

d) **Compuestos amoniacales cuaternarios.** Son agentes humectantes y pueden ser obtenidos reemplazando los hidrógenos del

amonio por varios grupos orgánicos. Varios tipos de compuestos pueden ser obtenidos por este método pero no todos tienen el mismo germicida ni sufren el mismo efecto ante la presencia del agua orgánica, pH y temperatura. Los pocos cuaternarios efectivos como desinfectantes para la industria lechera son inodoros, no tóxicos, no corrosivos y pueden ser usados con agua caliente. En comparación con los compuestos clorinados su poder germicida es bajo.

e) **Compuestos alcalinos.** Soluciones de hidróxido de sodio al 0.4–0.5% de concentración pueden ser usadas para esterilizar las pezoneras de las máquinas de ordeñar.

f) **Concentración de las soluciones desinfectantes.** Se siguen las instrucciones y recomendaciones del fabricante; generalmente la concentración de las soluciones desinfectantes es expresada en partes por millón (ppm).

Las soluciones clorinadas varían de 50 a 300 ppm, según las formas de aplicación; ejemplo: cuando la solución es para sumergir, la concentración de 50 a 100 ppm es suficiente; si la solución es recirculada requiere de 100 a 200 ppm y si es asperjada de 200 a 300 ppm de cloro disponible⁶⁶.

Después del proceso de desinfección es recomendable que la solución de cloro tenga un mínimo de 50 ppm de cloro disponible, para asegurarse que el equipo o utensilio ha sido expuesto a concentraciones adecuadas de cloro.

PREPARACION DE SOLUCIONES DESINFECTANTES

La concentración del ingrediente activo del producto comercial usado como desinfectante es normalmente expresado en porcentaje, y la concentración de la solución desinfectante está dado en partes por millón (ppm); por lo tanto el primer paso es convertir el porcen-

taje a ppm y para ello basta multiplicar el porcentaje dado por 10 000.

Ejemplo: Convertir 5% a ppm.

a. $5 \times 10\,000 = 50\,000$

b. $5\% = 50\,000 \text{ ppm.}$

El siguiente problema es encontrar el factor de dilución (FD) en una solución dada, para lograr la concentración deseada. Esto se obtiene multiplicando el porcentaje del ingrediente activo del producto comercial o de la solución concentrada por 10 000 y dividiendo este resultado entre las ppm deseadas; ejemplo: encontrar el factor de dilución de una solución de cloro al 10% para obtener una solución de cloro de 200 ppm.

$$\text{Factor de dilución} = \frac{10 \times 10\,000}{200} = 500$$

Esto quiere decir que mezclando una unidad de cloro al 10% con 499 unidades de agua se obtendrá 500 unidades de una solución con 200 ppm de cloro.

Si la concentración del ingrediente activo del producto comercial está dado en ppm, basta con dividirlo entre las ppm deseadas para encontrar el factor de dilución (FD); ejemplo: encontrar el factor de dilución de una solución con 2 000 ppm de yodo para preparar una solución con 25 ppm de yodo.

$$\text{Factor de dilución} = \frac{2\,000}{25} = 80$$

PROBLEMA 1:

¿Qué cantidad de una solución de 10% de cloro se necesita para preparar 100 litros de desinfectante con 200 ppm de cloro?

- a. Encuentre el factor de dilución (FD).

$$FD = \frac{10 \times 10\,000}{200} = 500$$

- b. Si se requiere un litro de la solución a 10% de cloro para 500 litros de desinfectante con 200 ppm, ¿cuánto se necesita para 100 litros de desinfectante con 200 ppm de cloro?

$$X = \frac{1 \times 100}{500} = \frac{1}{5} \text{ de litro de la solución al 10\% de cloro.}$$

PROBLEMA 2:

¿Cuántas libras de un compuesto en forma de polvo, con 4 % de cloro, se necesita para preparar 50 galones de desinfectante con 100 ppm de cloro?

- a. Encontrar el factor de dilución.

$$FD = \frac{4 \times 10\,000}{100} = 400$$

- b. Encontrar la equivalencia de 50 galones en libras.

Un galón = 8.3 libras aproximadamente.

50 galones = X

$$X = 50 \times 8.3 = 415 \text{ libras}$$

c. Si una libra de producto sirve para 400 libras de desinfectante con 100 ppm de cloro, ¿cuántas libras se necesitan para 415 libras de desinfectante con 100 ppm de cloro?

$$X = \frac{415}{400} = 1.0375 \text{ libras de producto con } 4\% \text{ de cloro.}$$

PROBLEMA 3:

Prepare 200 kilogramos de una solución desinfectante al 0.02% de cloro, a partir de un producto comercial en polvo que contiene 40% de cloro.

a. El 0.02% de 200 kilogramos es igual a:

$$\frac{200 \times 0.02}{100} = 0.04 \text{ kilogramos}$$

Esto quiere decir que la cantidad de desinfectante que se necesita es de 0.04 kilogramos de 100% de pureza, pero en la realidad el desinfectante de que se dispone sólo tiene 40% de ingrediente activo.

b. A menor concentración mayor la cantidad necesitada; por lo tanto este problema puede ser resuelto por medio de una regla de tres inversa.

$$\begin{array}{cc} 100 & 0.04 \\ 40 & X \end{array}$$

$$X = \frac{100 \times 0.04}{40} = 0.1 \text{ kilogramos de producto con } 40\% \text{ de cloro.}$$

PROBLEMA 4:

¿Cuántos gramos de un producto en polvo con 70% de cloro se necesita para preparar 10 galones de desinfectante de 200 ppm?

- a. 10 galones = 83 libras = 37 682 gramos.
 b. El factor de dilución es igual a:

$$FD = \frac{70 \times 10\,000}{200} = 3\,500$$

- c. En 3 500 hay un gramo.
 En 37 682 debe haber X

$$X = \frac{37\,682}{3\,500} = 10.76 \text{ gramos del producto con 70\% de cloro.}$$

PROBLEMA 5:

¿Cuántos gramos de una solución hecha con 110 gramos de un compuesto con 70% de cloro y 3.675 gramos de agua se necesita para preparar 3.785 gramos de desinfectante con 150 ppm de cloro?

- a. En 100 gramos de producto hay 70 gramos de cloro.
 En 110 gramos de producto habrá:

$$\frac{110 \times 70}{100} = 77 \text{ gramos de cloro}$$

- b. En 3 785 gramos de solución desinfectante hay 77 gramos de cloro, lo cual representa el porcentaje de:

$$\frac{77 \times 100}{3.785} = 2.034 \% \text{ de cloro}$$

c. El factor de dilución es:

$$FD = \frac{2.034 \times 10\,000}{150} = 135.6$$

d. Si en 135.6 gramos de solución hay un gramo de la solución concentrada, ¿cuánto debe haber en 3 785 gramos de solución de 150 ppm?

$$\frac{1 \times 3\,785}{135.6} = 27.91 \text{ gramos de la solución concentra- da.}$$

PRECAUCIONES DURANTE LA ESTERILIZACION

- a. Es un grave error tratar de esterilizar utensilios y equipos sucios.
- b. El desinfectante no debe quedar en el sistema durante toda la noche; debe ser drenado al término de la operación de desinfección.
- c. Una vez desinfectado el sistema no debe ser enjuagado salvo que éste no vaya a ser utilizado sino hasta el día siguiente, en cuyo caso no era necesario desinfectarlo.
- d. La desinfección debe ser realizada inmediatamente antes de que el equipo sea usado.
- e. Debe verificarse que todos los puntos muertos, orificios y respiración, termómetros, válvulas de desviación de flujo u otros, hayan sido expuestos al desinfectante.

- f. Debe verificarse la concentración del desinfectante al final de su recorrido.
- g. Se debe ser cuidadoso durante el manejo de los desinfectantes, para evitar accidentes.

CAPÍTULO 4

ENFRIAMIENTO

REFRIGERACION DE LA LECHE

La finalidad del enfriamiento de la leche es mantener su calidad o valor alimenticio hasta el momento de ser utilizada o transformada; en ningún caso la refrigeración de la leche mejora su calidad, pero sí reduce la proliferación de microorganismos y con ello prolonga su valor comercial.

Después del ordeño la temperatura de la leche está cerca de 33°C (91.4°F), adecuada para una rápida multiplicación de microorganismos; por ello es indispensable que la leche sea enfriada inmediatamente después del ordeño, a temperaturas comprendidas entre 0°C y 5°C (32 y 42°F), pero nunca a menos de 0°C. La leche cruda enfriada no debe ser almacenada por más de 48 horas y si es posible debe ser enviada a la planta procesadora o al consumidor antes de 24 horas, ya que existen microorganismos que viven a bajas temperaturas, capaces de causar sabores y olores desagradables.

La calidad bacteriológica inicial y la temperatura de conservación influyen enormemente con el cómputo bacterial final de la leche (ver Cuadro N° 19).

La leche pasteurizada debe ser enfriada inmediatamente después del período de sostenimiento o del homogenizado, para reducir la reproducción de los microorganismos sobrevivientes¹ (ver Cuadro N° 28).

La leche fría debe ser puesta en recipientes o envases adecuados para ser almacenada a temperatura baja y constante. Debe recordarse que la temperatura de 4°C (39.2°F) no mata los microorganismos presentes en la leche; simplemente los aletarga, esto es, aumenta el tiempo entre generaciones.

Cuando la leche es envasada en botellas de vidrio, la temperatura aumenta 6 a 8°C (10.8–14.4°F) y si es puesta en envases desechables la temperatura de la leche se eleva en 1 a 1.5°C (1.8–2.7°F) únicamente.

CUADRO N° 28. Reproducción bacterial en leche pasteurizada.

MUESTRA	COMPUTO BACTERIAL EN PLACAS POR CC.			
	HORAS			
	0	5	9	23
Sin refrigerar	40 000	380 000	5 200 000	380 000 000
Refrigerada	40 000	43 000	51 000	1 000 000

CONGELACION DE LA LECHE

Este proceso es poco usado, salvo que las circunstancias lo ameriten, porque modifica ligeramente el sabor y porque cuando la congelación es lenta puede coagular la albúmina. Para que la leche no presente cambios después de la descongelación requiere de temperaturas cercanas a -40°C (-40°F) o como mínimo de -25°C (-13°F), aunque a esta temperatura puede presentar una ligera falta de homogeneidad que puede ser corregida por medio de un suave calentamiento con agitación constante.

El proceso de descongelación de la leche es muy importante para evitar cambios físicos en su composición y por ello es recomendable seguir los siguientes pasos:

- a. Se traslada la leche de la cámara que está a -40°C ó -25°C (-40°F ó -13°F) de temperatura, a otro con temperatura que varíe entre -2°C y 2°C (28.4 y 35.6°F) y se la mantiene aquí por varias horas.
- b. Después de tres horas como mínimo la leche puede ser expuesta a temperatura ambiente.

La leche en congelamiento puede mantenerse en buen estado hasta por un mes y en el caso de la crema hasta seis meses sin que ello afecte su calidad como ingrediente para la fabricación de helados.

EQUIPO PARA ENFRIAR

El tamaño y el tipo de aparato requerido varía de acuerdo al volumen de leche a ser enfriada, refrigerante disponible, cantidad de agua, instalación eléctrica, incentivos por leche refrigerada y condiciones económicas.

Una de las formas de enfriar leche en las pequeñas fincas es mediante el agua fresca 10°C (50°F) de los arroyos, la cual cubre hasta el cuello el recipiente. Este es un sistema transitorio utilizado durante el final del ordeño y el momento de la entrega de la leche al carro recolector.

La otra forma de enfriar la leche es mediante el uso de frío artificial por medio de transferencia de calor; la obtención del frío artificial es factible gracias a los aparatos de compresión o adsorción.

EQUIPO DE COMPRESION

Este equipo consta de compresor, condensador y enfriador; la temperatura de la substancia refrigerante es elevada mediante la compresión, y el calor tomado es cedido al agua fría del condensador.

El medio refrigerante llega al refrigerador por medio de la válvula reguladora que permite la disminución de la presión. El calor necesario para que ésto suceda lo toma del medio circulante (salmuera = solución de 6% de sal). Los medios refrigerantes más comunes son el amoníaco, ácido carbónico, ácido sulfuroso, cloruro de metilo, Freón 12, Freón 22 y otros muchos más.

EQUIPO DE ADSORCION

Este equipo consta de destilador, condensador y refrigerador. El destilador es llenado con el refrigerante (amoníaco), de donde el refrigerante sale en forma de gas para ser comprimido en el condensador. Una vez que el refrigerante es expulsado completamente o casi totalmente de su solución, se ve rodeado por el agua fría que baña el condensador, de tal manera que fluya a través del destilador, refrigerando el agua que éste contiene. La solución ahora está lista para adsorber nuevo refrigerante, que llegará procedente del condensador, pasando por el refrigerador. Con ello se evapora el amoníaco licuado, tomando el calor necesario del medio ambiente del refrigerador. El calor de la solución generado en el destilador, al disolverse el amoníaco es eliminado por el agua de refrigeración que todavía fluye a través del mismo.

REFRIGERACION DIRECTA

Es aquella en que el frío es aplicado a la máquina a la leche. Esta clase de enfriamiento tiene la desventaja de carecer de reserva de frío.

REFRIGERACION INDIRECTA

La máquina frigorífica enfría agua o salmuera produciendo un banco de hielo, y éste medio enfriado sirve para enfriar la leche.

REFRIGERACION ABIERTA

Es el caso de la cortina de enfriamiento donde la leche es asperjada sobre la superficie externa de la cortina para ser enfriada por la circulación interna de un medio refrigerado (agua o salmuera) que circula en sentido contrario al de la leche. El inconveniente principal de éste sistema es que la leche entra expuesta al medio ambiente y por ende a la contaminación por el aire. Otra desventaja es que cuando el flujo de la leche es interrumpido forma una capa de hielo.

Los enfriadores de cortina deben estar provistos de tapas metálicas para reducir la contaminación de la leche por moscas o polvo.

REFRIGERACION CERRADA

Tiene el mismo arreglo y construcción que los calentadores de tipo de placas usadas en el sistema de pasteurización a temperatura alta y tiempo corto (TATC); el agua o salmuera refrigerada circula en forma alterna entre las láminas, para enfriar la leche. Este sistema debe ser preferido porque reduce la contaminación de la leche y es más eficiente.

REFRIGERACION EN TANQUES

Estos depósitos tienen un dispositivo de enfriamiento o por expansión directa o por agua helada, y un agitador que mantiene el agua en movimiento durante el enfriamiento; enfría la leche con rapidez y la mantiene fría hasta el momento de la entrega a la planta procesadora. En algunos tanques pueden crear vacío en su interior y colocarlos en el circuito del ordeño mecánico para que la leche pase de la ubre al tanque sin entrar en contacto con la atmósfera.

Con la ayuda de tanques de enfriamiento las entregas pueden ser hechas cada cuatro ordeños, siempre que la temperatura de la leche se mantenga entre 2 y 4°C (35.6 y 39.2°F).

REFRIGERACION EN CUARTOS

La refrigeración en los cuartos es para mantener la temperatura deseada en los productos hasta el momento de su entrega o utilización, aunque en algunas ocasiones también sirve para enfriar.

Es conveniente prevenir los cambios bruscos de temperatura en los cuartos fríos, evitando el tráfico continuo de los trabajadores y manteniendo las puertas cerradas la mayor parte del tiempo.

CUADRO N° 29. Velocidad de enfriamiento de leche con temperatura inicial de 32°C (89.6°F).

SISTEMA	TEMPERATURA ALCANZADA EN HORAS				
	0:15	1	3	5	10
Tambores de 20 litros Ambiente 20° C Agua 14° C	16	30 14	27	25	22
Cámara fría a 0° C Sin agitación Con agitación		23 20		10 6	3 2
Agua helada Inmersión sin agitar Inmersión con agitación	17 15	10 8		4	3
Aspersión sin agitación	16	7		2	
Aspersión con agitación	10	3			
Tanque refrigerado		10		4	

VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO

La capacidad del enfriador debe estar de acuerdo con el volumen de leche a ser enfriada y el número de ordeños a ser conservado. La temperatura de la leche debe bajar a 10°C (50°F) en una hora, o a menos de 5°C (41°F) en dos horas, a partir del final del ordeño. Al final de la adición de la leche obtenida en el segundo ordeño la temperatura no debe ser mayor de 12°C ($53,6^{\circ}\text{F}$).

Un tanque comprado para enfriar y conservar la leche de cuatro ordeños de 100 litros no es bueno para el enfriamiento y conservación de dos ordeños de 200 litros, ya que el tiempo que necesita para enfriar los 200 litros es mayor que el recomendado y ello facilita la multiplicación bacterial.

La velocidad de enfriamiento varía según el sistema utilizado¹ (ver Cuadro N° 29).

CALCULOS RELACIONADOS CON LA REFRIGERACION²⁶

PROBLEMA 1.

¿Cuántas libras de hielo son necesarias para enfriar 1 000 libras de leche de 26.65°C (80°F) a 4.44°C (40°F)? Temperatura del hielo 0°C (32°F); temperatura del agua del hielo 2.2°C (36°F).

La cantidad de *British Thermal Unit (BTU)* que hay que eliminar de la leche es igual a:

- a. $1000 \times (80 - 40) \times 0.93 = BTU.$
- b. $X = 37\ 200 BTU.$
- c. Calor latente en una libra de hielo = $144 BTU.$
- d. Diferencia en calor por libra de agua de hielo $36 - 32 = 4 BTU.$
- e. Total de calor absorbido por una libra de hielo, $144 + 4 = 148 BTU.$
- f. Hielo requerido = $\frac{37\ 200}{148} = 250 \text{ libras} = 113.50 \text{ kg}.$

PROBLEMA 2.

Calcule las libras de salmuera (S) que debe circular por el sistema de enfriamiento para remover (r) $40\ 000 BTU$ por hora de un enfriador que está trabajando bajo las siguientes condiciones:

Calor específico de la salmuera (C_e) = 0.70
 Temperatura de la salmuera al inicio (T_i) = $5^\circ F.$
 Temperatura de la salmuera al final (T_f) = $10^\circ F.$

$$a. \quad S = \frac{R}{C_e (T_f - T_i)}$$

$$b. \quad S = \frac{40\ 000}{0.70 (10 - 5)}$$

$$c. \quad S = \frac{40\ 000}{0.70 \times 5}$$

$$d. \quad S = \frac{40\,000}{3.50}$$

$$e. \quad S = 11\,430 \text{ libras} = 5\,189.22 \text{ kilogramos}$$

PROBLEMA 3.

Calcule las libras de Salmuera (S) que son necesarias para enfriar 2 000 libras de leche 65°F (TiL) a 35°F (TfL) con 0.93 de calor específico, temperatura inicial (Ti) de 10°F y temperatura final (Tf) de 25°F.

La cantidad de *BTU* de la leche que debe ser removido es igual a:

$$a. \quad 2\,000 \times 0.93 \times (65 - 35) = 55\,800 \text{ BTU}$$

Libras de Salmuera (S) requerida es igual a:

$$b. \quad 55\,800 = S \times 0.71 \times (25 - 10)$$

$$c. \quad S = \frac{55\,800}{0.71 \times (25 - 10)}$$

$$d. \quad S = \frac{55\,800}{10.65}$$

$$e. \quad S = 5\,390 \text{ libras} = 2\,447.06 \text{ kilogramos}$$

REQUERIMIENTO DE FRIO

La capacidad de las unidades de refrigeración está dada en toneladas. Una tonelada de capacidad permite la remoción de 12 000 BTU por hora.

CUADRO N° 30. Refrigeración requerida.

CAPACIDAD DIARIA EN LIBRAS	BTU NECESARIOS
2 150	113 000
6 000	302 600
14 200	937 000
33 000	1 961 500

EJEMPLO: Encontrar la refrigeración requerida por cada 8 600 libras de leche recibida, por día.

Para el enfriamiento de la leche recibida,	10 ton – h
Para la pasteurización (TATC)	20 ton – h
Para el almacenamiento en cuarto frío	40 ton – h
Total requerido por día	70 toneladas

El tamaño del sistema de refrigeración depende del número de horas empleadas en el enfriamiento. Ejemplo: si la pasteurización requiere 20 ton – h para 8 600 libras de leche por día, y el trabajo es hecho en cuatro (4) horas, el tamaño del equipo será igual a $20:4 = 5$ toneladas; pero si el trabajo va a ser realizado en 10 horas, el tamaño del sistema será igual a $20:10 = 2$ toneladas.

CAPÍTULO 5

PROCESAMIENTO DE LA LECHE

DEPURACION DE LA LECHE

La depuración es hecha con el propósito de eliminar la mayoría de las partículas ajenas que se encuentran en la leche. Existen diferentes grados de depuración, según el método usado. Los métodos principales son el colado, la filtración y la clarificación o centrifugación.

EL COLADO. Las partículas de suciedad contienen gran cantidad de microorganismos y por ello deben ser eliminados inmediatamente después del ordeño a la llegada de la leche a la planta procesadora. Los tamices colocados sobre los recipientes de las básculas de recibo de leche, o los instalados en la línea comprendida entre la báscula y el tanque de almacenamiento, retienen las partículas gruesas de suciedad formadas principalmente por paja, pelos, insectos y otros de tamaño considerable; los microorganismos y las células epiteliales pasan sin ningún problema a través del colador.

El colado siempre es recomendable hacerlo antes de enfriar la leche recién ordeñada y en el momento del recibo en la planta.

FILTRACION. Tiene como finalidad eliminar las impurezas visibles formadas por pelos, partículas de excremento, partículas de vegetales y polvo que se encuentran en la leche.

En la actualidad los filtros son muy usados en las granjas y en algunas plantas lecheras. Existen diferentes tipos de filtros formados por algodón comprimido, telas especiales u otro material, y pueden ser desechables o de un solo servicio.

Los filtros tampoco eliminan las células epiteliales, los leucocitos ni los microorganismos, salvo los que están atrapados dentro de las partículas de suciedad⁶⁷ (ver Cuadro N° 32).

CLARIFICADO O DEPURACION POR CENTRIFUGACION. La eliminación de las impurezas por este sistema es más completa que las anteriores y puede separar hasta las partículas de cuatro micras de diámetro y entre ellas las sustancias proteicas precipitadas, suciedad insoluble, fibrinas, leucocitos, glóbulos rojos de la sangre, fragmentos de células y algunos microorganismos.

El sedimento del clarificador no debe ser usado como alimento para animales debido a su alto contenido de microorganismos; debe ser eliminado o quemado.

CUADRO N° 31. Composición del sedimento del clarificador⁷⁷.

DETALLE	PORCENTAJES
Agua	73.30
Grasa	3.30
Materias Proteicas	17.80
Cenizas	3.00
Sustancias Orgánicas sin N	2.60

CUADRO N° 32. Efecto del filtrado o clarificado en el cómputo bacterial de la leche.

TEMPERATURA		COMPUTO ORIGINAL	FILTRADO		CLARIFICADO	
°C	°F		COMPUTO	%CAMBIO	COMPUTO	%CAMBIO
16	60.8	110 000	270 000	145	100 000	-9.10
32	89.60	120 000	170 000	41	130 000	8.30
38	100.40	65 000	78 000	20	64 000	-1.50

El clarificador es un aparato similar al descremador pero la velocidad de éste es inferior, tiene un espacio mayor para la acumulación del sedimento, un solo orificio de salida, los discos están más separados y son menores en número. Al igual que los descremadores, los clarificadores son de tres tipos: abiertos, semicerrados y herméticos. Los dos últimos evitan la producción de espuma a la salida de la leche depurada.

En general, el clarificador es más efectivo y práctico en la remoción del sedimento de la leche cruda y homogenizada. El efecto del clarificado sobre el cómputo bacterial se manifiesta en un aumento. A pesar de que algunos de ellos son removidos junto con las otras partículas (ver Cuadro N° 32), no existe una selectividad definida, pero los microorganismos más comunes en el sedimento son las esporas pesadas de mohos, levaduras y las bacterias grandes, sin excluir las pequeñas.

El aumento en el cómputo bacterial es explicado por el fraccionamiento de ciertas cadenas o grupos de bacterias que en condiciones normales darían origen a una sola colonia, pero que por la acción de la fuerza centrífuga dan origen a muchas colonias, tal como ocurre en el proceso del descremado.

DESCREMADO O DESNATADO DE LA LECHE

El descremado consiste en la separación de la crema y de la leche descremada a partir de la leche entera.

El desnatado de la leche es efectuado gracias a la diferencia en gravedad específica de la grasa ($G_{eg} = 0.93$) y de la leche descremada ($G_{ed} = 1.035$), aprovechando la inestabilidad de la emulsión en que se encuentra la grasa de la leche.

Por las razones antes mencionadas es posible el descremado natural o por gravedad, y el mecánico o por centrifugación.

a. **Descremado natural.** También es conocido como descremado espontáneo, por gravedad o por reposo. Esta forma de descremado es muy ineficiente ya que puede perderse al 10 al 20% de la grasa disponible. Su método toma de 24 a 36 horas de reposo y es usado en pequeñas fincas donde el volumen de producción de leche es muy limitado.

Existen dos formas de realizar esta operación: uno, usando recipientes de poca profundidad y gran superficie, y el otro usando recipientes de gran profundidad y poca superficie.

En la primera la concentración de grasa en la crema puede llegar hasta 20%, la leche descremada se coagula, la crema es ácida, la calidad no es controlable, y el contenido de grasa de la leche descremada varía de 0.50 a 1.50%.

En la segunda los recipientes pueden ser colocados en riachuelos o acequias para bajar la temperatura de la leche hasta $8.9 - 10^{\circ}\text{C}$ ($48 - 50^{\circ}\text{F}$) y de esta manera evitar que la leche descremada se coagule; con ello la separación de la crema es más fácil, la concentración de grasa en la crema puede llegar hasta 22%, la calidad de la crema es mejor que la obtenida en el sistema anterior y la pérdida en grasa puede ser reducida hasta un 50% en comparación con los recipientes poco profundos.

La velocidad del descremado natural puede ser calculado mediante la fórmula de Stokes⁴².

$$V = \frac{2 r^2 (D-d) G}{9N}$$

V = Velocidad de descremado

r = Radio de los glóbulos grasos

D = Densidad de la leche descremada

d = Densidad de la grasa

- G = Aceleración de la gravedad
N = Viscosidad de la leche descremada

Esta fórmula trabaja muy bien con los glóbulos individuales de grasa, pero en la realidad la grasa sube a mayor velocidad de la calculada debido a la formación de racimos de glóbulos grasos que se comportan como glóbulos grasos gigantes.

b. **Descremado mecánico.** Este sistema tiene tres ventajas importantes: la rapidez del desnatado, la calidad de la crema obtenida y la eficiente separación de la grasa, a tal punto que el grado de desnatado varía de 0.005 a 0.03%.

Para facilitar la operación de la máquina descremadora es conveniente que la leche se encuentre entre 26 y 35°C (78.8 – 95°F) de temperatura, aunque también hay descremadoras diseñadas para trabajar con leche a 4°C (39.2°F) de temperatura.

Las partes principales de una descremadora son el recipiente de abastecimiento de leche, el cono y el motor. El cono es conocido también como taza, tambor o bol, y es la parte donde se lleva a cabo la separación de la crema y la eliminación del sedimento.

El cono está formado por un eje hueco que permite la entrada de la leche, varios discos conocidos como platillos o discos polarizadores, tornillo de regulación de la crema, orificios de salida para la leche descremada y la crema, y la armazón.

La leche entra hasta el fondo del cono por el eje hueco rodeado de discos cónicos superpuestos y separados entre sí unos dos milímetros; estos discos separan la leche en capas finas y la ponen en rotación casi instantáneamente. Los discos tienen agujeros que forman un conducto vertical cerca de la zona neutra, por el que asciende la crema al orificio de salida y la leche descremada lo hace por el extremo de los discos.

DESCREMADORA ABIERTA. En las descremadoras abiertas la concentración de grasa en la crema es hecha por medio del tornillo regulador; cuanto más cerca del eje esté el tornillo, más concentrada en grasa es la crema, y viceversa. Por otra parte, la leche descremada contiene mucha espuma que tarda en desaparecer.

DESCREMADORA SEMICERRADA. En las descremadoras semiherméticas la entrada de la leche entera es abierta y las salidas de crema y de leche descremada son cerradas, o mejor dicho, van por tuberías hasta los tanques de almacenamiento. No hay espuma.

DESCREMADORAS HERMETICAS. En las descremadoras herméticas las entradas y salidas son cerradas, o sea que la leche entera entra bajo presión y la salida de la crema y leche descremada se hace directamente por las canalizaciones o líneas de tuberías, bajo presión. En este sistema no se forma espuma en la leche descremada y la capacidad de las descremadoras puede llegar a 25 000 litros por hora, además de permitir la normalización o regulación del contenido de grasa en la leche fluída, por recombinación de la crema y de la leche descremada.

Todas las descremadoras herméticas son también clarificadoras además de estandarizadoras, y por ello se les conoce como las máquinas tri-procesadoras.

DESCREMADORAS AUTODEPURADORAS. La estructura básica de estas descremadoras es igual a las descritas anteriormente, con la única diferencia del cono autodepurador, el cual elimina automáticamente las impurezas separadas de la leche, de acuerdo con un programa preestablecido. La descremadora autodepuradora es lavada sin necesidad de desmontarla, como las otras; su servicio continuo es ilimitado, o sea que no depende de la capacidad de almacenamiento de sedimento.

PRODUCCION DE CREMA. Según el contenido graso de la crema una leche entera normal puede rendir de 8 a 15% de crema. El porcentaje de crema a ser obtenido puede ser calculado por medio de la siguiente fórmula⁸² :

$$\% C = \frac{Ge - Gd}{Gc - Gd} \times 100$$

% C = Porcentaje de crema

Ge = Porcentaje de grasa en leche entera

Gd = Porcentaje de grasa en leche descremada

Gc = Porcentaje de grasa en la crema

PROBLEMA 1.

¿Cuánto de crema con 36% de grasa puede ser obtenido de 200 kilogramos de leche entera con 3.80% de grasa, sabiendo que la leche descremada contiene 0.05% de grasa?

$$a. \quad \% C = \frac{3.80 - 0.05}{36 - 0.05} \times 100$$

$$b. \quad \% C = 10.43$$

Por lo tanto el 10.43% de 200 kilogramos es igual a 20.86 kilogramos de crema con 36% de grasa.

Este mismo problema puede ser resuelto por medio del cuadrado de Pearson.

$$a. \quad \begin{array}{r} 3.80 \\ 36.00 \\ 0.05 \end{array} \quad \begin{array}{r} 35.95 \text{ Leche entera} \\ \\ \hline 32.20 \text{ Leche descremada} \\ 3.75 \text{ Crema} \end{array}$$

$$b. \quad \begin{array}{r} 35.95 \\ 200.00 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3.75 \\ X \end{array}$$

$$c. \quad X = \frac{200.00 \times 3.75}{35.95}$$

$$d. \quad X = 20.86 \text{ kilogramos de crema con 36\% de grasa.}$$

FACTORES QUE AFECTAN EL PORCENTAJE DE GRASA EN LA CREMA

VELOCIDAD DE LA DESCREMADORA. Cuanto mayor es la velocidad de la descremadora, mayor es el contenido graso de la crema. El aumento de velocidad permite mayor flujo de leche descremada y por ende menor cantidad de ésta con la crema, lo cual hace que el porcentaje de grasa en la crema sea mayor²⁵ (ver Cuadro N° 33).

CUADRO N° 33. Porcentaje de grasa a diferentes velocidades.

DESCREMADORA	VELOCIDAD		
	MAXIMA	TRES CUARTOS	MITAD
1	51	42	32
2	42	35	23
3	22	20	17
4	41	29	24
5	31	30	29
6	40	36	30

TEMPERATURA DE LA LECHE ENTERA. La temperatura normal de descremado fluctúa entre 26 y 35°C (78.80 y 95°F). A medida que aumenta la temperatura de la leche disminuye el porcentaje de grasa, y viceversa, pero en algunas descremadoras a temperaturas muy bajas disminuye el porcentaje de grasa de la crema, debido principalmente a obstrucciones de la salida de la crema, lo que resulta en grandes pérdidas de grasa en la leche descremada. En la actualidad existen descremadoras que pueden trabajar con leche fría sin mayores problemas.

Las temperaturas altas aumentan el flujo de la crema y con ello reducen el contenido graso²⁵ (ver Cuadro N° 34).

GRASA DE LA LECHE ENTERA. Cuanto más alto es el porcentaje de grasa de la leche entera, mayor es el porcentaje de grasa en la crema²⁵ (ver Cuadro N° 35).

CUADRO N° 34. Porcentaje de grasa a diferentes temperaturas.

DESCREMADORA	TEMPERATURAS		% DE GRASA
	°C	°F	
1	48.9	120	24
1	32.2	90	30
1	23.9	75	43
2	48.9	120	44
2	23.9	75	51
3	32.2	90	21
3	26.7	80	22
3	21.1	70	25

CUADRO N° 35. Porcentaje de grasa según la leche.

DESCREMADORA	LECHE ENTERA	CREMA
1	5.00	20.15
1	4.10	16.85
2	4.80	40.40
2	3.00	24.60
3	5.20	48.00
3	4.20	41.75
4	4.80	40.00
4	3.20	27.00

VELOCIDAD DE ENTRADA DE LA LECHE. Al reducir el flujo de leche a la descremadora, el porcentaje de grasa de la crema aumenta y viceversa²⁵ (ver Cuadro N° 36).

CUADRO N° 36. Porcentaje de grasa según flujo de leche.

DESCREMADORA	FLUJO EN LITROS/h	GRASA DE CREMA
1	500	32
1	250	50
2	1 000	40
2	500	55

ENJUAGUE DEL CONO. Esta operación es realizada con el propósito de remover la crema adherida a la descremadora. El enjuague puede ser hecho con agua potable o leche descremada, y según sea la cantidad usada será la dilución de la crema.

EXCESO DE SEDIMENTO. Cuando el espacio disponible para la acumulación del sedimento está lleno, ello fuerza a salir parte de la leche descremada por la salida de la crema, reduciendo así el porcentaje de grasa de la crema.

EFICIENCIA DE LA DESCREMADORA

La efectividad en la remoción de la grasa de la leche puede ser calculada por la siguiente fórmula:

$$R = \frac{Ge - Gd}{Ge} \times 100$$

- R = Rendimiento en porcentaje
 Ge = Porcentaje de grasa de la leche entera
 Gd = Porcentaje de grasa de la leche descremada

PROBLEMA 2.

¿Qué tanto por ciento de la grasa de una leche con 3.6% de grasa ha sido removido, si la leche descremada contiene 0.08% de grasa?

$$\text{a. } R = \frac{3.6 - 0.08}{3.6} \times 100$$

$$\text{b. } R = 97.78\%$$

El contenido graso de la leche descremada expresa el grado de desnatado. Este varía en las descremadoras semi-cerradas, de 0.02 a 0.03%, y en las herméticas llega a 0.005%.

FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LA DESCREMADORA

CONDICION MECANICA. Cuando las partes de la descremadora no están bien acopladas puede haber vibración que mezcle la leche que entra, con la crema que sale; las salidas de crema y leche descremada no coinciden con las líneas de conducción y se mezclan entre ellas; el uso de discos muy dañados no permite buena separación de la crema y otros.

TEMPERATURA DE LA LECHE. La eficiencia de separación de la grasa baja a temperaturas menores de 32.2°C (90°F) porque la leche fría es más viscosa y ofrece más resistencia a la migración de los glóbulos grasos.

En algunas plantas descreman a 62.8°C (145°F) con el propósito de reducir el crecimiento bacterial, que es muy activo a 32.2°C (90°F) ya que la pérdida en grasa es muy pequeña.

VELOCIDAD DE LA DESCREMADORA. Cuanto más baja es la velocidad de la descremadora, mayor es la cantidad de grasa en la leche descremada, porque la fuerza centrífuga no es suficiente para lograr una completa separación de la grasa de la leche descremada.

SOBREALIMENTACION DE LA DESCREMADORA. Si la leche es forzada a pasar por el cono en forma rápida, el tiempo que está expuesta a la fuerza centrífuga no es suficiente para lograr la completa separación de la grasa del resto de la leche.

DESCREMADO DE LECHE ACIDA. La separación de la grasa de la leche ácida no es problema mientras no haya partículas de caseína precipitadas, pero una vez que la leche está coagulada es imposible separar la crema, además de que la cuajada obstruye las salidas de la crema y leche descremada.

Entre otros factores que afectan la eficiencia del descremado se encuentra también la producción de crema muy alta en grasa y el exceso de sedimento en el cono.

ESTANDARIZACION O NORMALIZACION DE LA LECHE

Este proceso es conocido también como tipificación, regulación o ajuste del contenido graso o de los sólidos no grasos de la leche.

Esta regulación se lleva a cabo añadiendo o sustrayendo crema de la leche, añadiendo leche descremada en vez de sustraer la crema o mezclando leche descremada con crema.

En el caso de la leche de consumo el porcentaje de grasa debe ser ajustado a la cantidad que exigen las normas del lugar; también la elaboración de algunos productos lácteos requiere de ajustes en el contenido graso o de sólidos no grasos de la leche.

El cálculo de la proporción en que la crema y la leche descremada debe ser mezclada, la cantidad de crema a sustraer o la cantidad de leche descremada fresca o en polvo a añadir, puede ser hecho por medio de una ecuación de dos incógnitas o por medio del cuadrado de Pearson, llamado también la cruz de mezclas o cruz de San Andrés. Este último es el método más usado por ser más sencillo y consiste básicamente en formar un cuadrado con los datos conocidos al costado izquierdo y la concentración deseada al centro del cuadrado y la diferencia en forma diagonal entre el valor del centro del cuadrado y los valores del costado izquierdo que forman los valores del costado derecho o proporción en que deben ser mezclados los ingredientes conocidos.

Valores conocidos		Proporción
40		3
	Valor deseado 5	
2		35

Siempre reste el valor menor del valor mayor, en forma diagonal.

PROBLEMA 3.

Prepare 15 000 litros de leche de consumo con 3% de grasa, utilizando leche entera con 3.70% de grasa y leche descremada fresca con 0.02% de grasa.

Coloque los dos valores de grasa, uno debajo del otro, suficientemente separados; luego escriba el valor del porcentaje de grasa deseado al centro y hacia la derecha de los primeros valores.

$$\begin{array}{r}
 \text{a.} \quad 3.70 \\
 \\
 \quad \quad 3.00 \\
 \\
 \quad \quad 0.02
 \end{array}$$

Reste de 3.7 el valor de 3.00 y coloque el resultado en frente del valor de 0.02, luego reste de 3.00 el valor de 0.02 y coloque el resultado frente al valor de 3.7, así:

$$\begin{array}{r}
 \text{b.} \quad 3.70 \quad \quad 2.98 \\
 \quad \quad 3.00 \\
 \quad \quad 0.02 \quad \quad 0.70
 \end{array}$$

Esto quiere decir que mezclando 2.98 litros de leche con 3.7% de grasa con 0.70 litros de leche descremada con 0.02% de grasa, obtiene 3.68 litros de leche de consumo con 3.00% de grasa.

$$\begin{array}{r}
 \text{c.} \quad 3.70 \quad \quad 2.98 \text{ litros de leche entera} \\
 \\
 \quad \quad 3.00 \\
 \\
 \quad \quad 0.02 \quad \quad \underline{0.70} \text{ litros de leche descremada} \\
 \quad \quad \quad \quad 3.68 \text{ litros de leche de consumo}
 \end{array}$$

Una vez encontrada la proporción en que deben ser mezcladas las dos leches, por medio de dos reglas de tres, encuentre las cantidades de leche entera y leche descremada necesarias para formar 15 000 litros de leche de consumo, así:

Si para 3.68 litros de leche de consumo necesito 2.98 litros de leche entera, ¿cuánto necesitaré para 15 000 litros de leche de consumo?

$$\begin{array}{r} \text{a.} \quad 3.68 \quad 2.98 \\ 15\,000.00 \quad X \end{array}$$

$$\text{b.} \quad X = \frac{15\,000 \times 2.98}{3.68}$$

$$\text{c.} \quad X = 12\,146.74 \text{ litros de leche entera}$$

Si para 3.68 litros de leche de consumo necesito 0.70 litros de leche descremada, ¿cuánto necesitaré para 15 000 litros de leche de consumo?

$$\begin{array}{r} \text{a.} \quad 3.68 \quad 0.70 \\ 15\,000.00 \quad Y \end{array}$$

$$\text{b.} \quad Y = \frac{15\,000 \times 0.70}{3.68}$$

$$\text{c.} \quad Y = 2\,853.26 \text{ litros de leche descremada}$$

De donde se concluye que las cantidades de mezclas son:

12 146.74 litros de leche entera y
2 853.26 litros de leche descremada, para formar un total de
15 000.00 litros de leche de consumo con 3% de grasa.

PRUEBA CON BASE EN CONTENIDO GRASO

$$a. 12\ 146.74 \times 3.70\% = 449.43 \text{ litros}$$

$$b. \underline{2\ 853.26} \times 0.02\% = \underline{0.57} \text{ litros}$$

$$c. 15\ 000.00 = 450.00 \text{ litros}$$

$$d. 15\ 000.00 \times 3.00\% = 450.00 \text{ litros}$$

$$e. \text{Diferencia entre c y d} = 0.00 \text{ litros}$$

Este mismo problema puede ser resuelto por medio de un sistema de ecuaciones de dos incógnitas, sabiendo que la cantidad de leche de consumo (L_c) es igual a la suma de las cantidades de leche entera (L_e) y leche descremada (L_d), ecuación a. Por otra parte, la cantidad de grasa de la leche de consumo (G_c) es igual a la suma de las cantidades de grasa de la leche entera (G_e) y leche descremada (G_d), ecuación b.

$$15000 =$$

$$a. L_c = L_e + L_d$$

$$b. G_c = G_e + G_d$$

Para despejar una de las incógnitas se usará la ecuación a con los valores conocidos:

$$c. 15\ 000 = L_e + L_d$$

$$d. L_e = 15\ 000 - L_d$$

Ahora se reemplazará en la ecuación b los litros de leche entera por su valor según la ecuación d, para encontrar los litros de leche descremada:

$$e. \frac{15\,000 \times 3}{100} = \frac{(15\,000 - Ld) 3.7 + 0.02 Ld}{100}$$

$$f. 45\,000 = 55\,500 - 3.7 Ld + 0.02 Ld$$

$$g. 45\,000 - 55\,500 = -3.7 Ld + 0.02 Ld$$

$$h. -10\,500 = -3.68 Ld$$

$$i. Ld = \frac{10\,500}{3.68}$$

$$j. Ld = 2\,853.26 \text{ litros de leche descremada}$$

Para encontrar los litros de leche entera se utiliza la ecuación a con los valores conocidos:

$$k. 15\,000 = Le + 2\,853.26$$

$$l. Le = 15\,000 - 2\,853.26$$

$$m. Le = 12\,146.74 \text{ litros de leche entera}$$

De donde se concluye que las cantidades a ser mezcladas son 2 853.26 litros de leche descremada y 12 146.74 litros de leche entera, para 15 000 litros de leche de consumo con 3% de grasa.

PRUEBA CON BASE EN CONTENIDO GRASO

$$a. 12\,146.74 \times 3.70\% = 449.43 \text{ litros}$$

$$b. \frac{2\,853.26}{15\,000.00} \times 0.02\% = \frac{0.57}{450.00} \text{ litros}$$

$$c. 15\,000.00 \times 3.00\% = 450.00 \text{ litros}$$

$$d. 15\,000 \times 3.00\% = 450.00 \text{ litros}$$

$$e. \text{Diferencia entre c y d} = 0.000 \text{ litros}$$

PROBLEMA 4.

¿Cuántos kilogramos de leche descremada de 0.03% son necesarios agregar a 500 kilogramos de leche entera de 3.80% de grasa, para bajar su contenido de grasa a 2.00%?

a.	3.80	1.97
	2.00	
	0.03	1.80

Si para 1.97 kilogramos de leche entera se necesita 1.80 kilogramos de leche descremada, ¿cuánto de leche descremada se necesita para 500 kilogramos de leche entera?

a.	1.97	1.80
	500.00	X

b.
$$X = \frac{500.00 \times 1.80}{1.97}$$

c. $X = 456.85$ kilogramos de leche descremada

PRUEBA CON BASE EN CONTENIDO GRASO:

- a. $500.00 \times 3.80\% = 19.00$ kilogramos
- b. $\frac{456.85}{956.85} \times 0.03\% = \frac{0.14}{19.14}$ kilogramos
- c. $956.85 \times 2.00\% = 19.14$ kilogramos
- d. $956.85 \times 2.00\% = 19.14$ kilogramos
- e. Diferencia entre c y d = 0.00 kilogramos

PROBLEMA 5.

¿Cuántos kilogramos de leche entera de 4.00% de grasa son necesarios para subir el porcentaje de grasa a 3.25% de 800 kilogramos de leche con 2.00% de grasa?

- a. 4.00 1.25
- 3.25
- 2.00 0.75

Para 0.75 kilogramos de leche de 2.00% de grasa es necesario 1.25 kilogramos de leche entera; ¿cuánto es necesario para 800 kilogramos?

- a. 0.75 1.25
- 800.00 X
- b. $X = \frac{800.00 \times 1.25}{0.75}$
- c. $X = 1\ 333.33$ kilogramos de leche entera

PRUEBA CON BASE EN CONTENIDO GRASO

- a. $800.00 \times 2.00\% = 16.00$ kilogramos
- b. $1\ 333.33 \times 4.00\% = 53.33$ kilogramos
- c. $2\ 133.33$ 69.33 kilogramos
- d. $2\ 133.33 \times 3.25\% = 69.33$ kilogramos
- e. Diferencia entre c y d = 0.00 kilogramos

PROBLEMA 7.

¿Cuántos kilogramos de leche con 2.20% de grasa y crema con 25.00% de grasa son necesarios para obtener 2 000 kilogramos de leche con 3.10% de grasa?

$$\begin{array}{r}
 \text{a.} \quad 25.00 \qquad 0.90 \\
 \qquad \qquad \qquad 3.10 \\
 \qquad \qquad \qquad 2.20 \qquad \underline{21.90} \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 22.80
 \end{array}$$

Para 22.80 kilogramos son necesarios 21.90 kilogramos de leche; ¿cuánto es necesario para 2 000 kilogramos?

$$\begin{array}{r}
 \text{a.} \quad 22.80 \qquad 21.90 \\
 \quad 2\,000.00 \qquad X \\
 \text{b.} \quad X = \frac{2\,000.00 \times 21.90}{22.80}
 \end{array}$$

$$\text{c.} \quad X = 1\,921.05 \text{ kilogramos de leche}$$

Para encontrar el valor de la crema es necesario plantear otra regla de tres o simplemente restar 1 921.05 a 2 000.00, lo cual es igual a 78.95 kilogramos.

$$\begin{array}{r}
 \text{a.} \quad 22.80 \qquad 0.90 \\
 \quad 2\,000.00 \qquad X \\
 \text{b.} \quad X = \frac{2\,000.00 \times 0.90}{22.80}
 \end{array}$$

$$\text{c.} \quad X = 78.95 \text{ kilogramos de crema}$$

PRUEBA CON BASE EN CONTENIDO GRASO

- a. $4\ 600.00 \times 2.50\% = 115.00$ kilogramos
- b. $\frac{-1\ 074.77}{3\ 525.23} \times 0.04\% = \frac{-0.43}{114.57}$ kilogramos
- c. $3\ 525.23$ 114.57 kilogramos
- d. $3\ 525.23 \times 3.25\% = 114.57$ kilogramos
- e. Diferencia entre c y d = 0.00 kilogramos

PROBLEMA 9.

¿Cuántos kilogramos de crema con 36.00% de grasa debe ser quitado a 5 000 kilogramos de leche entera con 4.00% de grasa para bajar su contenido graso a 2.25%?

a.	36.00		1.75
		2.25	
	4.00		33.75

A 33.75 kilogramos de leche entera se le debe extraer 1.75 kilogramos de crema; ¿cuánto se le extraerá a 5 000 kilogramos?

a.	1.75		33.75
	X	5 000.00	

b. $X = \frac{5\ 000.00 \times 1.75}{33.75}$

c. $X = 259.26$ kilogramos de crema

PRUEBA CON BASE EN CONTENIDO GRASO

- a. $5\ 000.00 \times 4.00\% = 200.00$ kilogramos
 b. $\frac{-259.00}{\quad} \times 36.00\% = \frac{-93.33}{\quad}$ kilogramos
 c. $4\ 740.74$ 106.67 kilogramos
 d. $4\ 740.74 \times 2.25\% = 106.67$ kilogramos
 e. Diferencia entre c y d = 0.00 kilogramos

PROBLEMA 10.

Calcúlese la cantidad de leche entera con 3.8% de grasa y leche descremada con 0.05% de grasa que se debe mezclar para obtener leche con 2.00% de grasa, a partir de 12 000 kilogramos de leche entera que se encuentra en un tanque. La crema obtenida del proceso de normalización contiene 40.00% de grasa.

En primer lugar calcúlese la cantidad de crema que tiene que sacar de 12 000 kilogramos de leche entera para dejarla en 2.00% de grasa.

a.	3.80		38.00
		2.00	
	40.00		1.80

Esto quiere decir que 38.00 kilogramos de leche producen 1.80 kilogramos de crema, entonces los 12 000 kilogramos producirán:

a.	38.00		1.80
	12 000.00	X	

PRUEBA CON BASE EN CONTENIDO GRASO

- a. $12\ 000.00 \times 3.80\% = 456.00$ kilogramos
- b. $\underline{-\ 568.42} \times 40.00\% = \underline{-227.37}$ kilogramos
- c. $11\ 431.58$ 228.63 kilogramos
- d. $11\ 431.58 \times 2.00\% = 228.63$ kilogramos
- e. Diferencia entre c y d = 0.00 kilogramos

PROBLEMA 11.

¿Cuántos kilogramos de leche descremada en polvo con 95% de sólidos no grasos (SNG) son necesarios para aumentar a 11.00% los SNG de 600 kilogramos de leche descremada fresca con 8.50% de SNG?

- a. 95.00 2.50
- 11.00
- 8.50 84.00

Para 84.00 kilogramos de leche descremada son necesarios 2.50 kilogramos de leche en polvo; ¿cuánto será necesario para 600 kilogramos?

- a. 84.00 2.50
 600.00 X
- b. $X = \frac{600.00 \times 2.50}{84.00}$
- c. $X = 17.86$ kilogramos de leche en polvo

PRUEBA CON BASE EN CONTENIDO DE SNG

- a. $8\ 000.00 \times 9.00\% = 720.00$ kilogramos
 b. $3\ 130.43 \times 23.00\% = 720.00$ kilogramos
 c. Diferencia entre a y b = 0.00 kilogramos

PROBLEMA 13.

Uniformar a 3.25% de grasa el total de la leche formada por 200 kilogramos de leche con 3.80% de grasa, 500 kilogramos de leche con 2.00% de grasa, 300 kilogramos de leche con 1.50% de grasa y 400 kilogramos de leche descremada con 0.05% de grasa, usando crema con 36.00% de grasa.

Para resolver este problema primero hay que averiguar el porcentaje de grasa de la mezcla de leches para hacer un solo cuadrado de Pearson, en vez de hacer uno para cada tipo de leche. El porcentaje de grasa de la mezcla es igual a la suma de las cantidades de grasa que cada una aporta, dividido entre la cantidad total de leche y multiplicada por cien.

- a. $200.00 \times 3.80\% = 7.60$ kilogramos
 b. $500.00 \times 2.00\% = 10.00$ kilogramos
 c. $300.00 \times 1.50\% = 4.50$ kilogramos
 d. $400.00 \times 0.05\% = 0.20$ kilogramos

$$\begin{array}{r} 1\ 400.00 \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{r} 22.30 \text{ kilogramos} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{e. } 1\ 400.00 \\ \quad 100.00 \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{r} 22.30 \\ \quad X \\ \hline \end{array}$$

$$\text{f. } X = \frac{100.00 \times 22.30}{1\ 400.00}$$

$$\text{g. } X = 1.59\% \text{ de grasa}$$

Formule el cuadrado de Pearson:

$$\begin{array}{rcc}
 \text{a.} & 36.00 & 1.66 \\
 & & 3.25 \\
 & 1.59 & 32.75
 \end{array}$$

Para 32.75 kilogramos de leche mezclada necesitamos 1.66 kilogramos de crema; ¿cuánto será necesario para 1 400.00 kilogramos de leche mezclada?

$$\begin{array}{rcc}
 \text{a.} & 32.75 & 1.66 \\
 & 1\ 400.00 & X
 \end{array}$$

$$\text{b. } X = \frac{1\ 400.00 \times 1.66}{32.75}$$

$$\text{c. } X = 70.96 \text{ kilogramos de crema}$$

PRUEBA CON BASE EN CONTENIDO GRASO

$$\text{a. } 1\ 400.00 \times 1.59\% = 22.26 \text{ kilogramos}$$

$$\text{b. } \underline{70.96} \times 36.00\% = \underline{25.55} \text{ kilogramos}$$

$$\text{c. } 1\ 470.96 \qquad 47.81 \text{ kilogramos}$$

$$\text{d. } 1\ 470.96 \times 3.25\% = 47.81 \text{ kilogramos}$$

$$\text{e. } \text{Diferencia entre c y d} = 0.00 \text{ kilogramos}$$

PASTEURIZACION DE LA LECHE

Los términos pasteurización o pasterización derivan del nombre de Louis Pasteur, quien en 1860—1864 demostró que calentando el vino a cierta temperatura y por determinado tiempo se evitaba su descomposición. Posteriormente se encontró que todos los microorganismos patógenos presentes en la leche podían ser destruidos mediante el calentamiento de la leche, sin que esto alterara las propiedades de ella.

Por definición, la leche pasteurizada es aquella que ha sido sometida a un tratamiento térmico específico y por un tiempo determinado para lograr la destrucción total de los organismos patógenos que pueda contener, sin alterar en forma considerable su composición, sabor, ni valor alimenticio.

La pasteurización no corrige los defectos de la leche; solamente ayuda a conservar sus propiedades naturales mediante la destrucción del 90 al 99% de los microorganismos y el desactivado de varias enzimas, lo cual representa un aumento en la vida comercial del producto.

La eficiencia en la destrucción de los microorganismos de la leche varía de acuerdo al número y tipo de microorganismos presentes antes de la pasteurización. Leches con bajo cómputo bacterial generalmente muestran baja eficiencia en la destrucción de microorganismos y viceversa; el alto cómputo bacterial de la leche normalmente está asociado con las bacterias productoras de ácido y éstas son de fácil destrucción mediante la pasteurización.

La temperatura de pasteurización está íntimamente relacionada con el tiempo de exposición y ambas están determinadas por la temperatura y tiempo necesarios para la destrucción de los microorganismos patógenos más resistentes.

En el caso de la leche, originalmente se tomó como base la destrucción del *Mycobacterium tuberculosis* que requiere de 60°C (140°F) de temperatura por espacio de 15 a 20 minutos, y sin embargo en la práctica se exige 61°C (142°F) de temperatura durante 30 minutos, con el objeto de contar con un margen de seguridad. En la actualidad existen varias combinaciones de temperatura y tiempo de exposición según el método de pasteurización, basados en la destruc-

ción de la *Coxiella burnetii* que es una Rickettsia un poco más resistente que el *Mycobacterium tuberculosis*.

METODOS DE PASTEURIZACION

Existen varias formas de tratar la leche con el objeto de destruir los microorganismos patógenos que se encuentran en ella, y a pesar de que algunas se apartan del método de Pasteur también se les denomina, impropriamente, métodos de pasteurización; en algunos casos, aunque siguen el método de Pasteur, llevan el nombre del que ha modificado el proceso, u otro nombre.

a. **Pasteurización lenta.** También es conocida como pasteurización baja, discontinua, por retención o por sostenimiento.

Es realizada calentando la leche a 62.8°C (145°F) de temperatura durante 30 minutos como mínimo, con agitación constante en un equipo adecuado y propiamente operado. La temperatura de pasteurización varía según el producto (ver Cuadro N° 37).

Una de las grandes ventajas de este sistema es que no modifica en forma considerable las propiedades de la leche, mantiene el valor nutritivo y no destruye la línea de crema.

El efecto germicida de este método está cerca del 95% y no es recomendable usarlo cuando la leche cruda tiene un alto cómputo bacterial.

El método es muy usado en pequeñas plantas, y especialmente en la pasteurización de los subproductos de la leche, tales como cremas, mezclas para helados y leches con sabores, producidos en pequeña escala.

b. **Pasteurización rápida.** Es conocida como pasteurización alta, continúa, relámpago, TATC (Temperatura alta y tiempo corto) y, en varios textos, también se le denomina HTST (*High temperature, short time*).

Este método consiste en calentar la leche a 72–77°C (161.6–170.6°F) durante 15 segundos como mínimo, en un equipo adecuado y propiamente operado. La temperatura de pasteurización varía según el producto (ver Cuadro N° 38).

Una de las mayores ventajas de este sistema es la capacidad de pasteurización, que puede llegar a más de 15 000 litros de leche

por hora, y a esto se debe que en la actualidad sea el sistema más usado.

La eficiencia germicida de este método está cerca del 99.5% y las alteraciones en los componentes de la leche son insignificantes.

La pasteurización rápida es muy eficiente en el uso del calor ya que éste se recupera entre el 70 y 90% en la sección regenerativa del sistema.

CUADRO N° 37. Pasteurización lenta de varios productos

DETALLE	TEMPERATURA		TIEMPO (minutos)
	°C	°F	
Leche descremada	62.8	145	30
Leche homogenizada	62.8	145	30
Leche con chocolate	71.1	160	30
Crema	65.5	150	30
Mezcla para helados	71.1	160	30
Leche para acidificar	82.2	180	30

CUADRO N° 38. Pasteurización rápida de varios productos.

DETALLE	TEMPERATURA		TIEMPO (segundos)
	°C	°F	
Leche descremada	73.85	165	15
Leche homogenizada	73.85	165	15
Leche con chocolate	79.40	175	30
Crema	79.40	175	15
Mezcla para helados	79.40	175	25

Ejemplo 1: una leche pasteurizada (T_p) a 75°C (167°F) eleva la temperatura de la leche cruda (T_i) de 5°C (41°F) a 58°C (136.4°F) (T_s), mientras que ella se enfría a 22°C (71.6°F) (T_b). En este caso la recuperación de calor²⁶ es igual a:

$$1) \% \text{ de regeneración} = \frac{T_s - T_i}{T_p - T_i} \times 100$$

$$2) \% \text{ de regeneración} = \frac{58 - 5}{75 - 5} \times 100$$

$$3) \text{ regeneración} = 75.71\%$$

Otra forma de calcular el porcentaje de regeneración es:

$$1) \% \text{ de regeneración} = \frac{(T_p - T_i) - (T_b - T_i)}{T_p - T_i} \times 100$$

$$2) \% \text{ de regeneración} = \frac{(75 - 5) - (22 - 5)}{75 - 5} \times 100$$

$$3) \% \text{ de regeneración} = \frac{70 - 17}{70} \times 100$$

$$4) \% \text{ de regeneración} = \frac{53}{70} \times 100$$

$$5) \% \text{ de regeneración} = 75.71\%$$

Ejemplo 2: calcular el efecto regenerativo cuando la descremadora está trabajando como parte del sistema, sabiendo que la temperatura de entrada de la leche (T_i) es de 10°C (50°F), la de pasteurización (T_p) 85°C (185°F), la de la leche descremada (T_d) 45°C (113°F) y la de la leche descremada después de haber pasado por la sección segunda de regeneración (T_{d_2}) 30°C (86°F).

La crema separada (C) constituye el 10% del total del líquido.

$$1) \% \text{ de regeneración} = \frac{100(T_p - T_i) - 10(T_d - T_i) - 90(T_{d_2} - 10)}{100(T_p - T_i)} \times 100$$

$$2) \% \text{ de regeneración} = \frac{100(85 - 10) - 10(45 - 10) - 90(30 - 10)}{100(85 - 10)} \times 100$$

$$3) \% \text{ de regeneración} = \frac{(100 \times 75) - (10 \times 35) - (90 \times 20)}{100 \times 75} \times 100$$

$$4) \% \text{ de regeneración} = \frac{7\,500 - 350 - 1\,800}{7\,500} \times 100$$

$$5) \% \text{ de regeneración} = 71.33\%$$

Procedimiento. En este caso está incluido, dentro del sistema de pasteurizar, un multi-procesador desodorizador y homogenizador. El procedimiento establece las siguientes instrucciones:

- 1) Arranque el compresor del aire. Abra el drenaje del filtro del aire para eliminar la humedad.
- 2) Llene el multi-procesador (clarificador, estandarizador y descremador) con agua y arránquelo según las instrucciones del fabricante.
- 3) Arranque la bomba de condensador, según instrucciones del fabricante.
- 4) Arranque la bomba del vacío, según instrucciones del fabricante.
- 5) Verifique la circulación de agua por la camisa del desodorizador y por la bomba de descarga de la leche del desodorizador.

6) Llene el tanque de abastecimiento con agua y arranque la bomba del pasteurizador.

7) Llene con agua el tanque para agua caliente y encienda la bomba que hace circular el agua caliente. Abra la válvula del valor de agua para calentar el agua del tanque hasta 2°C (35.6°F) arriba de la temperatura de pasteurización (73.85°C = 165°F).

8) Cuando la temperatura del agua en circulación llegue a 71.67°C (161°F) y la válvula de desviación del flujo se abra, arranque la bomba de agua fría, la bomba de descarga de la leche del desodorizador y el homogenizador.

9) Coloque la válvula del pasteurizador de tal manera que el agua regrese al tanque de abastecimiento.

10) Agregue suficiente desinfectante al tanque de abastecimiento para obtener una solución con 150 ppm de cloro.

11) Recircule la solución desinfectante durante 10–15 minutos, luego cambie la posición de la válvula del pasteurizador para que el desinfectante pase al tanque vacío destinado para el almacenamiento de la leche pasteurizada y a la envasadora. Una vez que ambos hayan sido desinfectados elimine el desinfectante.

12) Cuando todo el desinfectante ha sido bombeado del tanque de abastecimiento de leche, abra la válvula del tanque de almacenamiento de leche cruda y arranque la bomba de la leche cruda.

13) Cuando la leche empieza a circular por el sistema de pasteurización, las válvulas del multi-procesador deben estar ajustadas para que sólo clarifique la leche.

14) Coloque la válvula del pasteurizador de tal manera que la leche mezclada con el desinfectante vaya al drenaje o a un recipiente para este fin.

15) En cuanto la leche está libre de la solución desinfectante, cambie la posición de la válvula del pasteurizador para que la leche vaya al tanque de abastecimiento.

16) Cuando la leche es calentada de 73.85 a 82.2°C (165 a 180°F) por inyección de vapor en el momento de entrar a la cámara de vacío del desodorizador, recuerde que antes de abrir la válvula de vapor de agua debe limpiar la línea del vapor de agua abriendo la válvula que se encuentra cerca del purificador del vapor de agua; para mayor información ver el manual del desodorizador.

17) Cuando el termómetro colocado a la entrada del desodorizador indica 82.2°C (180°F) y la válvula del vacío indica 21

pulgadas, quiere decir que la temperatura del producto dentro de la cámara está cerca de 69.4°C (157°F). Recuerde que esta temperatura y vacío son aproximados y deben ser verificados mediante pruebas para determinar los sólidos totales de la leche, tomando muestras antes y después del tratamiento. Esto se hace con el objeto de averiguar si la cantidad de vacío es suficiente para evitar diluir o concentrar los sólidos totales de la leche.

18) Una vez realizados los ajustes en el desodorizador proceda a la regulación del multi-procesador, ya sea para estandarizar o descremar la leche. Para mayores detalles vea el manual del multi-procesador.

19) Después de regular el multi-procesador, suba la presión del homogenizador a 120 kilogramos por centímetro cuadrado, máximo 140 kilogramos por cm^2 (1 700–1 900 libras por pulgada cuadrada, máximo 2 000 libras por pulgada cuadrada). Cuando deje de circular leche por el homogenizador, la presión debe ser reducida inmediatamente a cero para evitar serios daños en la cabeza del homogenizador.

20) Después de regular la presión del homogenizador, cambie la posición de la válvula del pasteurizador para que la leche vaya al tanque de almacenamiento de leche pasteurizada o a la envasadora.

21) Después de terminado el proceso inicie el lavado.

VENTAJAS DEL METODO RAPIDO

- a. Ocupa poco espacio con relación al volumen que procesa.
- b. Gran capacidad de procesamiento y facilidad de aumentarla sin usar más espacio.
- c. Facilidad de limpieza y esterilización mecánicas.
- d. Control automático del proceso por medio de una bomba positiva y válvulas neumáticas operadas por controles térmicos para asegurar la temperatura y el tiempo de exposición de la leche.
- e. No destruye las vitaminas ni precipita la albúmina.
- f. Destruye el 99.5% de los organismos presentes en la leche cruda.
- g. Es un método económico.
- h. No requiere de personal permanente una vez puesto en marcha el sistema.

- i. Imparte menos sabor de cocido a la leche, que el método lento.
- j. No hay multiplicación de las bacterias termofílicas durante el proceso.
- k. El proceso cerrado favorece la retención de la vitamina C.
- l. El calentamiento y enfriamiento de la leche es económico debido a la regeneración del calor.
- ll. La pérdida de leche es menor.
- m. El envasado de la leche puede comenzar casi simultáneamente al inicio de la pasteurización.

DESVENTAJAS DEL METODO RAPIDO

- a. No es adecuado para procesar pequeñas cantidades de leche o subproductos.
- b. Los empaques de las placas deben ser cambiados con cierta frecuencia y requieren de especial cuidado durante el lavado.
- c. Para escurrir la leche del sistema hay que usar agua, lo que ocasiona la pérdida de la leche que se ha mezclado con el agua.
- d. Las bacterias termodúricas resisten el tratamiento térmico y aumentan el cómputo bacterial de la leche pasteurizada.
- e. La adición de vitaminas es un poco más difícil.
- f. El costo de enfriamiento es un poco más alto que en el método lento.

REQUERIMIENTO DE CALOR. El intercambio de calor puede ser efectuado en forma directa, como en el caso de la inyección del vapor de agua a la leche o en forma indirecta a través de una placa. El intercambio de calor puede ser entre un medio vaporizado y otro líquido, o entre dos medios líquidos con diferentes temperaturas²⁶.

Ejemplo: en una planta lechera procesan 25 000 kilogramos de leche (L) por el método rápido. La temperatura de la leche cruda (T_i) es 5°C (41°F) y la temperatura de pasteurización (T_p) es 85°C (185°F). La regeneración o recuperación de calor es 75% y el calor específico (C_e) de la leche es 0.94 /kcal/kg. Calcúlese qué cantidad de calor es necesaria para la pasteurización (C_p), cuántos kilogramos de vapor de agua hacen falta si el calor útil de un kilogramo de vapor de agua es igual a 520 kilocalorías.

La cantidad de calor necesaria para la pasteurización (C_p) es igual a:

- a. $C_p = L \times C_e \times (T_p - T_i)$
- b. $C_p = 25\ 000 \times 0.94 \times (85-5)$
- c. $C_p = 23\ 500 \times 80$
- d. $C_p = 1\ 880\ 000$ kilocalorías

De esta cantidad de calor se recupera el 75%; por lo tanto el consumo de calor es sólo el 25%:

$$e. \quad \begin{array}{r} 1\ 880\ 000 \\ \times \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \\ 25 \\ \hline \end{array}$$

$$f. \quad X = \frac{1\ 880\ 000 \times 25}{100}$$

$$g. \quad X = 470\ 000 \text{ kilocalorías}$$

De donde se concluye que para pasteurizar 25 000 kilogramos de leche se necesita 470 000 kilocalorías.

Para averiguar la cantidad de vapor de agua (V_a) necesaria basta con plantear una regla de tres:

$$h. \quad \begin{array}{r} 1 \text{ kg } V_a = 520 \text{ kilocalorías} \\ X = 470\ 000 \text{ kilocalorías} \end{array}$$

$$i. \quad X = \frac{470\ 000}{520}$$

$$j. \quad X = 903.84 \text{ kilogramos de vapor de agua}$$

VARIANTES DE LA PASTEURIZACION

a. **Biorización.** La leche es impulsada a tres o cuatro atmósferas de presión por un orificio muy pequeño, en forma de chorro, hasta chocar con una lámina caliente, en donde se transforma en una niebla y se calienta a 75°C (167°F).

b. **Estassanización.** Este método fue ideado por Stassano y

consiste en elevar la temperatura de la leche a 73–74°C (163.4–165.2°F) en estratos muy delgados inferiores a un milímetro, en un aparato compuesto de tres cilindros paralelos dispuestos horizontalmente uno sobre de otro a distintas alturas. Teniendo en cuenta la rapidez del intercambio de calor, la exposición puede ser reducida a dos o tres segundos.

COMPLEMENTO A LA PASTEURIZACION

a. **Bactofugación.** Una vez pasteurizada, la leche es sometida a una supercentrifugación con el objeto de eliminar los microorganismos. La supercentrifugación de la leche a 73–75°C (163.4–167°F) elimina el 99.5% de las células microbianas, y si dos supercentrífugas son instaladas en serie el segundo aparato elimina alrededor del 90% de los microorganismos que escaparon a la primera bactofugación; de esta manera la eliminación de microorganismos es superior al 99.9%

OTROS METODOS CON EFECTOS SIMILARES A LA PASTEURIZACION

Aplicación de rayos ultravioleta, rayos infrarrojos, radiaciones ultrasónicas, acción oligodinámica de ciertos metales, acción mecánica de molinos de perlas de vidrio, bombardeo electrónico, tratamientos termoeléctricos, uso de vacío, alta frecuencia, onda corta y muchos otros más que aún estan en prueba o no han demostrado ventajas sobresalientes en comparación con los sistemas tradicionales.

VALOR NUTRITIVO DE LA LECHE PASTEURIZADA

El tratamiento térmico de la pasteurización afecta muy poco al valor alimenticio de la leche (ver Cuadros Nos. 9 y 10). La pasteurización es una medida necesaria de seguridad; no destruye todas las bacterias pero sí aquellas que causan difteria, tuberculosis, tifoidea,

brucelosis y otras enfermedades. La pérdida de nutrimentos por la pasteurización es insignificante, comparada con el beneficio que proporciona la ausencia de organismos patógenos.

La pasteurización no afecta la disponibilidad de calcio, proteína, riboflavina y vitamina A, y sólo reduce un poco el contenido de vitamina B₁ y C.

EFFECTO DE LA PASTEURIZACION EN EL CONTENIDO BACTERIAL

El efecto del calor en el contenido bacterial está íntimamente relacionado con la intensidad y duración del calor aplicado. La pasteurización elimina el total de los microorganismos patógenos y sicrofilicos, pero sólo del 90 al 99% del total de los organismos presentes en la leche. En algunos casos la destrucción de microorganismos puede llegar sólo a 50%, debido al alto contenido de termodúricos, pero estos no afectan mucho la calidad de la leche bajo refrigeración. Algunas bacterias termofílicas logran reproducirse durante la pasteurización. Las bacterias coliformes son prácticamente eliminadas, y por ello la leche pasteurizada no debe contener más de 10 colonias en el cómputo de coliformes en agar.

Las bacterias acidificadoras son las que se encuentran en mayor cantidad en las leches pasteurizadas y son las que acidifican la leche almacenada por varios días.

CONTROL DE LA PASTEURIZACION

Desde el punto de vista bacteriológico normalmente se exige no más de 10 000 colonias en el cómputo bacterial en agar por centímetro cúbico y no más de 10 colonias de coliformes en el cómputo en agar selectivo por centímetro cúbico.

Según las normas centroamericanas, existen cepas patógenas de *Escherichia coli*, pero a pesar de ello no es el germen más peligroso que

puede contener la leche. La importancia de la presencia de *Escherichia coli* se debe a que es un índice de recontaminación de la leche con enterobacterias de origen humano.

Un control indirecto de la pasteurización adecuada es hecho por medio de la prueba de la fosfatasa, la que indica si la temperatura de pasteurización fue correcta o no. La enzima fosfatasa alcalina es completamente inactivada con el tratamiento adecuado para la pasteurización de la leche.

La prueba de la fosfatasa es usada con todos los procesos de pasteurización a pesar de que puede dar falsos positivos o falsos negativos, los que son detectados por medio de controles.

ESTERILIZACION DE LA LECHE

El objeto de la esterilización de la leche es su conservación por tiempo indefinido en envases herméticamente cerrados y a temperatura ambiente, ya que la esterilización destruye todos los microorganismos y las esporas que se encuentran en la leche.

La leche destinada a la esterilización debe ser de buena calidad y no, como algunas personas creen erróneamente, que la leche esterilizada proviene de leches que no sirven para otros productos. Con el propósito de evitar la formación de sedimentos en el fondo del envase de la leche esterilizada es conveniente clarificar la leche para eliminar restos orgánicos como leucocitos, proteína precipitada y otros; también es recomendable que la leche sea homogenizada para evitar la separación de la grasa.

El intenso tratamiento térmico al cual la leche es sometida en este proceso "carameliza" un poco la lactosa, lo que se manifiesta con la aparición de un color café claro, el sabor de la leche adquiere un gusto a leche hervida, altera el equilibrio proteico y mineral, destruye de 20 a 30% de las vitaminas (ver Cuadros Nos 9 y 10), casi todas las enzimas son inactivadas y las proteínas del suero son precipitadas hasta en un 60%.

MÉTODOS DE ESTERILIZACION

Existen varios métodos para lograr la destrucción total de los microorganismos en la leche, pero aún no son muy usados en la industria lechera latinoamericana a pesar de que ello incrementaría enormemente el consumo de leche en los hogares que carecen de refrigeración.

ULTRAPASTEURIZACION. Es conocido como ultraesterilización o tratamiento de la leche con temperaturas ultra altas (TUA) a 135–150°C (275–302°F) durante 2 a 8 segundos.

La destrucción microbiana bajo este método varía de 99.9 a 100%. La modificación físicoquímica de la leche causada por este método es equivalente a la causada por la pasteurización por temperatura alta y tiempo corto (TATC); el sabor de leche hervida sólo dura por pocos días y por ello se le recomienda para la producción de leche de consumo como bebida y de leches aromatizadas.

En este método es indispensable que el envasado se efectúe asépticamente.

ESTERILIZACION. La leche es tratada a 110–115°C (230–239°F) durante 20–25 minutos, y bajo estas condiciones la destrucción microbiana es total, o sea el 100%. Las altas temperaturas y la larga exposición a ella modifican en forma considerable las características físicas, químicas y organolépticas de la leche, entre ellas la precipitación de casi el 60% de las proteínas del suero; la caseína forma combinaciones complejas con la lactosa dando origen a la coloración amarillenta oscura de los productos, lo que es también conocida como efecto de Maillard y que repercute además en un aumento de acidez. Las pérdidas en las vitaminas varían de 20 a 30% y casi todas las enzimas son inactivadas; también el sabor a leche hervida es intenso.

CONTROL DE LA LECHE ESTERILIZADA. La leche esterilizada debe ser estable desde un principio y mantenerse así. La inestabilidad puede ser de origen físicoquímico o microbiano y en cualquiera de los casos no sería posible obtener una leche esterilizada.

El control de la leche esterilizada es realizado mediante tres pruebas principales basadas en la medición del pH inicial a 28°C (68°F). La finalidad de esta prueba es tener un punto de referencia con el que puede ser comparado el pH final de la segunda y tercera muestras después de la incubación a 55°C (131°F) durante 10 días, y a 32°C (89.6°F) durante 20 días. Algunos autores consideran suficiente la incubación por 7 y 14 días respectivamente. Si al término de las pruebas el pH no ha variado en más de 0.2 y no hay alteraciones visibles, la leche está considerada debidamente esterilizada.

SISTEMAS DE CALENTAMIENTO

- a. En baño de María a 82.2°C (180°F) durante 30 minutos.
- b. En autoclaves discontinuos a 110–115°C (230–239°F) durante 30 minutos.
- c. Aparatos continuos a presión de vapor: a 117°C (242.6°F) durante 12 minutos, o a 126°C (258.8°F) durante 5 minutos. Este procedimiento sólo es utilizado para esterilizar botes o tambores metálicos.
- d. Aparatos continuos de columna de presión de agua: las botellas con leche avanzan lentamente desde lo alto de la primera columna (70°C, o sea 158°F) hacia la cámara de esterilización, donde son expuestas a 115°C (239°F) durante 15–20 minutos; luego salen por la segunda columna de agua, donde son enfriadas parcialmente. Estos aparatos son usados en varios países para esterilizar leche en botellas de vidrio o plástico, tras la preesterilización rápida a 130–140°C (266–284°F).
- e. Tratamiento eléctrico por medio del calor de rayos infrarrojos; poco usado.
- f. Cambiadores de calor tubulares o de placas, tales como en el sistema de pasteurización rápida TATC.
- g. Por condensación de vapor en la leche a temperaturas que varían entre 135 y 150°C (275 y 301°F) durante pocos segundos, generalmente a 140°C (284°F) durante 3–4 segundos.

HOMOGENIZACION DE LA LECHE

Es el proceso por el cual los glóbulos grasos son divididos y dispersados mecánicamente para hacer una emulsión más estable entre la grasa y la leche descremada, prolongando así la aparición de

la línea de crema en la leche envasada. Este proceso también afecta algunas propiedades físicas de la leche.

Según el servicio de Salud Pública de los Estados Unidos de Norteamérica, "la leche homogenizada es aquella que ha sido tratada de tal manera que los glóbulos grasos han sido fragmentados a tal grado que después de 48 horas de mantener la leche en reposo no ocurre ninguna separación visible de crema y leche descremada; asimismo, el porcentaje de grasa de los primeros 100 cc de leche de un cuarto de galón o volúmenes proporcionales de recipientes de otros tamaños, no debe diferir en más de 10% del porcentaje de grasa del resto de leche debidamente mezclada después de la separación de los 100 cc de leche de la parte superior".

Ejemplo 1: Los análisis de grasa de una muestra de leche homogenizada, después de 48 horas de reposo, dan los siguientes resultados:

- a. Grasa de los primeros 100 cc es igual a 3.10%.
- b. Grasa del resto de leche de un cuarto de galón es igual a 3.00%.

Averigüe el porcentaje de la diferencia entre ambas pruebas. En cunte la diferencia entre los dos porcentajes.

a. $3.10 - 3.00 = 0.10\%$

Por medio de una regla de tres directa averigüe qué porcentaje de la grasa de los primeros 100 cc representa esta diferencia.

b. 3.10% es el 100%
 0.10% será X

Despejando X se tiene:

c.
$$X = \frac{0.10 \times 100}{3.10}$$

De donde:

d. $X = 3.22\%$

Esto quiere decir que la leche ha sido debidamente homogenizada.

Ejemplo 2: Los análisis de grasa de una muestra de leche homogenizada, después de 48 horas de reposo, dan los siguientes resultados:

- a. Grasa de los primeros 100 cc es igual a 4.00%
- b. Grasa del resto de leche de un cuarto de galón es igual a 3.50%

Encuentre la diferencia entre los porcentajes.

c. $4.00 - 3.5 = 0.5\%$

Por medio de una regla de tres directa averigüe qué porcentaje de la grasa de los primeros 100 cc representa esta diferencia.

- d. 4.00 es el 100%
0.50 será X

Despejando X se tiene:

e.
$$X = \frac{0.5 \times 100}{4.00}$$

De donde:

f. $X = 12.5\%$

Esto quiere decir que la muestra anterior no ha sido debidamente homogenizada.

TEORIAS QUE EXPLICAN LA HOMOGENIZACION. Existen varias teorías que tratan de explicar el fenómeno de la homogenización y con base en ellas se han creado diferentes tipos de homogenizadoras.

- a. **Teoría de corte y trituración.** La leche pasa a través de orificios delgados y a medida que va saliendo los glóbulos grasos son cortados por piezas giratorias y por la fricción causada al pasar los orificios finos.
- b. **Teoría de explosión.** La leche es sometida bajo altas presiones; luego súbitamente la presión es liberada y entonces la

presión interna del glóbulo graso hace que estalle el glóbulo.

c. **Teoría de choque o fragmentación.** La leche es forzada a pasar por orificios pequeños para luego estrellarse contra una pared sólida, causando la fragmentación de los glóbulos grasos.

EFFECTOS FAVORABLES DE LA HOMOGENIZACION

- 1) El principal efecto es la reducción del diámetro de los glóbulos grasos de 6 micras a menos de 2 micras, haciendo así una emulsión más estable y que no forma nata fácilmente.
- 2) Reduce la tensión de la cuajada en un 50%, haciéndola más digestiva.
- 3) Reduce el tiempo de coagulación de las proteínas por el cuajo, en aproximadamente un tercio.
- 4) Mejora el sabor y la apariencia de la leche.
- 5) Aumenta la viscosidad de la leche en 1.3 veces dándole mejor "cuerpo" y consistencia.
- 6) Le da mayor opacidad y la leche parece más blanca.
- 7) Le da mayor uniformidad a la leche.
- 8) La homogenización es indispensable antes de la esterilización.

EFFECTOS DESFAVORABLES DE LA HOMOGENIZACION

- 1) Activa algunas enzimas que atacan la grasa y por ello nunca se debe homogenizar una leche cruda, ya que se enrancia con facilidad, pero la pasteurización prácticamente impide el enranciamiento.
- 2) La leche se torna más sensible a la acción de la luz, causando sabor oxidado.
- 3) Hay presencia de sedimento en el fondo del envase, cuando la leche no es clarificada.
- 4) La leche homogenizada no puede ser descremada eficazmente.
- 5) Incorpora aire en la leche.

PROCESO DE HOMOGENIZACION. Existen varias secuencias en el proceso de homogenización y uno de ellos es el recomendado por Tracy⁶⁷, que consiste en:

- 1) Calentar la leche a 60° C (140° F) por el método rápido.
- 2) Homogenizar a 140 kilogramos de presión por centímetro cuadrado (2 000 libras por pulgada cuadrada).
- 3) Clarificar.
- 4) Pasteurizar a 73.85° C (165° F) durante 15 segundos.
- 5) Enfriar a 4.40° C (40° F).

En lugares donde no haya equipo de calentamiento rápido el homogenizado debe ser llevado después de la pasteurización; en este caso el esterilizado de la homogenizadora debe ser hecho con mucho cuidado.

Otras secuencias en el proceso de homogenización son:

- 1) Clarificación, precalentamiento, homogenización, pasteurización y enfriamiento.
- 2) Clarificación, precalentamiento, pasteurización, homogenización y enfriamiento.
- 3) Precalentamiento, homogenización, clarificación, pasteurización y enfriamiento.
- 4) Precalentamiento, clarificación, homogenización, pasteurización y enfriamiento.
- 5) Precalentamiento, clarificación, pasteurización, homogenización y enfriamiento.
- 6) Pasteurización, preenfriamiento, homogenización, clarificación y enfriamiento.
- 7) Pasteurización, preenfriamiento, homogenización y enfriamiento.
- 8) Pasteurización, homogenización y enfriamiento.

Se ha encontrado que la leche adquiere mejor sabor cuando es homogenizada inmediatamente después de pasteurizada y a la misma temperatura de pasteurización; sin embargo, puede ser eficientemente homogenizada a cualquier temperatura superior a 54.4° C (130° F) hasta llegar a la temperatura de pasteurización.

La presión a la que debe ser sometida la leche varía según el tipo de homogenizador, pero la mayoría de los homogenizadores actuales

trabajan muy bien a presiones que fluctúan entre 126 y 175 kilogramos por centímetro cuadrado (1 800 y 2 500 libras por pulgada cuadrada).

MANEJO DE LA HOMOGENIZADORA

La homogenizadora es prácticamente una bomba que trabaja a alta presión; por lo tanto, sus partes deben recibir un especial cuidado ya que cualquier irregularidad o superficies dañadas causan resultados no satisfactorios.

Cada una de las piezas de la cabeza o bloque del homogenizador debe ser debidamente lavada y secada con aire comprimido para evitar la corrosión. Los pistones de la homogenizadora deben ser enfriados y lubricados constantemente con agua para evitar el sobrecalentamiento de éstos y la fundición de los empaques de la camisa que guía los pistones.

Las entradas de aire entre el homogenizador y la fuente de abastecimiento de leche causan irregularidades en la presión, por lo cual es necesario que los empaques estén en buenas condiciones. La lubricación apropiada de la caja de engranajes es un factor muy importante en el mantenimiento del homogenizador y ésta debe ser revisada diariamente para verificar el nivel de aceite y eliminar el agua que haya penetrado en ella.

CAPÍTULO 6

DERIVADOS DE LA LECHE

CREMA O NATA

Existen varios tipos de cremas, según su contenido graso o grado de acidez. El proceso de obtención de la crema ha sido previamente discutido como parte del procesamiento de la leche y ahora se presentará el uso de la crema en la elaboración de otros productos derivados de ésta.

CREMA ACIDA. Más conocida como mantequilla rala o natilla en el área centroamericana.

Existen dos tipos de mantequilla rala en el mercado centroamericano, uno de ellos producido por el productor de leche y el otro por las plantas lecheras.

La mantequilla rala producida por el productor de leche es obtenida por fermentación natural, a temperatura ambiente, de la crema que saca en su propia finca. Esta crema varía en su contenido graso y, lo peor de todo, es que la posibilidad de la presencia de organismos patógenos en este tipo de cremas es muy alto, lo que constituye amenaza para la salud del consumidor; sin embargo, y a pesar de conocer los riesgos, algunos consumidores la prefieren por su riqueza en

grasa, generalmente mayor que la de la mantequilla rala de las plantas lecheras.

La crema ácida producida en las plantas lecheras es un producto uniforme, libre de microorganismos patógenos y de fermentación controlada mediante la inoculación de cultivos lácticos. El contenido graso puede variar de 10 a 30%, pero la mayoría de las plantas produce cremas con 18 a 25% de grasa y así obtienen una buena consistencia y buen sabor.

Proceso de producción de la crema ácida

- a. Estandarice la crema al porcentaje de grasa deseado mediante la mezcla de crema fresca, crema congelada o aceite de mantequilla, con leche entera, leche descremada o agua, y ponga estos ingredientes en el tanque pasteurizador o en el tanque de almacenamiento.
- b. Agregue de 1 a 3% de leche descremada en polvo para aumentar el contenido de sólidos no grasos, a fin de que el producto final tenga buena consistencia.
- c. Agregue de 0.1 a 0.5% de estabilizador adecuado para crema ácida, o las cantidades que recomiende el fabricante. El estabilizador debe ser mezclado con la leche en polvo para facilitar su dilución.
- d. Pasteurice la mezcla a 71.1–73.9°C (160–165°F) durante 30 minutos, o a 73.9–82.2°C (165–180°F) durante 16 segundos, según el tipo de equipo de que dispone.
- e. Homogenice la mezcla a 71.1°C (160°F) a 125–150 kilogramos de presión por centímetro cuadrado, según el tipo de homogenizador de que dispone.
- f. Enfríe la mezcla a 21.1–22.2°C (70–72°F) de temperatura.
- g. Agregue de 0.5 a 2% de cultivo láctico adecuado y mezcle bien la crema con el cultivo.
- h. Incube la crema a 21.1–22.2°C (70–72°F) hasta que la acidez titulable llegue a 0.50–0.60%.
- i. Envase la crema en los recipientes definitivos (bolsas, vasos plásticos o envases de cartón) o en tambores y guárdelos a 4.4°C (40°F) de temperatura. También puede ser envasada inmediatamente después de la inoculación.

Una buena crema ácida debe tener un ligero sabor ácido, buen aroma, color crema (en caso necesario agregue colorante) y consistencia suave y seca como la mayonesa. No debe haber suero visible.

PROBLEMA 1.

Prepare 100 kilogramos de crema ácida con 25% de grasa, 0.50% de estabilizador, 1.50% de cultivo láctico y 2% de leche descremada en polvo. Use leche entera con 3.80% de grasa y crema con 40% de grasa.

Determine la cantidad de leche y crema, restando de 100 los otros ingredientes.

$$a. \quad 100 - (0.50 + 1.50 + 2.00) = 96 \text{ kilogramos}$$

Averigüe qué porcentaje de grasa deben tener los 96 kilogramos de mezcla de crema y leche para suplir la cantidad de grasa de la crema (25%). Esto se averigua planteando una regla de tres inversa ya que a menor cantidad mayor la concentración. Si en 100 kilogramos de crema se necesita 25% de grasa, en 96 kilogramos de ingredientes que proporcionan grasa se necesitará x .

$$a. \quad \begin{array}{cc} 100 & 25 \\ 96 & X \end{array}$$

En una regla de tres inversa, X es igual a:

$$b. \quad X = \frac{100 \times 25}{96}$$

De donde:

$$c. \quad X = 26.04\%$$

Una vez conocida la concentración de grasa en la mezcla de crema y leche, se va a averiguar en qué proporción deben estar la crema y la leche; para ello basta con plantear un cuadrado de Pearson.

a.	40.00	22.24
	26.04	
	3.80	<u>13.96</u>
		36.20

De donde se deduce que mezclando 22.24 kilogramos de crema con 40% de grasa, con 13.96 kilogramos de leche con 3.80% de grasa, se obtiene 36.20 kilogramos de mezcla con 26.04% de grasa; por lo tanto, para averiguar las cantidades de crema y leche para 96 kilogramos de mezcla basta formular simples reglas de tres.

Para 36.20 kilogramos de mezcla se necesita 22.24 kilogramos de crema; para 96 kilogramos de mezcla se necesitará X kilogramos.

a.	36.20	22.24
	96.00	X

Despejando X se tiene:

$$b. \quad X = \frac{96.00 \times 22.24}{36.20}$$

$$c. \quad X = 58.98 \text{ kilogramos de crema con } 40\% \text{ de grasa}$$

Para averiguar la cantidad de leche necesaria para los 96 kilogramos de mezcla se puede proceder de dos maneras: restando de 96 kilogramos 58.96 kilogramos de crema o formulando otra regla de tres similar a la anterior.

$$a. \quad 96.00 - 58.98 = 37.02 \text{ kilogramos de leche}$$

La segunda alternativa es igual a:

a. 36.20 13.96

96.00 X

b. $X = \frac{96.00 \times 13.96}{36.20}$

c. $X = 37.02$ kilogramos de leche

PRUEBA CON BASE EN GRASA

a. $58.98 \times 40.00\% = 23.59$ kilogramos de grasa

b. $\frac{37.02}{100} \times 3.80\% = \frac{1.41}{100}$ kilogramos de grasa

c. 96.00 25.00 kilogramos de grasa

d. $96.00 \times 26.04\% = 25.00$ kilogramos de grasa

e. $100.00 \times 25.00\% = 25.00$ kilogramos de grasa

Mezcle los dos kilogramos de leche en polvo con 0.5 kilogramos de estabilizador y agréguela a la mezcla de crema y leche, antes de que la temperatura llegue a 43.33°C (110°F); luego pasteurice, homogenice, enfríe la mezcla e inocule 1.50 kilogramos del cultivo láctico y siga con el procedimiento establecido.

PROBLEMA 2.

Calcule los kilogramos de crema con 50% de grasa, aceite de mantequilla con 100% de grasa y agua que necesita para preparar 3 000 kilogramos de crema ácida con 20% de grasa, 6% de leche descremada en polvo, 2% de cultivo láctico y 0.50% de estabilizador. Sólo el 50% de la grasa debe ser proporcionado por el aceite de mantequilla.

Determine los kilogramos de leche descremada en polvo.

$$\text{a. } \begin{array}{r} 3\ 000 \\ X \end{array} \qquad \begin{array}{r} 100 \\ 6 \end{array}$$

$$\text{b. } X = \frac{3\ 000 \times 6}{100}$$

$$\text{c. } X = 180 \text{ kilogramos de leche descremada en polvo}$$

Determine los kilogramos de cultivo láctico.

$$\text{a. } \begin{array}{r} 3\ 000 \\ X \end{array} \qquad \begin{array}{r} 100 \\ 2 \end{array}$$

$$\text{b. } X = \frac{3\ 000 \times 2}{100}$$

$$\text{c. } X = 60 \text{ kilogramos de cultivo láctico.}$$

Determine la cantidad de estabilizador.

$$\text{a. } \begin{array}{r} 3\ 000 \\ X \end{array} \qquad \begin{array}{r} 100.00 \\ 0.50 \end{array}$$

$$\text{b. } X = \frac{3\ 000 \times 0.50}{100}$$

c. $X = 15$ kilogramos de estabilizador

Sume las cantidades de los resultados de 1, 2 y 3 reste de 3 000 kilogramos para encontrar la cantidad de crema, aceite de mantequilla y agua.

a. $180 + 60 + 15 = 255$ kilogramos

b. $3\ 000 - 255 = 2\ 745$ kilogramos

Los 2 745 kilogramos están formados por la mezcla de crema, aceite de mantequilla y agua; ahora averigüe en qué proporción deben estar presentes en la mezcla. Para ello calcule cuántos kilogramos de grasa representa el 20% de 3 000.

a.
$$\begin{array}{r} 3\ 000 \\ X \end{array} \qquad \begin{array}{r} 100 \\ 20 \end{array}$$

b.
$$X = \frac{3\ 000 \times 20}{100}$$

c. $X = 600$ kilogramos

De estos 600 kilogramos de grasa el 50% debe ser proporcionado por el aceite de mantequilla.

a.
$$\begin{array}{r} 600 \\ X \end{array} \qquad \begin{array}{r} 100 \\ 50 \end{array}$$

b.
$$X = \frac{600 \times 50}{100}$$

c. $X = 300$ kilogramos

Los 300 kilogramos de grasa restantes serán proporcionados por la crema con 50% de grasa; use una regla de tres inversa.

$$\text{a. } \begin{array}{r} 300 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \\ 50 \end{array}$$

$$\text{b. } X = \frac{300 \times 100}{50}$$

$$\text{c. } X = 600 \text{ kilogramos de crema}$$

La cantidad de agua es igual a 2 745 menos el resultado de la suma de las cantidades de mantequilla y de crema.

$$\text{a. } 300 + 600 = 900 \text{ kilogramos}$$

$$\text{b. } 2\,745 - 900 = 1\,845 \text{ kilogramos}$$

PRUEBA CON BASE EN GRASA

$$\text{a. } 300 \times 100\% = 300.00 \text{ kilogramos}$$

$$\text{b. } \frac{600}{100} \times 50\% = \frac{300.00}{100} \text{ kilogramos}$$

$$\text{c. } 900 \times 66.67\% = 600.00 \text{ kilogramos}$$

$$\text{d. } 3\,000 \times 20\% = 600.00 \text{ kilogramos}$$

PROBLEMA 3.

¿Cuántos kilogramos de crema ácida con 18% de grasa, 0.25% de estabilizador, 2% de cultivo láctico y 2% de leche descremada en polvo puede preparar con 500 kilogramos de crema con 45% de grasa y leche entera con 3.80% de grasa?

Determine la cantidad de leche y crema, restando de cien los otros ingredientes.

a. $100 - (0.25 + 2.00 + 2.00) = 95.75$ kilogramos

Determine el porcentaje de grasa de los 95.75 kilogramos para que supla las 18 libras de grasa necesarias por cada 100 kilogramos de crema ácida.

a.
$$\begin{array}{r} 100.00 \\ 95.75 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 18.00 \\ X \end{array}$$

b.
$$X = \frac{100 \times 18}{95.75}$$

c. $X = 18.798 = 18.80\%$

Plantée un cuadrado de Pearson con los datos obtenidos.

a.
$$\begin{array}{r} 45.00 \\ 18.80 \\ 3.80 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 15.00 \\ 26.20 \end{array}$$

De aquí se deduce que para 15 kilogramos de crema con 45% de grasa se necesita 26.20 kilogramos de leche con 3.80% de grasa; por lo tanto para 500 kilogramos de crema se necesitará X.

a.
$$\begin{array}{r} 15.00 \\ 500.00 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 26.20 \\ X \end{array}$$

$$b. \quad X = \frac{500 \times 26.20}{15}$$

$$c. \quad X = 873.33 \text{ kilogramos de leche}$$

La suma de la crema y la leche es igual a:

$$a. \quad 500.00 + 873.33 = 1\,373.33 \text{ kilogramos}$$

Esto quiere decir que 1 373.33 kilogramos representan el 95.75% de la mezcla; entonces la mezcla total, o sea la crema ácida, es igual a:

$$a. \quad \begin{array}{r} 1\,373.33 \\ X \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{r} 95.75 \\ 100.00 \\ \hline \end{array}$$

$$b. \quad X = \frac{1\,373.33 \times 100}{95.75}$$

$$c. \quad X = 1\,434.29 \text{ kilogramos}$$

Una vez averiguada la mezcla total se pueden calcular la cantidad de estabilizador, leche descremada en polvo y el cultivo láctico.

$$a. \quad \text{Estabilizador} = 1\,434.29 \times 0.25\% = 3.59 \text{ kilogramos}$$

$$b. \quad \text{L. Desc. en polvo} = 1\,434.29 \times 2.00\% = 28.69 \text{ kilogramos}$$

$$c. \quad \text{Cultivo láctico} = 1\,434.29 \times 2.00\% = 28.69 \text{ kilogramos}$$

PRUEBA CON BASE EN GRASA

- a. $500.00 \times 45.00\% = 225.00$ kilogramos
- b. $\frac{873.33 \times 3.80\%}{1} = \frac{33.19}{1}$ kilogramos
- c. $1 \ 373.33 \qquad 258.19$ kilogramos
- d. $1 \ 373.33 \times 18.80\% = 258.19$ kilogramos
- e. $1 \ 434.29 \times 18.00\% = 258.17$ kilogramos

CREMA ESCURRIDA. Es también conocida como mantequilla escurrida y tiene buena demanda en el área centroamericana. Este producto es preparado a partir de la crema ácida, normalmente de aquella que ha sido recogida del mercado por presentar suero visible en el envase.

El proceso consiste en vaciar las bolsas con crema ácida, o los tambores con crema ácida, en sacos de manta. Una vez amarrado el saco, se le cuelga dentro de una cámara fría o un lugar fresco durante tres días, para que elimine parte del suero; se forma una masa pastosa que es salada al gusto y envasada en bolsas o vasos plásticos para enviarla al mercado.

CREMA DULCE. También conocida como crema "fresca", es un derivado de la crema cruda y su contenido graso puede variar considerablemente pero su acidez titulable es menor de 0.20%.

Dentro de la crema dulce se encuentra la "crema para el café" conocida también como crema fluída o crema ligera, cuyo contenido graso varía de 18 a 30% de grasa, según las normas americanas; en Europa la crema para el café puede contener de 10 a 20% de grasa, y normalmente 12% de grasa.

El proceso de producción de estas cremas consiste en ajustar su contenido graso (ver problemas de normalización, páginas adelante) al porcentaje deseado, luego debe ser pasteurizada, homogenizada y enfriada para ser envasada y comercializada.

Es recomendable que la crema esté bien fría antes de ponerla a la venta; las cremas con alto contenido graso normalmente son utilizadas en postestería.

CREMA BATIDA. La crema batida puede ser hecha a partir de la crema ligera e incluso de la crema pesada. La capacidad de batido de la crema depende de su contenido graso, composición de la grasa, acidez titulable, y del estado de dispersión de las proteínas. La cantidad de aire incorporado en la crema puede aumentar el volumen de ésta de 90 a 100%. Si la incorporación de aire fue bien hecha, no debe haber más de 3 cm de altura, en líquido, en el fondo del recipiente de la crema batida, después de 3 horas de reposo a 18°C (64.4°F).

Similarmente, el proceso de producción de esta crema consiste en ajustar el contenido graso al porcentaje deseado (ver problemas de normalización), luego debe ser pasteurizada, enfriada a 2–4°C (35.6–39.2°F) y almacenada a estas temperaturas durante 48 horas, para dotar a la grasa de una consistencia uniforme y con ello su acondicionamiento para el batido manual o mecánico para la incorporación de aire. La adición de estabilizador antes de la pasteurización ayuda enormemente a una eficiente incorporación de aire.

MANTEQUILLA

Es un producto alto en contenido graso, obtenido a partir de la crema proveniente de la leche; puede ser de crema fresca o madurada por medio de la adición de cultivos lácticos especiales.

La mantequilla puede o no contener sal, y en ambos casos debe tener una consistencia firme y uniforme a 10–12°C (50–53.6°F) de temperatura. El sabor y olor deben ser los típicos del producto fresco o madurado y el color puede variar de blanco amarillento al amarillo dorado, según la preferencia del consumidor.

COMPOSICION. La composición de la mantequilla varía según el país de origen ^{1, 20, 26, 41, 84, 86.} (ver Cuadros Nos 39 y 40).

CUADRO N° 39. Composición de la mantequilla según su origen, en porcentajes.

ORIGEN	GRASA	AGUA	SAL	OTROS
Centroamérica				
Mantequilla con sal	80.00	16.00	0.50—4	1.50
Mantequilla sin sal	82.00	16.00	—de 0.50	1.50
Estados Unidos de Norteamérica				
Mantequilla	80.00	16.00	?	?
Muestras varias	82.50	14.00	2.50	1.00
Francia				
Mantequilla	82.00	6.00	?	?
Muestras varias	84.00	15.00	?	?
España				
Mantequilla	80.00	15.00	?	?
Muestras varias	82.00	14.00	?	?

CUADRO N° 40. Composición química y valor alimenticio de una libra de mantequilla.

Valor energético	3 251.00 calorías
Proteína	2.70 gramos
Grasa	367.70 gramos
Carbohidratos	1.80 gramos
Calcio	91.00 miligramos
Fósforo	73.00 miligramos
Vitamina A	15 000.00 U. I.
Tiamina	0.01 miligramos
Riboflavina	0.05 miligramos
Niacina	0.50 miligramos

SELECCION DE LA CREMA. La mantequilla puede ser hecha a partir de crema dulce o ácida; en ambos casos el sabor de la crema usada es un factor determinante de la calidad de la mantequilla. La crema dulce puede tener sabor desagradable y la crema ácida puede poseer al mismo tiempo un sabor fresco y agradable o viceversa.

Las causas más comunes de los malos sabores y olores son el medio ambiente, los microorganismos, las reacciones químicas y la alimentación del animal del cual proviene la leche que da origen a la crema.

MEDIO AMBIENTE. La leche y la crema absorben con facilidad los olores del medio que las rodea; por ello el olor que con más frecuencia está presente en estos productos es el olor de los establos y de las vacas. Si la crema es almacenada junto a carnes húmedas, hortalizas en descomposición o simplemente con hortalizas de olor penetrante, pescados u otros productos de olor fuerte, ésta absorberá los olores de ellos, por lo que la crema debe ser guardada o mantenida lejos de cualquier fuente olorosa y, además, los recipientes que la contienen deben estar bien tapados.

MICROORGANISMOS. Un gran porcentaje de los malos sabores de la crema se debe a la presencia de bacterias, levaduras y mohos que se encontraban en la leche de donde proviene la crema, y en menor escala de los microorganismos presentes en la descremadora y otros utensilios; por ello la leche destinada para la obtención de crema debe ser de buena calidad.

El predominio de algún tipo de microorganismo en una crema está directamente relacionado con la temperatura bajo la cual la crema ha sido guardada o mantenida; por ejemplo una crema almacenada a 21.1°C (70°F) presentará un mayor número de microorganismos acidificadores, pero si la temperatura es mucho más alta habrá más microorganismos putrefactores que acidificadores. Una vez pasada la etapa de acidificación, no hay ningún método que permita recuperar la calidad de la crema.

También los malos sabores y olores pueden desarrollarse en el producto terminado, o sea la mantequilla, cuando ésta no es debidamente almacenada.

REACCIONES QUIMICAS. Las principales reacciones químicas que se llevan a cabo en la crema o en la mantequilla son las enzimá-

ticas de origen microbial y lácteo; éstas producen defectos conocidos como putrefacto, amargo, sabor a queso, a levaduras, a mohos, u otros.

Otras reacciones químicas son las del ácido láctico sobre los metales, que dan un sabor metálico al producto.

ALIMENTACION DEL ANIMAL. Algunas plantas que ocasionalmente se encuentran en los pastizales pueden dar origen a sabores y olores *sui generis*, tales como la cebolla, ajos, cola de caballo, robles, encinos, ruibarbos, hierba centella o botón de oro, berros, mostaza, zanahorias silvestres, verbena, y otros. En general se puede decir que el alimento causa muy pocos malos sabores en la crema.

NEUTRALIZACION. El objeto de la neutralización es llevar cerca de la acidez normal a las cremas ácidas, para poder someterlas al proceso de pasteurización sin correr el riesgo de la coagulación de la caseína por el tratamiento térmico y como consecuencia de esto la pérdida de la grasa atrapada en la cuajada y la disminución de la eficiencia bactericida de la pasteurización debido a la capa de cuajada que rodea a los microorganismos. También la acidez dificulta el desarrollo de los fermentos lácticos y favorece la aparición del sabor a pescado en la mantequilla.

La acidez de la crema que se va a pasteurizar no debe ser mayor de 0.20% de acidez titulable expresada como ácido láctico. El proceso de neutralización consiste en agregar a la crema una solución o un producto alcalino. Los compuestos más utilizados son la cal viva u óxido de calcio (CaO), cal apagada o hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), magnesia calcinada u óxido de magnesio (MgO), magnesia hidratada o hidróxido de magnesio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$), sosa cáustica o hidróxido de sodio (NaOH), carbonato sódico (CO_3Na_2), bicarbonato de sodio (CO_3HNa); estos productos pueden ser utilizados solos o combinados.

Las normas centroamericanas sólo permiten el uso de los siguientes neutralizantes, solos o en combinación y en dosis máximas de dos (2) gramos por kilogramo de crema: Ortofosfato de sodio (PO_4Na_3), carbonato de sodio (CO_3Na_2), bicarbonato de sodio (CO_3HNa), hidróxido de sodio (NaOH) e hidróxido de calcio (CaOH_2).

Sea cual fuese el neutralizante a usar, éste debe ser puro para que tenga buena capacidad de desacidificación, estar finamente pulverizado para que pueda disolverse bien y acondicionado de tal manera que conserve su estabilidad en contacto con el aire y la humedad.

En la actualidad existe en el mercado una serie de mezclas neutralizantes, especialmente preparadas para la industria lechera.

CUADRO N° 41. Dosis técnicas para neutralizar una molécula gramo de ácido láctico (90 gramos)⁴¹.

PRODUCTO	GRAMOS
Oxido de magnesio	20
Oxido de calcio	28
Hidróxido de magnesio	29
Hidróxido de calcio	37
Hidróxido de sodio	40
Carbonato de sodio	53
Bicarbonato de sodio	84

PROBLEMA 4.

Determine la acidez total a ser reducida de 1 000 kilogramos de crema con 35% de grasa y 0.60% de acidez, para dejarla con 0.20% de acidez titulable.

En primer lugar determine el porcentaje de materia no grasa.

a. $100\% - 35\% = 65\%$

Teniendo en cuenta lo anterior determine la acidez final de la fase no grasa.

$$b. \quad \frac{0.20 \times 65}{100} = 0.13\%$$

La acidez inicial menos la acidez final de la acidez a neutralizar.

$$c. \quad 0.60 - 0.13 = 0.47\%$$

Multiplicando la cantidad de crema por la acidez a neutralizar, se encuentra la cantidad de ácido láctico a neutralizar.

$$d. \quad 1\,000 \times \frac{0.47}{100} = 4.7 \text{ kilogramos de ácido láctico.}$$

PROBLEMA 5.

Determine la cantidad de neutralizante necesario para neutralizar los 4.7 kilogramos de ácido láctico.

En primer lugar disuelva un gramo del neutralizante disponible en 50 centímetros cúbicos de ácido sulfúrico (SO_4H_2) normal y luego titule el exceso de ácido con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) normal, usando como indicador tres gotas de fenolftaleína.

Si V es igual al volumen de NaOH añadido, el poder del producto capaz de neutralizar una unidad de ácido láctico es igual a:

$$a. \quad P = \frac{1\,000}{90 \times (50 - V)}$$

Por ejemplo si $V = 22.5$ cc

$$b. \quad P = \frac{1\,000}{90 \times (50 - 22.5)}$$

$$c. \quad P = 0.404 \text{ Poder neutralizante}$$

De donde se concluye que para neutralizar 4.7 kilogramos, según el primer problema, se necesita:

$$d. \quad 4.7 \times 0.404 = 1\,898 \text{ kilogramos de producto neutralizante.}$$

Pero si el neutralizador es óxido de calcio u óxido de magnesio, aumente la cifra anterior en 20% por la fijación de éstos por la caseína. Entonces la cantidad será igual a:

$$e. \quad 1\,898 \times 1.20 = 2\,278 \text{ kilogramos de neutralizante}$$

PROBLEMA 6.

¿Cuántos kilogramos de una mezcla comercial de neutralizantes son necesarios para reducir la acidez de 1 200 kilogramos de leche con 0.23% de acidez a 0.15%, sabiendo que 1.7 kilogramos de mezcla neutralizante neutralizan 1.00 kilogramos de ácido láctico?

a.	Acidez inicial	0.23%
b.	Acidez deseada	0.15%
c.	Diferencia a neutralizar	0.08%

Encuentre cuántos kilogramos de ácido láctico representa el 0.08% de acidez en 1 200 kilogramos.

$$d. \quad 1\,200 \times \frac{0.08}{100} = 0.96 \text{ kilogramos}$$

Calcule la cantidad de neutralizante por medio de una regla de tres.

$$e. \quad 1.70 \quad \text{por } 1.00$$

$$X \quad \text{por } 0.96$$

$$f. \quad X = \frac{1.70 \times 0.96}{1.00}$$

$$g. \quad X = 1.63 \text{ kilogramos de neutralizante.}$$

En los primeros problemas el neutralizante debe ser diluido en 10 veces su peso en agua tibia ($35^{\circ}\text{C} = 95^{\circ}\text{F}$) y luego agregado a la crema de manera que pueda mezclarse en forma completa y rápida. En el tercer problema disuelva una libra del neutralizante en seis libras de agua tibia ($48.88^{\circ}\text{C} = 120^{\circ}\text{F}$) o siga las instrucciones del fabricante. En este ejemplo la mezcla neutralizante está formada por hidróxido de sodio, óxido de calcio, citrato de sodio y azúcar.

ESTANDARIZACION

La normalización o ajuste del contenido graso es muy común debido a que las cremas que llegan a las plantas, o las producidas en ellas, tienen diferentes porcentajes de grasa. También el contenido graso debe ser ajustado de acuerdo al proceso empleado para la producción de mantequilla; por ejemplo, para la producción de mantequilla por el método discontinuo, la crema debe tener de 30 a 38% de grasa; en el proceso continuo, la crema dulce debe tener de 45 a 50% de grasa y la crema ácida de 38 a 45% de grasa, y en el proceso de concentración y refrigeración 80% de grasa aproximadamente.

La normalización de la crema puede ser hecha con otras cremas, leche entera, agua y preferiblemente con leche descremada y fresca, que proporciona lactosa para la maduración y que además mejora las cualidades organolépticas de la crema.

El proceso de normalización es el mismo presentado en el Capítulo 5 de este texto; sin embargo, resuélvase el siguiente problema.

PROBLEMA 7.

¿Cuántos kilogramos de leche descremada con 0.03% de grasa se necesita para estandarizar a 36% las siguientes cremas: 200 kilogramos de crema con 48% de grasa, 175 kilogramos de crema con 52% de grasa, 400 kilogramos de crema con 42% de grasa, 300 kilogramos de crema con 30% de grasa y 475 kilogramos de crema con 38% de grasa?

Averigüe la cantidad de grasa que tiene la mezcla de todas las cremas:

a.	$200 \times 0.48 =$	96.00
	$175 \times 0.52 =$	91.00
	$400 \times 0.42 =$	168.00
	$300 \times 0.30 =$	90.00
	$475 \times 0.38 =$	180.50

1 550

625.50 kilogramos de grasa.

Calcule qué porcentaje representan 625.50 kilogramos de grasa de los 1 550.00 kilogramos de crema.

$$\begin{array}{r} \text{a.} \quad 1\ 550.00 \qquad \qquad 100 \\ \qquad \qquad 625.50 \qquad \qquad \quad X \end{array}$$

$$\text{b.} \quad X = \frac{625.50 \times 100}{1\ 550.00}$$

$$\text{c.} \quad X = 40.35\%$$

Sabiendo que la mezcla de cremas contiene 40.35% de grasa, se puede plantear un cuadrado de Pearson para averiguar la cantidad de leche descremada que se necesita para estandarizar los 1 550.00 kilogramos de crema a 36% de grasa.

$$\begin{array}{r} \text{a.} \quad 40.35 \qquad \qquad \qquad 35.97 \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 36.00 \\ \qquad \qquad \qquad 0.03 \qquad \qquad \qquad 4.35 \end{array}$$

Para 35.97 kilogramos de crema necesita 4.35 kilogramos de leche descremada; ¿cuánto necesita para 1 550.00 kilogramos de crema?

$$\begin{array}{r} \text{a.} \quad 35.97 \qquad \qquad \qquad 4.35 \\ 1\ 550.00 \qquad \qquad \qquad X \end{array}$$

$$\text{b.} \quad X = \frac{1\ 550.00 \times 4.35}{35.97}$$

$$\text{c.} \quad X = 187.45 \text{ kilogramos de leche descremada.}$$

PRUEBA

$$\text{a.} \quad 1\ 550.00 \times 40.35\% = 625.43 \text{ kilogramos de grasa}$$

$$\text{b.} \quad \underline{187.45 \times 0.03\% = 0.06 \text{ kilogramos de grasa}}$$

$$\text{c.} \quad 1\ 737.45 \qquad \qquad \qquad 625.49 \text{ kilogramos de grasa}$$

$$\text{d.} \quad 1\ 737.45 \times 36.00\% = 625.48 \text{ kilogramos de grasa}$$

PASTEURIZACION

La pasteurización de la crema es un proceso prácticamente indispensable para la producción de mantequilla de buena calidad. La pasteurización destruye todos los microorganismos patógenos, inactiva o destruye algunas enzimas que causan problemas durante el almacenamiento de la mantequilla, tales como las lipasas que originan el enranciamiento, elimina la mayor parte de la flora inicial con el objeto de obtener un medio favorable para el desarrollo normal de los fermentos lácticos, y permite la formación de productos sulfurados reductores, que se oponen a la oxidación de la grasa.

La pasteurización de la crema sensibiliza a la mantequilla para determinados defectos microbianos, especialmente para el crecimiento de mohos durante el almacenamiento. La pasteurización puede ser hecha por el método de sostenimiento, por el método a temperatura alta y tiempo corto, o por otros.

Mediante el método de sostenimiento la crema puede ser pasteurizada a 62.77°C (145°F) durante 30 minutos, a 71.11°C (160°F) durante 15 minutos, y por último a 76.66°C (170°F) durante 5 minutos. En la práctica la crema es normalmente pasteurizada a 65.55°C (150°F) durante 30 minutos. Las temperaturas menores de 62.77°C (145°F) no son suficientes para destruir la mayoría de las bacterias, mohos y levaduras; una vez terminado el período de sostenimiento, la crema debe ser enfriada inmediatamente.

En el método de temperatura alta-tiempo corto, la crema puede ser pasteurizada a $90 - 95^{\circ}\text{C}$ ($194 - 203^{\circ}\text{F}$) durante 30 segundos, a $97 - 98^{\circ}\text{C}$ ($206.6 - 208.6^{\circ}\text{F}$) durante 30 segundos y a 115.55°C (240°F) durante unos instantes. En estos sistemas resulta efectivo el uso de cámaras al vacío, que permiten eliminar los olores volátiles de la crema.

El tratamiento de la crema con temperaturas altas trae consigo el sabor a cocido de la mantequilla, el que normalmente desaparece al tercer día de estar almacenada.

ENFRIAMIENTO

La crema debe ser enfriada en forma rápida, inmediatamente después de la pasteurización, para evitar la aparición del sabor a

cocido o el sabor a aceite y para favorecer la solidificación del glóbulo graso que ocurre entre 8 y 22°C (46.4 y 71.6°F).

La temperatura de enfriamiento de la crema depende del tipo de maduración a la cual ésta va a ser sometida. Si la maduración es sin acidificación, la temperatura varía de 6 a 10°C (42.8 y 50°F) hasta el día siguiente, aunque de dos a cuatro horas puede ser suficiente; si la maduración es con acidificación, la temperatura es de 20 a 22°C (70 a 72°F) hasta el día siguiente, o sea de 14 a 16 horas, después de lo cual debe ser almacenada en cámaras frías de 6 a 10°C (42.8 a 50°F) hasta el momento del batido al día siguiente.

MADURACION

La producción de mantequilla de crema dulce requiere de una maduración sin acidificación para lograr solidificar bien la mayoría de los glóbulos grasos y con ella reducir la tensión superficial de los mismos. La temperatura y el tiempo de envejecimiento para la crema dulce es de 6 a 10°C (42.8 a 50°F) de un día para otro, o por lo menos de dos a cuatro horas.

La producción de mantequilla de crema ácida está basada en la facilidad de la formación de la mantequilla, y su aroma se debe a la presencia de diacetilo proveniente del acetyl metil carbinol, o acetofina, producido por fermentación microbiana.

En la actualidad no hay necesidad de inocular las cremas para obtener el aroma antes mencionado ya que existen en el mercado destilados de cultivos que imparten el mismo aroma a las mantequillas obtenidas a partir de cremas dulces. En caso de no poder comprar los destilados de cultivos se procede de la siguiente manera: enfríe la crema a 20 – 22°C (68 – 72°F) después de la pasteurización, agregue de 2 a 10% de cultivo láctico seleccionado e incube la crema hasta que la acidez llegue a 0.20 – 0.40%. Si la acidez titulable es mayor de 0.40%, puede afectar el almacenamiento de la mantequilla; no se debe olvidar que el propósito principal de la inoculación de la crema con el cultivo láctico es la producción de aroma y sabor y no el desarrollo de acidez. Uno de los mejores aromas en la mantequilla puede ser obtenido con la adición de 1 a 3% de cultivo láctico a la crema recién pasteurizada y enfriada a 20 – 22°C (70 – 72°F).

COLORACION

El color natural de la mantequilla varía de blanco amarillento a amarillo intenso, según la raza de ganado y el tipo de alimentación que éste recibe. En los trópicos, donde existe la época lluviosa con abundancia de pastos, la mantequilla es de color intenso y en la época seca con escasez de forraje verde la mantequilla es amarilla pálida.

Si se desea obtener un producto uniforme durante todo el año, y el hecho de que los consumidores de esta región prefieran una mantequilla amarilla, hace necesario el uso de colorantes, entre los cuales el más usado es el extraído del achiote, *Bixa orellana*; sin embargo, también existen otros similares a éste.

BATIDO

La producción de mantequilla requiere invertir la suspensión de los glóbulos grasos mediante la agitación.

La agitación incorpora aire en la crema, o sea que origina la formación de espuma que facilita el acercamiento de los glóbulos grasos; también permite la liberación de la grasa líquida por ruptura de la membrana del glóbulo graso. La grasa liberada repele el agua y envuelve los glóbulos grasos restantes junto con gotitas acuosas; en este momento la espuma baja bruscamente y aparecen pequeñas partículas de grasa que se transforman en gránulos y luego en la masa cada vez más voluminosa y compacta que queda bañada por el suero.

El proceso del batido varía según el método usado en la producción de mantequilla. El método continuo es usado en la producción de grandes cantidades de mantequilla y es prácticamente desconocido en el medio local; pero el método discontinuo o por tandas es el más popular en el área centroamericana y consta de los siguientes pasos:

- a. Esterilice la batidora, mantequera, mantequillera o máquina para hacer mantequilla.
- b. Inicie la circulación de agua fría de 6 a 10°C (42.8 a 50°F) por la batidora, unos cinco minutos antes de agregar la crema.

- c. Ponga la crema en la batidora hasta la tercera parte de su capacidad y como máximo hasta la mitad de su capacidad volumétrica, o sea cerca del eje central de la máquina.
- d. Tome muestras para el análisis de grasa de la crema.
- e. Regule la temperatura de la crema entre 8 y 10°C (46.4 – 50°F) en el verano y entre 12 y 13°C (53.6 – 55.4°F) en el invierno.
- f. Agregue la cantidad de colorante necesario para obtener el color amarillo que desea el consumidor.
- g. Cierre la puerta de la batidora en forma hermética, ponga el seguro de la puerta y opere la máquina.
- h. Después de cinco minutos de batido pare la máquina y abra la válvula de aire para que salgan los gases desprendidos durante el batido de la crema, luego cierre la válvula y arranque la máquina. Si la mantequera no tiene válvula de aire, use la válvula del suero en posición superior.
- i. Ponga a trabajar la batidora hasta que las ventanillas de vidrio o plástico estén transparentes, lo cual normalmente ocurre entre 30 y 60 minutos después de iniciado el batido. Pare la máquina, abra la puerta y observe el tamaño de los gránulos grasos; si estos son del tamaño de los granos de maíz puede desuerear y si no haga trabajar la mantequillera unos dos o cinco minutos más.
- j. Después de iniciado el batido enfríe agua a 4.4°C (40°F) en igual cantidad a la crema utilizada. Esta operación puede ser hecha con anterioridad, siempre que el agua sea guardada en las cámaras frías de la planta.
- k. Una vez que los gránulos grasos son del tamaño requerido coloque el colador en posición superior de la válvula de suero. Gire la máquina hasta que la válvula de suero quede en posición inferior y saque el suero en un recipiente. Para facilitar la salida del suero abra la puerta de la batidora.
- l. Enjuague los gránulos de grasa con agua fresca hasta que el agua que sale por el desuereador esté casi clara. Cierre la válvula del suero y agregue la mitad del agua fría, luego opere la máquina por unos dos o tres minutos. Elimine el agua y agregue el resto del agua fría, luego opere la máquina por otros dos o tres minutos para endurecer la masa de mantequilla y elimine toda el agua; si se prolonga mucho el batido puede incorporar más agua de la necesaria, o sea más de 16%.
- ll. Con la ayuda de paletas apropiadas haga canales o surcos en la masa de grasa para agregar la sal en caso necesario y en cantidades que pueden variar de dos a cinco por ciento (2 – 5%), normalmente 2.5%. Junto con la sal puede ser agregado el desti-

lado de cultivos lácticos si la mantequilla es hecha con crema sin acidificar. La cantidad del destilado debe ser la que recomienda el fabricante.

m. Opere la batidora durante cinco minutos como mínimo para que la sal quede bien distribuida.

n. Tome muestras para prueba de humedad y ajuste su contenido.

o. Coloque la mantequilla en moldes y asegúrese que, con la ayuda de un mazo, quede bien compacta.

p. Guarde los moldes en la cámara fría hasta el día siguiente.

q. Ponga el molde en una máquina cortadora de mantequilla y opere ésta para obtener los bloques de cuarto, de media o de una libra de mantequilla.

r. Envuelva la mantequilla en papel vegetal o papel aluminio, luego colóquela en caja de cartón.

s. Almacene la mantequilla en el cuarto frío hasta su expendio.

t. Lave la batidora completamente y deje la puerta abierta.

FACTORES QUE AFECTAN EL BATIDO

TEMPERATURA DE LA CREMA. La temperatura de la crema durante el batido afecta el tiempo de batido y la pérdida de grasa en el suero. La temperatura normal para el batido de la crema varía de 8 a 10°C (46.4 – 50°F) en el verano y de 12 a 13°C (53.6 – 55.4°F) en el invierno. A temperaturas menores de las estipuladas anteriormente, mayor es el tiempo requerido para completar el batido ya que los glóbulos grasos demasiado fríos difícilmente se adhieren unos a otros. Si la temperatura de la crema es mayor que las estipuladas, el tiempo del batido puede ser corto, pero la mantequilla obtenida es muy blanda en textura, contiene mucho suero y la pérdida en grasa es alta. La temperatura de la mantequilla y del suero al completar el batido debe ser de 2.2 a 4.4°C (4 a 8°F) mayor que la temperatura inicial de la crema.

Si todos los factores se mantienen constantes, la crema ácida requiere de 30 a 45 minutos y la crema dulce de 45 a 60 minutos para completar el batido.

COMPOSICION DE LA GRASA. Cuanto mayor es el contenido de grasas saturadas en la crema, mayor es el tiempo requerido para

completar el batido, salvo que si la temperatura de batido es aumentada y si las grasas son principalmente no saturadas es recomendable bajar un poco las temperaturas de batido.

TAMAÑO DEL GLOBULO GRASO. Los glóbulos grasos grandes forman los gránulos grasos en forma más rápida que los glóbulos grasos pequeños y, por ende, el tiempo de batido es menor.

ACIDEZ DE LA CREMA. Cuando la acidez llega al punto en que precipita la caseína, el tiempo de batido es corto. La facilidad del batido de la crema ácida se debe a cambios físicos ocasionados por el ácido, tales como menor viscosidad y menor resistencia de la caseína a que los glóbulos grasos entren en contacto.

VISCOSIDAD DE LA CREMA. Extrema viscosidad de la crema hace que ésta se adhiera a las paredes de la batidora, lo cual prolonga el tiempo de batido. Las cremas muy viscosas permiten la incorporación de mucho aire durante el batido, lo que dificulta la aglomeración de los glóbulos grasos y, por ende, prolongan el tiempo de batido.

La viscosidad de la crema aumenta de acuerdo con el envejecimiento y también con el incremento de acidez, hasta el punto en que la precipitación de la caseína empieza; después de ello la viscosidad baja rápidamente.

CONTENIDO GRASO DE LA CREMA. La crema con 30–40% de grasa es la que menos tiempo toma en el batido y menos grasa pierde en el suero. Las cremas con menores o mayores porcentajes de grasa que los mencionados anteriormente, toman más tiempo para completar el batido y las pérdidas de grasa son altas.

CANTIDAD DE CREMA EN LA BATIDORA. La llenada de la mantequillera debe estar entre un tercio y la mitad de su capacidad volumétrica para lograr una agitación normal de la crema. Cuando la mantequera es llenada de dos tercios a tres cuartos de su capacidad volumétrica, el tiempo de batido demora de cuatro a seis horas.

La cantidad aproximada de crema que debe ser puesta en una mantequillera puede ser calculada mediante la fórmula:

$$L_c = \frac{C_v. 10\%}{G_c\%}$$

- L_c = Litros de crema.
 C_v = Capacidad volumétrica de la batidora.
 G_c = Grasa de la crema, en porcentaje.

PROBLEMA 8:

¿Cuántos litros de crema con 31% de grasa se puede cargar a una batidora de 4 000 litros de capacidad volumétrica?

a.
$$L_c = \frac{4\ 000 \times 0.10}{0.31}$$

b. $L_c = 1\ 290.32$ litros.

VELOCIDAD DE LA BATIDORA. La velocidad con que gira la batidora sobre su eje central debe ser menor que la velocidad que rompe la fuerza de gravedad, o sea de 25 a 50 revoluciones por minuto, según el diámetro de la batidora. En caso contrario no hay agitación, ya que la crema gira juntamente con la máquina.

PERDIDAS DE GRASA EN EL SUERO

Todos y cada uno de los factores que afectan el batido influyen en la pérdida de grasa en el suero, que en condiciones normales no debe ser mayor de 0.6%.

Las pérdidas relativas de grasa pueden ser calculadas tal como se hace en el siguiente problema.

PROBLEMA 9.

Calcule la pérdida de grasa en el suero de la producción de mantequilla a partir de 1 000 kilogramos de crema con 38% de grasa y sabiendo que el suero contiene 0.4% de grasa y la mantequilla 80% de grasa.

— Plantée un cuadrado de Pearson para averiguar la cantidad de suero.

a.	38.00	79.60
	80	
	0.40	42.00

b.	79.60	42.00
	1 000.00	X

c.
$$X = \frac{1\ 000 \times 42}{79.60}$$

d. $X = 527.64$ kilogramos de suero

— Para averiguar los kilogramos de grasa perdidos en el suero basta multiplicar los kilogramos de suero por el porcentaje de grasa en él.

a.
$$527.64 \times \frac{0.40}{100} = 2.11$$
 kilogramos de grasa

— Para averiguar los kilogramos de mantequilla obtenida de los 1 000 kilogramos de crema, reste de estos los kilogramos de suero.

a.
$$1\ 000.00 - 527.64 = 472.36$$
 kilogramos de mantequilla.

DIFICULTADES EN EL BATIDO

Algunas veces la crema incorpora tanto aire que llena la batidora y no se forman los gránulos de grasa; en este caso quite dos tercios de la crema y agregue agua fría hasta la mitad de la batidora; si esto no ayuda a la formación de la mantequilla en 30 minutos saque toda la crema y agréguele agua hasta hacer un volumen igual a la leche de la cual provino la crema y descrémela otra vez.

EL SOBREAUMENTO

Es la diferencia entre la cantidad de grasa utilizada y la mantequilla obtenida de dicha grasa. El sobreauento es expresado normalmente en porcentajes, aunque puede serlo en cualquier unidad de peso.

Para calcular el porcentaje de sobreauento de la mantequilla es necesario conocer el porcentaje de grasa y el peso de la crema para determinar la cantidad de grasa disponible para la mantequilla.

PROBLEMA 10.

Encuentre el factor de conversión de la grasa de la crema a mantequilla sabiendo que 22% es el sobreauento deseado.

Para encontrar el factor de conversión hasta con anteponer la cifra uno (1) seguido del punto decimal a las cifras del sobreauento; así que en este caso el factor de conversión es igual a 1.22.

PROBLEMA 11.

Encuentre el sobreamiento de 180 kilogramos de mantequilla que fue elaborada de 400 kilogramos de crema con 36% de grasa.

— La cantidad de grasa disponible es igual a 400 kilogramos por 36 dividido entre 100.

a.
$$X = \frac{400 \times 36}{100}$$

b. $X = 144$ kilogramos de grasa.

— Encuentre la diferencia entre los kilogramos de mantequilla obtenida y los kilogramos de grasa de la cual proviene. Esta cifra representa los kilogramos de sobreamiento.

a. $180.00 - 144.00 = 36$ kilogramos de sobreamiento.

— Para calcular el porcentaje de sobreamiento basta multiplicar 36 por 100 y dividirlo entre 144.

a.
$$\frac{36 \times 100}{144} = 25\%$$
 de sobreamiento.

PROBLEMA 12.

Calcule el porcentaje de sobreamiento con base en los requerimientos legales del país. Ejemplo: en el lugar Z la ley requiere 82% de grasa en la mantequilla; en este caso el sobreamiento es igual a:

a. $100 - 82 = 18$ kilogramos de sobreamiento.

b.
$$\begin{array}{r} 82 \\ 18 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 100 \\ X \end{array}$$

c.
$$X = \frac{18 \times 100}{82}$$

d. $X = 21.95\%$ de sobreamiento.

PROBLEMA 13.

¿Cuántos kilogramos de mantequilla obtiene a partir de 250 kilogramos de grasa, si quiere que la mantequilla contenga 22% de sobreamiento?

a.
$$\frac{250 \times 22}{100} = 55$$
 kilogramos de sobreamiento.

La cantidad de mantequilla es igual a 250 kilogramos de grasa más 55 kilogramos de sobreamiento.

b. $250 + 55 = 305$ kilogramos de mantequilla.

PROBLEMA 14.

Averigüe los kilogramos de crema con 40% de grasa que debe comprar por mes para producir 25 000 kilogramos de mantequilla con 21.95% de sobreamiento.

– Si el sobreamiento es 21.95%, esto quiere decir que la mantequilla representa

a. $100 + 21.95 = 121.95\%$

– Calcule la cantidad de grasa necesaria para la mantequilla.

a.	25 000	121.95
	X	100.00

b.
$$X = \frac{25\ 000 \times 100}{121.95}$$

c. $X = 20\ 500.20$ kilogramos de grasa.

– Calcule la cantidad de crema de 40% necesaria para suplir 20 500.20 kilogramos de grasa.

a.	100	40
	X	20 500

b.
$$X = \frac{20\ 500 \times 100}{40}$$

c. $X = 51\ 250.00$ kilogramos de crema.

SALADO DE LA MANTEQUILLA

Para producir mantequilla con las características deseadas es necesario realizar varias pruebas de laboratorio y algunos cálculos.

- Averigüe el porcentaje de grasa de la crema destinada a la producción de mantequilla y del suero de la misma.
- Calcule los kilogramos de grasa en la crema y el suero.
- Calcule los kilogramos aproximados de suero que salen de la crema.
- Reste los kilogramos de grasa perdidos en el suero de los kilogramos de grasa en la crema; de esta manera obtiene la grasa disponible para la mantequilla.
- Calcule los kilogramos de sal que necesita, según el porcentaje deseado.

PROBLEMA 15.

Agregue 3% de sal a la mantequilla obtenida de 300 kilogramos de crema con 38% de grasa y 20% de sobreabundamiento. ¿Cuántos kilogramos de sal necesita?

— Cantidad de grasa.

a.
$$\frac{300 \times 38}{100}$$

b. 114 kilogramos de grasa.

— Cantidad de mantequilla aproximada.

a. 114×1.20

b. 136.50 kilogramos de mantequilla.

Cantidad de sal necesaria.

a.
$$\frac{136.8 \times 3}{100}$$

b. 4.10 kilogramos de sal.

NORMALIZACION DEL CONTENIDO DE AGUA

Al batir la crema hay que procurar que el contenido de humedad de la mantequilla sea menor que el máximo permitido por la ley. Cuando la mantequilla haya quedado bien amasada y exenta de humedad libre, tome una muestra para determinar su porcentaje de humedad. Conociendo la cantidad de mantequilla que se espera obtener es fácil el cálculo del agua que debe ser añadida. Existen dos formas de efectuar los cálculos; el primero usando esta fórmula, y el otro calculando todos los componentes.

$$Pa = \frac{Pm (Hd - He)}{100 - He}$$

Pa = Peso de agua a añadir.

Pm = Peso de mantequilla esperada.

Hd = Porcentaje de humedad deseada.

He = Porcentaje de humedad existente.

PROBLEMA 16.

¿Cuántos kilogramos de agua es necesario añadir a la mantequilla que va obtener de 1 000 kilogramos de crema con 39.3% de grasa, sabiendo que la mantequilla debe tener 80%

de grasa, 2.5% de sal, 0.7% de cuajada y 16.8% de humedad, y que además el suero contiene 0.5% de grasa y la prueba de humedad es 14.5%?

– Plantee un cuadrado de Pearson para averiguar la cantidad de mantequilla.

$$\begin{array}{r}
 \text{a.} \quad 39.30 \qquad \qquad \qquad 79.50 \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 80 \\
 \qquad \qquad \qquad 0.50 \qquad \qquad \qquad 40.70 \\
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \hline
 \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 38.80
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{b.} \quad 79.50 \qquad \qquad \qquad 38.80 \\
 \qquad \qquad \qquad 1\,000.00 \qquad \qquad \qquad X
 \end{array}$$

$$\text{c.} \quad X = \frac{1\,000 \times 38.80}{79.50}$$

$$\text{d.} \quad X = 488.05 \text{ kilogramos de mantequilla.}$$

– Ahora aplique la siguiente fórmula:

$$\text{a.} \quad Pa = \frac{Pm (Hd - He)}{100 - He}$$

Pa = Peso de agua.

Hd = Humedad deseada.

He = Humedad actual.

Pm = Peso de mantequilla.

b.
$$Pa = \frac{488.05 (16.80 - 14.50)}{100 - 14.50}$$

c.
$$Pa = \frac{488.05 \times 2.30}{85.50}$$

d. $Pa = 13.13$ kilogramos de agua.

Otra manera de calcular la cantidad de agua que debe añadir o incorporar a la mantequilla es:

– Calcule la cantidad de mantequilla que debe obtener, como en el caso anterior.

– Calcule la cantidad de sal que debe incorporar multiplicando los kilogramos de mantequilla por el porcentaje de sal.

a.
$$\begin{array}{r} 100.00 \qquad \qquad \qquad 2.50 \\ 488.05 \qquad \qquad \qquad \times \end{array}$$

b.
$$X = \frac{488.05 \times 2.50}{100}$$

c. $X = 12.20$ kilogramos de sal.

– Calcule la cantidad de cuajada en la mantequilla multiplicando los kilogramos de mantequilla por el porcentaje de cuajada.

a.
$$\begin{array}{r} 100.00 \qquad \qquad \qquad 0.70 \\ 488.05 \qquad \qquad \qquad \times \end{array}$$

$$b. \quad X = \frac{488.05 \times 0.70}{100}$$

$$c. \quad X = 3.42 \text{ kilogramos de cuajada.}$$

– Calcule la cantidad de grasa que hay en la mantequilla.

$$a. \quad \begin{array}{r} 80.00 \\ \times \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 488.05 \\ \hline \end{array}$$

$$b. \quad X = \frac{80.00 \times 488.05}{100}$$

$$c. \quad X = 390.44 \text{ kilogramos de grasa.}$$

– Calcule los sólidos totales de la mantequilla.

$$a. \quad 12.20 + 3.42 + 390.44 = 406.06 \text{ kilogramos}$$

– Calcule el porcentaje de sólidos totales, sabiendo que la humedad es 14.50%.

$$a. \quad 100.00 - 14.50 = 85.50\%$$

– Calcule los kilogramos de mantequilla que va obtener con la humedad anterior.

$$a. \quad \begin{array}{r} 406.06 \\ \times \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 85.50 \\ 100.00 \\ \hline \end{array}$$

$$b. \quad X = \frac{406.06 \times 100.00}{85.50}$$

c. $X = 474.92$ kilogramos de mantequilla.

– Calcule los kilogramos de agua que debe incorporar, restando de la cantidad de mantequilla a ser obtenida la cantidad de mantequilla que tiene.

a. $488.05 - 474.92 = 13.13$ kilogramos de agua.

CALIDAD

La mantequilla producida en plantas lecheras es obtenida de cremas previamente pasteurizadas y de ahí deriva el nombre de "mantequilla pasteurizada". Esta mantequilla debe reunir varios requisitos determinados por medio de análisis químicos, bacteriológicos, bioquímicos y organolépticos⁴¹.

La calidad bacteriológica de la mantequilla depende mucho de la materia prima, de la eficiencia de la pasteurización, de la pureza de los fermentos lácticos, de la limpieza y desinfección de los materiales y por último de la pureza del agua. Esta última es probablemente la más importante fuente de contaminación, durante la producción, de la mantequilla pasteurizada.

La calidad organoléptica está determinada por el sabor, olor, distribución del agua, aspecto general y textura.

CUADRO N° 42. Requisitos microbiológicos del ICAITI.

CARACTERISTICAS MICROBIOLOGICAS	MANTEQUILLA DE CREMA FRESCA SIN MADURAR	MANTEQUILLA DE CREMA MADURADA
Microorganismos Patógenos	0	0
Coliformes por gramo, máximo	10	10
Mohos y Levaduras por gramo, máximo	20	20
Colonias de gérmenes proteolíticos por gramo, máximo.	50	50

CUADRO N° 43. Requisitos organolépticos.

CARACTERISTICA	MANTEQUILLA DE CREMA MADURADA	MANTEQUILLA DE CREMA FRESCA SIN MADURAR
Sabor	Puro, aromático, ligeramente ácido.	Puro, un poco a crema, ligero sabor a nueces.
Olor	Puro, aromático.	Ligero olor a crema.
Distribución del agua	Ausencia de gotitas de agua o suero en la superficie recién cortada.	
Aspecto general	Lustroso, tirando a mate, amarillo claro.	
Consistencia	Apta para ser untada, elástica.	

CUADRO N° 44. Defectos organolépticos.

DEFECTO	POSIBLE CAUSA
Acido	Acidez excesiva de la crema, lavado insuficiente de la mantequilla, mala refrigeración de la crema.
Metálico	Utensilios oxidados, acidez excesiva de la crema, agua de lavado con elevado contenido de hierro.
A cocido	Altas temperaturas de pasteurización de la crema.
A levadura	Contaminación de utensilios o equipo con levaduras.
A pescado	Hiperacidéz, crema con contenido graso muy alto, acción de metales, influencia de la alimentación.
A malta	Presencia de estreptococos de la cebada germinada en el cultivo láctico o degeneración de éste.
A sebo	Oxidación de la grasa por efecto del aire.
A jabón	Por residuos de agentes limpiadores.
A rancio	Presencia de gérmenes lipolíticos, almacenamiento inadecuado de la mantequilla.
Insípido	Producción insuficiente de aroma o falta de sal.
Presencia de agua	Mantequilla mal amasada, ha pasado mucho tiempo entre la elaboración y el modelado (fraccionamiento de la textura).

CUADRO N° 44 (Cont.)

Estriado, veteadado marmóreo o salpicado de manchas	Mala distribución de la sal, mezcla de varias mantequillas, contaminación con esporas de mohos, levaduras y bacterias.
Quebradiza	Demasiada grasa dura en la crema.
Untuosa	Demasiada grasa blanda en la crema, temperatura muy alta durante el batido y amasado.
Blanquecina	Falta de colorante.

CONSERVACION Y ALMACENAMIENTO

El procedimiento más antiguo para conservar alimentos es el salado con sal común o cloruro de sodio. La concentración de sal necesaria para detener el desarrollo de los microorganismos varía de 15 a 20% en la fase acuosa, o sea con base en el contenido de agua del producto, lo que equivale a 2.40 a 3.20% de sal en la mantequilla con 16% de humedad. Mayores concentraciones de sal no son necesarias y además limitan el consumo de la mantequilla en su estado fresco.

En la actualidad el procedimiento más seguro para conservar la mantequilla es el uso de cámaras frigoríficas, las que pueden ser cuartos fríos o cuartos de congelación.

Los cuartos fríos a 4.4–10°C (40–50°F) de temperatura son buenos para almacenamiento de mantequilla por períodos no mayores de un mes.

Los cuartos de congelación de –10 a –15°C (14 a 5°F) conservan la mantequilla por varios meses ya que a estas temperaturas los procesos bioquímicos son muy lentos y la proliferación microbiana

es nula. La congelación de la mantequilla debe ser hecha poco después de su fabricación, su pH debe estar entre 6 y 7, su contenido de cobre menor de 0.07 mg/kg, su contenido de hierro menor de 0.02 mg/kg y, por último, sin bolsas de aire entre el empaque y la mantequilla.

Una manera de evitar el almacenamiento prolongado de la mantequilla, lo que afecta la calidad de ésta, es la congelación de la crema durante el período de abundancia, para después descongelar y mezclarla con crema fresca para la producción de mantequilla. La crema debe tener por lo menos 50% de grasa, estar en bolsas plásticas colocadas en cajas con tela metálica para darle forma a la bolsa, y luego ponerlas en la cámara hasta que la crema quede congelada; luego las bolsas son removidas de las cajas con tela metálica y estibadas dentro de la cámara, cuyas temperaturas fluctúan entre -12 y -18°C (10.4 y -0.4°F).

Cuando la mantequilla presente síntomas de mala conservación elimine toda la contaminación visible, luego separe la materia grasa por fusión y decantación; así elimina completamente la fase acuosa, que es la alterada. Mezcle el aceite de mantequilla obtenido con leche fresca para obtener una nueva crema; si la grasa es la alterada elimine el producto.

QUESOS

El queso es una de las formas más antiguas de conservar los principales elementos nutritivos de la leche. Está compuesto por caseína, grasa, sales insolubles, agua y pequeñas cantidades de lactosa, albúmina y sales solubles de la leche que son concentradas por coagulación de la misma, por medio de la renina o ácido láctico producido por microorganismos. Después de la coagulación, parte del agua de la leche es removida mediante el calentamiento, agitación, desuero y prensado de la cuajada.

Por definición el queso es un producto obtenido por la coagulación de la leche, de la crema, de la leche descremada o de la mezcla de éstos; desuero, fresco o madurado.

El queso, desde el punto de vista nutricional, es considerado como un alimento altamente nutritivo, debido a su variado contenido

de materias nitrogenadas, materias grasas, calcio, fósforo y vitaminas (ver Cuadro N° 45).

CUADRO N° 45. Contenido de nutrimentos de algunos quesos, en 100 gramos de muestra.

QUESO	ENERGIA	AGUA	PROTEINA	GRASA	Ca	P	Vit. A
	Calorías		Gramos		mg.		
<i>Cheddar</i>	398	37	25	32	750	478	1 310
Procesado	370	40	23	30	697	771	1 220
Crema	374	51	8	38	62	95	1 540
Parmesano	393	30	36	26	1 140	781	1 060
Suizo	370	39	28	28	925	563	1 140
Cabaña	106	78	14	4	94	152	170

CLASIFICACION

Existen más de 2 000 nombres de quesos y unas 400 clases pero sólo 10 tipos diferentes de queso natural basado en el proceso de obtención^{14, 77} (ver Cuadro N° 46); sin embargo es posible clasificarlos en cuatro grandes grupos⁶⁸ (ver Cuadro N° 47). También pueden ser clasificados de acuerdo al animal del cual proviene la leche, composición química, proceso de maduración o sabor del queso.

Otra posible clasificación es: 1) Quesos de pasta dura, pasta firme y consistente y pasta firme semiconsistente, 2) Quesos blandos, 3) Quesos no madurados, 4) Quesos de leche fermentada, 5) Quesos fundidos y 6) Quesos de pasta cocida.

Así como éstas, existen muchas otras formas de clasificación de quesos ya que las características de cada tipo son el resultado de varios factores, tales como los microbiológicos, bioquímicos, físicos, físicoquímicos, químicos y mecánicos.

- a. **Microbiológicos:** Composición de la microflora vista bajo un aspecto dinámico.
- b. **Bioquímicos:** Concentración y propiedades de las enzimas del cuajo, de las bacterias, de las levaduras y de los mohos.
- c. **Físicos, Físicoquímicos:** Temperatura, pH y efectos osmóticos.
- d. **Químicos:** Proporción de calcio retenido en la cuajada, contenido de agua y sales.
- e. **Mecánicos:** Corte, agitación, trituración y frotamiento.

CUADRO N° 46. Diez tipos de queso natural.

PROCESO DISTINTO	CARACTERISTICA DISTINTA	VARIEDAD DE QUESO
Coagulación principal por ácido	Cuajada blanda	Crema, Cabaña
Cuajada compacta	Textura firme	<i>Cheddar, Cheshire</i>
Cuajada separada	Textura abierta	Monterrey, <i>Gouda</i>
Presencia de cobre	Textura granular	Parmesano, Romano
Cuajada estirada	Textura plástica	<i>Provolone, Mozzarella</i>
Maduración bacteriana con formación de ojos	Agujeros de gas	Suizo, <i>Gruyere</i>
Maduración por mohos	Moho visible	<i>Roquefort, Azul</i>
Superficie cubierta por mohos	Interior cremoso	<i>Camembert, Brie</i>
Superficie cubierta por bacterias y levaduras	Suave, ceroso	<i>Limburger, Bel Paese</i>
Proteína del suero coagulada por ácido y calor	Sabor dulce	<i>Ricotta, Primost.</i>

CUADRO N° 47. Cuatro grandes grupos de quesos.

GRUPO	CARACTERISTICA DISTINTA	VARIEDAD DE QUESO
Muy duro	a. Madurado por bacteria.	Parmesano, Romano
Duro	a. Madurado por bacteria, sin ojos.	<i>Cheddar, Cheshire</i>
	b. Madurado por bacteria, con ojos.	Suizo, <i>Gruyere</i>
Semiblando	a. Parcialmente madurado por bacteria.	<i>Brick, Münster</i>
	b. Madurado por bacterias y superficie cubierta de microorganismos.	<i>Limburger</i>
	c. Parcialmente madurado por moho.	<i>Roquefort, Azul</i>
Blando	a. Madurado.	<i>Camembert.</i>
	b. Sin madurar.	<i>Crema, Ricotta, Fresco, requesón.</i>

COMPOSICION

La composición de los quesos varía de un tipo a otro (ver Cuadro N° 45); y esta variación depende, principalmente, del contenido de agua y de grasa. La cantidad de agua es determinada por la forma en que la coagulación y el desuerado son efectuados; y el contenido graso depende de la cantidad en que éste se encuentre en la leche.

Los quesos son definidos, en la mayoría de los casos, por su contenido de extracto seco total (EST) o sólidos totales (ST), que varían desde 25 hasta 75%, y su contenido de materia grasa con base en ST, la cual varía de 40 a 50% en quesos producidos a partir de leche entera con 3.30 a 3.50% de grasa.

La parte no grasa del queso está formada en 85 a 91% por materias nitrogenadas y el resto representa las sales y los productos derivados de la lactosa. La materia nitrogenada más importante es la caseína, la cual es degradada y se hace parcialmente soluble durante la maduración.

La lactosa es transformada en ácido láctico durante los primeros 10 días, luego el ácido desaparece, casi completamente, en los quesos muy madurados.

Las sales minerales determinadas como cenizas varían de 0.90 a 2.60% del queso.

RENDIMIENTO

En forma general se puede decir que el rendimiento varía según el tipo de queso y la composición de la leche de la que se obtiene el queso. Por ejemplo, el rendimiento de la leche en quesos duros está entre 8 y 14% y en quesos frescos y blandos entre 12 y 18%. El rendimiento en queso puede ser calculado a partir del porcentaje de la grasa y de la caseína de la leche o, simplemente, a partir del porcentaje de la grasa.

El rendimiento con base en grasa es igual al porcentaje de grasa multiplicado por 2.7 ó al porcentaje de grasa multiplicado por 1.1, y a este resultado sumarle 5.9 para obtener el porcentaje de queso que se obtendrá, especialmente en quesos del tipo duro, como el *cheddar*.

PROBLEMA 17.

¿Cuántos kilogramos de queso *Cheddar* se obtendrá de 1 000 kilogramos de leche con 3.90% de grasa?

Solución a: $R = 3.90 \times 2.70 = 10.5\% = 105$
kilogramos.

$$\text{Solución b: } R = (3.90 \times 1.1) + 5.9 = 10.2\% = 102 \text{ kilogramos.}$$

El rendimiento con base en grasa y caseína es igual a la suma de los productos del porcentaje de grasa multiplicado por 1.1 y del porcentaje de caseína multiplicado por 2.5. También se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = (\text{grasa} + \text{caseína}) 1.63.$$

PROBLEMA 18.

¿Cuántos kilogramos de queso se obtendrán de 1 000 kilogramos de leche con 3.90% de grasa y 2.73% de caseína?

Solución a:

- a. $R = (3.90 \times 1.1) + (2.8 \times 2.50)$
- b. $R = 4.3 + 7.00$
- c. $R = 11.30\% = 113 \text{ kilogramos de queso.}$

Solución b:

- a. $R = (3.9 + 2.8) 1.63$
- b. $R = 6.7 \times 1.63$
- c. $R = 10.92\% = 109 \text{ kilogramos de queso.}$

Esta solución es más aceptada para dar una idea más real de obtención de queso.

Por último, el rendimiento calculado con base al porcentaje de grasa y sólidos no grasos (SNG) de la leche es igual a:

$$R = \left(\frac{\text{SNG}}{3} + G \times 0.91 \right) \times 1.58$$

PROBLEMA 19.

¿Cuántos kilogramos de queso se obtendrán de 1 000 kilogramos de leche con 3.9% de grasa y 8.7% de SNG?

a. $R = \left(\frac{8.7}{3} + 3.9 \times 0.91 \right) 1.58$

b. $R = (2.9 + 3.55) 1.58$

c. $R = 6.45 \times 1.58$

d. $R = 10.19\% = 102 \text{ kilogramos de queso.}$

Vale la pena aclarar que existen muchas otras formas de estimar el rendimiento de la leche en quesos, pero ni las expuestas aquí ni las otras son definitivas y sólo sirven para dar una idea al respecto.

LECHE PARA QUESOS

La leche de vaca es la más usada en la producción de quesos; sin embargo, existen cantidades considerables de queso de leche de cabra, oveja, búfalo, camello o yegua.

La calidad de la leche juega un papel muy importante en la producción del queso, por lo que ésta debe ser seleccionada con base en:

- a. La naturaleza físicoquímica de la leche debe ser normal, especialmente en lo que respecta a su proporción equilibrada de sales;
- b. El contenido de proteína coagulable debe ser alto;
- c. El contenido de gérmenes en la leche cruda debe ser escaso;
- d. La leche cruda no debe contener sustancias inhibitoras para los cultivos lácticos (antibióticos, detergentes, desinfectantes u otros), o sea que debe tener buena predisposición para fermentar.

Antes de ser utilizada en la producción de quesos, la leche debe ser sometida a los procesos de fermentación y coagulación. Para asegurar buenos resultados en la producción de quesos es necesario usar leche fresca, limpia, baja en contenido bacterial y con sabor agradable, y no como la mayoría de la gente erróneamente cree, que la leche para hacer queso debe ser la que no sirve para otro fin, esto es, leche sucia, con alto contenido bacterial y fermentada. Sin embargo, se debe aceptar que ciertos quesos, con aquellos que contienen gran cantidad de sal, pueden ser hechos con leches de calidad mediocre.

Dentro de los quesos de leche de vaca existen quesos de leche descremada, leches con uno, dos, tres, cuatro o más porcentajes de grasa.

NORMALIZACION

La producción de un determinado tipo de queso casi siempre indica la riqueza en grasa de la leche de la cual proviene; por ello algunas veces se tiene que reducir o aumentar el contenido de grasa de la leche normal, ya sea descremando, mezclando diferentes leches o agregando crema (ver problemas de normalización de la leche).

Pero cuando no se especifica el porcentaje de grasa de la leche, éste puede ser calculado a partir del contenido proteico de la leche y valor de grasa del queso que va a ser elaborado, usando la siguiente fórmula⁷⁷:

$$G = P \times F$$

G = Porcentaje de grasa en la leche

P = Porcentaje de proteína en la leche

F = Factor (ver Cuadro N° 48).

CUADRO N° 48. Factores para cálculo del contenido de grasa, según Schultz y Kay⁷⁷.

TIPO DE QUESO	VALORES GRASOS, % DE GRASA DEL EXTRACTO SECO						
	10	20	30	40	45	50	60
Queso de pasta dura					0.93	1.09	
Queso de pasta firme		0.28	0.50	0.74	0.90	1.06	
Queso de pasta blanda		0.24	0.44	0.68	0.84	1.00	
Queso fresco	0.17	0.33	0.55	0.79	0.96	1.12	1.60

PROBLEMA 20.

¿A qué porcentaje de grasa se debe estandarizar la leche para producir queso *Camembert* con 30% de grasa, sabiendo que la leche contiene 3.35% de proteína titulable?

a. $G = 3.35 \times 0.44$

b. $G = 1.47\%$

PASTEURIZACION

Después de los procesos de depuración es muy recomendable la pasteurización de la leche a ser usada en la producción de quesos, por las siguientes razones:

- a. Destruye todos los gérmenes patógenos y la mayoría de otros.
- b. Facilita el desarrollo de las cepas inoculadas, lo cual permite obtener quesos de calidad uniforme.
- c. Aumenta el rendimiento de la leche en quesos, debido a la desnaturalización de las proteínas solubles, cuya intensidad es proporcional a la temperatura utilizada durante la pasteurización; hay mayor retención de la materia grasa e insolubilización de algunas sales minerales.

Debe hacerse notar que la pasteurización trae consigo varios problemas para la producción de quesos, entre ellos:

- a. El calentamiento reduce la aptitud de la leche para la coagulación por el cuajo, la cuajada obtenida es menos dura y el desuerado es difícil. Si la temperatura de pasteurización no es mayor de 73.85°C (165°F), la adición de 0.1 a 0.2 gramos de cloruro de calcio por litro de leche, antes de la adición del cuajo, puede corregir el problema.
- b. La precipitación parcial de las albúminas y globulinas dificulta el desuerado.
- c. El aroma y la textura de ciertos tipos de quesos hechos con leche cruda no pueden ser obtenidos cuando se usa leche pasteurizada.

A pesar de los problemas que presenta el tratamiento térmico, es muy recomendable practicarlo para proteger la salud del consumidor ya que en los quesos frescos y de pasta blanda el bacilo de la tuberculosis puede vivir más de tres meses. Si el pH del queso no baja de 5 durante la maduración, los estafilococos, colibacilos y salmonellas presentes en la leche cruda quedan inalterados o aumentan, y en el caso del bacilo de la tuberculosis y brucelosis la acidez no les afecta; si bien disminuyen en cantidad, no hay destrucción completa durante la maduración.

INOCULACION

Previo a la adición del cuajo a la leche, normalmente ésta es inoculada con cultivos lácticos o especiales y sustancias complementarias. La temperatura de la leche debe de ser ajustada entre 28 y 32°C (82.4 y 93.2°F), que es la adecuada para el crecimiento bacteriano y para la coagulación de las proteínas; en algunos casos puede ser menor o mayor según el tipo de queso que se desea producir.

La coagulación de las proteínas y la maduración de los quesos dependen en gran parte de la acidez de la leche; por ello es preciso el uso de cultivos lácticos para la producción de ácido láctico hasta bajar el pH a niveles comprendidos entre 6.5 y 5.9, antes de la adición del cuajo.

Los cultivos lácticos también participan en la proteólisis, lo cual influye en la calidad del queso, y de allí que se empleen cultivos lácticos con gran capacidad proteolítica y lenta producción de ácido para los quesos de pasta dura y firme. Para los quesos de pasta blanda es preferible el uso de cultivos lácticos de acidificación rápida.

Un cultivo activo está formado principalmente por *Streptococcus lactis* y *Streptococcus cremoris*, su acidificación es rápida y la cantidad en que debe inocularse en la leche varía de 1 a 3% este tipo de cultivo es bueno para quesos de pasta blanda y firme.

Un cultivo pasivo está formado por *Lactobacillus casei* y *Leuconostoc citrovorum*, además del *S. lactis*, su acidificación es lenta, acelera la proteólisis y la cantidad en que es inoculada varía de 3 a 6% este cultivo es bueno para quesos de pasta firme y dura.

Los cultivos termófilos como el *S. thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus* y otros, producen poca acidez y son usados en cantidades que varían de 0.02 a 0.10%, para quesos de pasta firme y dura.

Los cultivos son añadidos a la leche un determinado tiempo antes, o con la adición, del cuajo, en la cuajada o queso recién hecho.

Ejemplo: los cultivos para el queso *Cheddar* son añadidos a la leche; las bacterias propiónicas productoras de los ojos del queso

Gruyere son agregadas junto con los cultivos lácticos; el *Penicillium candidum*, moho superficial de los quesos de corteza enmohecida, es agregado al queso fresco en una suspensión de esporas; el *Penicillium glaucum*, moho interno de los quesos de pasta azul, es mezclado con la cuajada inmediatamente antes de ponerla en moldes; el *Bacterium liniens* es añadido a la leche junto con el cuajo.

Además de la adición de cultivos está la adición de agentes químicos como el cloruro de calcio, que en cantidades iguales a 0.01–0.02% facilitan la coagulación; el nitrato de potasio, usando 30 gramos por cada 100 litros de leche evita la hinchazón de los quesos; y los colorantes como carotenos, lactoflavinas y bixinas sirven para dar color amarillo.

COAGULACION

La coagulación de la leche puede ser lograda por acción de compuestos alcohólicos, ácidos o enzimas.

La coagulación alcohólica es usada para las pruebas de laboratorio.

La coagulación ácida, generalmente obtenida por fermentación láctica, no modifica la proteína; la precipitación de la caseína ocurre a PH 4.6 y forma una cuajada desmenuzable y sin cohesión.

Este tipo de coagulación es utilizada en la producción de leches ácidas para el consumo, la producción de requesón y la obtención de caseína ácida libre de calcio.

La coagulación enzimática es la más generalizada en la producción de quesos de pasta blanda, firme o dura. La enzima más común para este proceso es la renina obtenida del cuajar, abomaso o estómago verdadero de los rumiantes; también son utilizadas pepsinas de origen porcino y, últimamente, enzimas de origen microbiano (*Endothia parasítica*, *Mucor pasillus* y *Mucor miehei*). La acción enzimática no utiliza la lactosa, como el caso anterior; transforma el caseinato de calcio en paracaseinato de calcio y a pH 6.8 el coágulo es formado por el complejo fosfo-paracaseinato de calcio, el cual le da la apariencia de gelatina elástica con retracción natural que permite la expulsión del suero en forma rápida.

La coagulación enzimática de la leche es influida por la concentración del cuajo, acidez de la leche, temperatura y cantidad de calcio soluble presente.

EL CUAJO. La concentración del cuajo, fuerza del cuajo o poder coagulante del cuajo, está determinado por el número de centímetros cúbicos de leche que coagula un centímetro cúbico de cuajo a una temperatura dada y tiempo determinado; de aquí se deriva que un cuajo normal sea aquel que a 35°C (95°F) de temperatura cuaja en 40 minutos 10 000 litros de leche por cada litro de cuajo, o sea, que tiene una fuerza de 1:10 000. Este cuajo viene en forma líquida y es el más usado; el cuajo en polvo puede venir en 1:100 000 ó 1:150 000, es más puño y conserva mejor su actividad; el cuajo de origen microbiano viene con una fuerza aproximada de 1:250 000; por último, la fuerza del cuajo cristalizado es de 1:10 000 000.

Para determinar el poder de coagulación de un cuajo se puede usar la siguiente fórmula⁷⁷ :

$$P_c = \frac{2\ 400\ V_l}{V_e\ T_c}$$

- P_c** = Poder de coagulación
V_l = Volumen de leche o peso
V_e = Volumen de enzima o peso
T_c = Tiempo de coagulación en segundos.

PROBLEMA 21.

Calcule la fuerza de coagulación de un cuajo en polvo, sabiendo que 5 mg del mismo han coagulado 100 gramos de leche en 510 segundos.

- a. 5 mg = 0.005 gramos
 b. $P_c = \frac{2\ 400 \times 100}{0.005 \times 510}$

c. $P_c = \frac{240\ 000}{2.55}$

d. $P_c = 94\ 117$

e. $P_c = 1:94\ 000$

PROBLEMA 22.

Verifique la fuerza de extracto de cuajo donde la adición de 0.2 cc de éste a 500 cc de leche a 35°C (95°F) de temperatura cuajó la leche en 10 minutos.

a. 10 minutos = 600 segundos

b. $P_c = \frac{2\ 400 \times 500}{0.2 \times 600}$

c. $P_c = \frac{1\ 200\ 000}{120}$

d. $P_c = 10\ 000$

e. $P_c = 1:10\ 000$

LA ACIDEZ. Las concentraciones normales de cuajo toman diferentes tiempos para lograr la coagulación de la leche, según el grado de acidez de ésta; por ejemplo, cuando la acidez equivale a pH 6.3 el tiempo de coagulación es aproximadamente de 15 minutos; pero si se desea acortar, aún más, el tiempo de coagulación el pH debe bajar a 6.00 y la dosis de cuajo debe aumentar. En conclusión, se puede decir que existe una relación cuajo-acidez para conseguir el tiempo óptimo de coagulación.

LA TEMPERATURA. Es otro factor importante que participa en la coagulación de la leche y que varía según el tipo de queso; así, la mayoría de los quesos madurados requieren temperaturas que varían entre 28 y 34°C (82.4 y 93.2°F), aunque la temperatura óptima para la coagulación enzimática es 41°C (105.8°F), aunque a esta temperatura sólo son producidos algunos quesos de crema.

La temperatura afecta el tiempo de coagulación, la capacidad de hidratación, la concentración de cuajada y la acidificación.

SALES DE CALCIO. El cloruro de calcio (Cl_2, Ca) es utilizado en forma regular como coadyuvante de la coagulación de leches pasteurizadas. La cantidad más recomendable es de 80 miligramos por litro de leche, o sea 0.008% aproximadamente, si bien nunca debe pasar de 0.2 gramos por litro. También las sales de bario, magnesio, zinc, manganeso y fósforo favorecen el cuajado; las sales de potasio, sodio, las amoniacales y los carbonatos, sin embargo retardan la coagulación.

DESUERADO

Después de formada la cuajada por la acción de los agentes coagulantes sigue el desuerado espontáneo por contracción de la cuajada o sinéresis, la cual a su vez es influenciada por el grado de acidez y por la temperatura de la cuajada. A mayor acidez más rápido será el desuerado espontáneo, y a temperaturas menores de 20°C (68°F) el desuerado será lento a pesar de la fermentación láctica.

CORTE DE LA CUAJADA. El corte es efectuado por medio de liras o "corta-cuajadas", primero con la lira horizontal y después con la lira vertical, para dejar la cuajada convertida en pequeños cubos

que varían de tamaño, según el tipo de liras usadas. El corte de la cuajada facilita la evacuación del suero porque deja mayor superficie expuesta y también favorece la sinéresis de la cuajada. La división de la cuajada debe ser hecha de tal forma que no desintegre los cubitos, para evitar la pérdida de éstos en el suero y en el momento en que la cuajada ha llegado a una buena solidez, elasticidad y textura. Una forma empírica de determinar el momento del corte es introduciendo en forma vertical, en la cuajada, una varilla y luego levantar la cuajada con ella; si la cuajada se abre presentando un corte nítido en forma de "V", quiere decir que la cuajada está lista para ser cortada.

CALENTAMIENTO DE LA CUAJADA. El aumento de la temperatura de la cuajada ayuda a expulsar el suero por sinéresis. El calentamiento debe ser efectuado en forma lenta y con agitación frecuente, de modo que la temperatura suba un grado centígrado o un grado *Fahrenheit* cada dos o tres minutos, respectivamente; si el calentamiento es muy rápido se forma una película espesa y semi-impermeable alrededor del cubito, que dificulta la salida del suero del interior de los trozos de cuajada y trae como consecuencia una textura frágil y cretácea. Además del calentamiento rápido de la cuajada también producen este defecto la temperatura alta durante la coagulación, cantidad excesiva de cuajo, fragmentos grandes de cuajada y la agitación intensa y demasiado rápida.

Una vez lograda la temperatura indicada según el tipo de queso (quesos de pasta dura = 55°C (131°F), quesos de pasta firme = 45°C (113°F), por ejemplo, ésta debe mantenerse hasta lograr la consistencia deseada en los trozos de la cuajada; luego se procede con la eliminación del suero de la quesera o el traslado de la cuajada a los moldes.

SALADO DEL QUESO

La adición de sal al queso contribuye a dotarlo con el sabor deseado, evita la proliferación de ciertos microorganismos, ayuda a completar el desuerado, contribuye a la formación de la corteza debido a su acción higroscópica e influye en la acción de las enzimas durante la maduración, atrasándolas cuando la concentración de sal es alta. Por otra parte, la forma de efectuar el salado y la concentración de sal en el queso influye en las características y aspecto de

éste. El contenido de sal en el queso puede variar de 1 a 6% y su aplicación puede ser hecha:

- a. Directamente en la leche; en proporción de 4 kilogramos de sal por cada 1 000 kilogramos de leche, o sea 0.4% de sal con relación a la cantidad de leche usada.
- b. A la cuajada antes de la separación del suero, en cantidades iguales al 6% con base en la cantidad de leche usada; ejemplo el queso crema.
- c. A la cuajada después de la separación del suero, en cantidades iguales a 0.2% de sal con relación a la cantidad de leche usada en la producción de quesos de pasta dura y firme; ejemplo *Cheddar*, *Emmental* y *Gouda*.
- d. Directamente a la superficie del queso, frotando sobre él, en cantidades iguales a 7% de sal con relación a la cantidad de queso.
- e. Por inmersión en salmuera con 20% de sal; en este sistema el uso de sal es igual a 3% con relación al queso. Esta modalidad permite una mejor distribución de la sal que se lleva a cabo por intercambio del suero y sal por ósmosis y difusión.

La concentración de la salmuera puede variar de 19 a 22% de sal para quesos de pasta firme y dura, y de 16 a 18% para quesos blandos, lo que equivale a una densidad de 1.116 a 1.161 gramos por centímetro cúbico o entre los valores 15 y 20 grados Baumé.

La temperatura de la salmuera influye en las pérdidas de peso del queso, que varían entre 4 y 10%. La temperatura media para quesos duros es 17°C (62.6°F) y para los quesos blandos es de 18 a 22°C (64.4 a 71.6°F).

La duración del proceso de salado depende de la calidad de la salmuera, de la concentración de sal deseada en el queso y de su valor graso. Normalmente la permanencia del queso en la salmuera varía de una hora a seis días, según el tipo de queso, siendo el menor tiempo para los quesos de pasta blanda.

La salmuera debe ser limpiada, hervida y regenerada cada cierto tiempo para eliminar las impurezas y contaminaciones microbianas. Su contenido microbiano puede ser controlado mediante el uso de productos clorinados, agua oxigenada o sales de plata. Se sabe que una salmuera de 8 semanas da lecturas mayores que la concentración

real de sal, por lo que siempre se le debe agregar un dos por ciento más de sal.

MOLDEO Y PRENSADO

El moldeo y prensado es realizado para dar forma y solidez a los quesos; se realiza antes o después del salado. Los moldes pueden ser de diversas formas: cuadrados, redondos, largos, cónicos, cilíndricos o simples lienzos o tiras de tela.

El prensado se realiza utilizando cualquier objeto pesado, hasta las prensas neumáticas que permiten trabajar con grandes cantidades de moldes. El tiempo y las libras de presión a que se somete el queso varían según el tipo de éste.

Normalmente se utilizan telas entre el queso y el molde, para facilitar el desuere y la formación de corteza.

MADURACION

La maduración o envejecimiento de los quesos es un proceso muy complejo y que involucra varios fenómenos físicos, químicos y microbiológicos, tales como proteólisis, lipólisis, fermentaciones lácticas, reacciones ácido-básicas, efecto tampón y otras más.

Al término del período de maduración el queso debe lograr la textura, aroma y sabor deseados.

Las modificaciones principales durante el envejecimiento son: pérdida de humedad, destrucción de la lactosa, neutralización o desaparición parcial del ácido láctico, elevación del pH, solubilización parcial de la caseína, hidrólisis parcial de la grasa y formación de la corteza.

También pueden ocurrir cambios indeseables, como la formación de poros que ocasionan la hinchazón de los quesos, putrefacción, rancidez, u otros.

La temperatura y la humedad de las cámaras de maduración juegan un papel muy importante en el tiempo de maduración de los quesos. Las temperaturas adecuadas para la maduración pueden variar de 4.4 a 13°C (40 a 55°F) la humedad relativa de 75 a 90%, y el tiempo de maduración de 3 semanas a 12 meses, sin considerar los de consumo inmediato.

Para evitar la contaminación de las superficies de los quesos por microorganismos y reducir la pérdida de humedad durante el envejecimiento de algunos quesos, es conveniente su protección con parafina, bolsas plásticas selladas al vacío, papeles especiales, u otros.

El parafinado se efectúa cuando la superficie del queso está seca. Para realizar esta operación, caliente la parafina a 99–114°C (210–237°F) y luego sumerja los quesos en ella durante 10 a 15 segundos.

PRODUCCION DE QUESOS

A continuación se detalla el procedimiento para producir algunos quesos de mayor demanda en el continente americano, aunque su origen no sea de éste^{2, 14, 16, 21, 24, 38, 45, 46, 55, 63, 87}.

a. QUESO AMARILLO

- 1) Reconstituya leche entera o descremada en polvo, disolviendo un kilogramo de ésta en 9 kilogramos de agua.
- 2) Mezcle en la quesera o canoa 50% de leche fresca con 50% de leche reconstituida, luego estandarice el contenido de grasa al 3%. Para la estandarización puede usar crema fresca o congelada.
- 3) Agregue de 3 a 12 gramos de lipasa por cada 100 kilogramos de leche o según las instrucciones del fabricante de la enzima.
- 4) Agregue 20 gramos de nitrato de potasio por cada 100 kilogramos de leche.
- 5) Agregue 3 cc de colorante líquido para quesos, diluido 20 veces su volumen, por cada 100 kilogramos de leche.

- 6) Agregue 1% de cultivo láctico y mézclelo bien.
- 7) Eleve la temperatura de la leche a 30°C (86°F).
- 8) Agregue el cuajo, después de 30 minutos de haber logrado la temperatura indicada. La cantidad de cuajo debe ser tal que pueda coagular la leche en 40 minutos.
- 9) Corte la cuajada en su punto óptimo, usando las liras vertical y horizontal.
- 10) Agite la cuajada, en forma lenta, durante 20 minutos.
- 11) Elimine de la quesera, aproximadamente, el 30% del suero.
- 12) Agite nuevamente, en forma lenta, durante 5 minutos.
- 13) Agregue agua a 55°C (131°F) en cantidad igual al suero sacado.
- 14) Agite durante 20 minutos; al término de este período la temperatura de la cuajada sube de 30 a 38°C (86 a 100.4°F).
- 15) Agregue 4 kilogramos de sal común tipo industrial por cada 100 kilogramos de leche usada.
- 16) Agite durante 30 minutos, a un ritmo moderado.
- 17) Elimine de la quesera todo el suero.
- 18) Junte la cuajada en el centro de la canoa y deje que desuere lentamente, durante 20 minutos.
- 19) Corte la cuajada, compactada, en bloques del tamaño de los moldes y colóquelas en ellos con telas, por 30 minutos.
- 20) Invierta los bloques y colóquelos en los mismos moldes.
- 21) Prese los quesos durante una hora.
- 22) Saque los quesos de los moldes y colóquelos en agua fría a 4.4–10°C (40–50°F) hasta el siguiente día.
- 23) Guarde los quesos en las cámaras frías a 4.4°C (40°F) por 24 horas.
- 24) Proceda al salado del queso, dejándolo en salmuera al 20% durante 48 horas.
- 25) Ponga a madurar el queso durante 2 meses, en un cuarto a no más de 10°C (50°F).

b. QUESO ANDINO

- 1) Leche cruda fresca con 4.20% de grasa, 0.18% de acidez titulable.
- 2) Caliente la leche a 36°C (96.8°F).
- 3) Agregue 0.50% de cultivo láctico con 0.75 a 0.85% de acidez titulable. (*Streptococcus lactis*, *Leuconostoc citrovorus* y

Leuconostoc paracitrovorus).

- 4) Agregue el cuajo inmediatamente después del cultivo láctico, en cantidad tal que permita la coagulación de la leche en 35 minutos.
- 5) Corte la cuajada, utilizando las liras, en cubitos de 10 a 20 mm de diámetro, o sea similar al del pallar o haba.
- 6) Agite la cuajada durante 15 minutos.
- 7) Deje en reposo durante 5 minutos.
- 8) Saque de la quesera una cuarta parte del suero cuando la acidez del suero sea 0.10%.
- 9) Agregue una cantidad de agua, a 36°C (96.8°F), igual a la cantidad de suero extraída, conteniendo un kilogramo de sal por cada 100 kilogramos de leche.
- 10) Agite la cuajada con la salmuera durante 5 minutos.
- 11) Coloque la cuajada en los moldes plásticos pequeños y perforados, que contienen un paño de tela por dentro.
- 12) Invierta el molde inmediatamente después que ha salido todo el suero visible.
- 13) Traslade los moldes sobre tablas secas dentro de la quesera, previamente lavada, formando varios pisos. Tape la quesera para evitar el enfriamiento de la cuajada durante el moldeo.
- 14) Haga el segundo volteo 10 minutos después.
- 15) Haga el tercer volteo 30 minutos después.
- 16) Haga el cuarto volteo 60 minutos después.
- 17) Si la temperatura ambiental fuese demasiado baja agregue agua hirviente en la quesera antes de colocar las tablas con los moldes, luego tape todo el conjunto con un plástico para conservar una temperatura de 20 a 25°C (68 a 77°F) durante toda la noche.
- 18) Saque los quesos de los moldes y péselos. El rendimiento debe ser de un kilogramo de queso por 6–7 kilogramos de leche.
- 19) Ponga los quesos en la salmuera de 20% de sal, durante 8–10 horas.
- 20) Coloque los quesos sobre tablas, en el cuarto de maduración que está a 12°C (53.6°F) de temperatura. Voltee los quesos diariamente durante 8 días y, en este período, trate los quesos con agua salada sólo una vez.
- 21) Lave los quesos con agua fría y una escobilla o cepillo de fibra suave.
- 22) Sumerja los quesos en una solución de sorbato de potasio al 0.10% durante un minuto por cada kilogramo de peso, para evitar el crecimiento de mohos en la superficie.

- 23) Seque los quesos sobre tablas, durante dos días, fuera del cuarto de maduración.
- 24) Empaquete el queso en bolsas plásticas. La bolsa no debe ser sellada en forma hermética y debe permitir una buena areada del queso hasta su consumo.
- 25) Su conservación a temperatura ambiental es buena de 1 a 2 semanas.

c. QUESO ASADERO

- 1) Deje la leche cruda en un lugar donde la temperatura esté entre 20 y 25°C (68 y 77°F) y manténgala allí durante 48 horas; al final de este período la leche está ácida y ya coagulada.
- 2) Mezcle 50% de leche ácida con 50% de leche fresca.
- 3) Caliente la mezcla, en la quesera, a 32°C (89.6°F).
- 4) Agregue cuajo, según las instrucciones del fabricante, para que cuaje la leche en 30 minutos, con base en la cantidad de leche fresca únicamente.
- 5) Corte la cuajada con liras hasta dejarla del tamaño de un grano de café (cuando haya suero visible en la superficie de la cuajada).
- 6) Deje en reposo durante 10 minutos.
- 7) Elimine aproximadamente tres cuartas partes del suero, separado por compresión de la cuajada.
- 8) Agregue 3.50% de sal con relación al peso de la cuajada, o al gusto.
- 9) Caliente la cuajada y agite en forma rotatoria para evitar que se adhiera al fondo de la quesera; mantenga la cuajada junta hasta terminar el calentamiento.
- 10) El término del período de calentamiento es cuando la cuajada puede formar tiras de un metro de largo al levantarla con la paleta.
- 11) Traslade la cuajada, en pequeñas porciones, a una mesa forrada de lámina y previamente humedecida, o a una mesa de madera cubierta con lienzo mojado, para evitar que se adhiera a la mesa. Aquí toman su forma final.
- 12) En caso de querer enrollarla, forme tiras largas con la cuajada y déjelas hasta que ya no se unan entre sí.
- 13) Tome una de las extremidades y proceda a enrollarlas, teniendo cuidado de que la superficie que no está en contacto

con la mesa quede hacia afuera.

14) Evite tocar con la mano la parte exterior de la cuajada, para mantener su brillo natural.

15) Este queso se mantiene fresco durante un mes. Después de tres meses se torna duro y para consumirlo hay que ponerlo a asar sobre una parrilla.

16) El rendimiento de este queso es, aproximadamente, del 10%, y cuando nacen mohos en la superficie deben ser lavados, inmediatamente, con agua con sal.

d. QUESO AZUL

El queso azul es elaborado con leche de vaca y es similar al queso *Roquefort* hecho con leche de oveja. Estos quesos se caracterizan por el veteado verde-azul causado por los mohos utilizados en su producción.

- 1) Use leche entera pasteurizada y homogenizada, o cruda.
- 2) Caliente la leche a 30°C (86°F).
- 3) Agregue 0.50% de cultivo láctico e incube la mezcla durante una hora.
- 4) Agregue de 10 a 14 cc de cuajo líquido de simple poder (1:10 000) por cada 100 kilogramos de leche. Diluya el cuajo en proporción de 1:40 con agua. Mezcle bien durante 3 minutos y deje en reposo hasta que cuaje la leche en 20 ó 30 minutos.
- 5) Corte la cuajada con liras estándar.
- 6) Deje la cuajada en reposo durante 5 minutos.
- 7) Agite en forma suave cada 5 minutos hasta que la acidez del suero suba a 0.03% (0.11 a 0.14%), lo cual toma aproximadamente una hora.
- 8) Suba la temperatura a 33.3°C (92°F) y manténgala durante dos minutos.
- 9) Elimine el suero de la quesera.
- 10) Inocule las esporas de *Penicillium roqueforti* o *Penicillium glaucum*, mezclando 60 gramos de esporas en polvo con dos kilogramos de sal granulada por cada 100 kilogramos de cuajada. La inoculación a las esporas también puede ser hecha antes de agregar el cuajo a la leche, y la cantidad es de 25 gramos por cada 100 kilogramos de leche.
- 11) Mezcle la cuajada con las esporas durante 5 minutos.
- 12) Coloque la cuajada semisalada en los moldes circulares,

perforados y sin fondo que descansan sobre una tela de nilon, para facilitar el desuero.

13) Invierta los moldes cada 15 minutos, durante dos horas.

14) Cubra los moldes con una tela para quesos y déjelos en reposo durante la noche a temperatura ambiente (cerca de $22.2^{\circ}\text{C} = 72^{\circ}\text{F}$).

15) Saque los quesos de los moldes con la ayuda de una espátula.

16) Cubra toda la superficie de los quesos con sal granulada; remueva los excesos de sal con un cepillo.

17) Coloque los quesos, de costado, en los andamios de la cámara del salado que se encuentra a 15.6°C (60°F) de temperatura y 85% de humedad relativa.

18) Repita el salado del queso durante 4 días más.

19) Haga cerca de 50 punciones en el queso, con la ayuda de un picahielo, después del último de salado. El perforador debe atravesar el queso de un lado a otro.

20) Coloque los quesos perforados en los andamios de la cámara de crecimiento del moho, que se encuentra entre 10 y 12.8°C (50 y 55°F) y 95% de humedad relativa. Los quesos deben estar colocados de 2 a 3 centímetros de separación.

21) Gire cada queso sobre su eje un cuarto de vuelta y aseelo con una tela limpia cada cuatro días, durante 20 días. Al décimo día, ya puede ser visto el moho.

22) Limpie la superficie.

23) Envuelva cada queso con papel aluminio y trasládalo al cuarto de maduración, que se encuentra a 2.2°C (36°F). En este cuarto el queso permanece de tres a cuatro meses para lograr su sabor y textura características.

24) Quite la envoltura de papel aluminio y limpie la superficie del queso.

25) Empaque los quesos en forma definitiva y almacene a $3.9-4.4^{\circ}\text{C}$ ($25-40^{\circ}\text{F}$) hasta su expendio.

26) Alternativa: Después del final del salado (paso 18) sumerja los quesos en parafina a 76.7°C (170°F) durante 7 segundos. Haga la misma función en ambos lados del queso con poca penetración. Mantenga los quesos en la cámara de crecimiento del moho a 15.6°C (60°F) durante 18 días. Quite la parafina y rellene los orificios con queso. Deje secar la superficie del queso y parafina nuevamente. Traslade los quesos a la cámara de maduración a 2.2°C (36°F) durante tres o cuatro meses. Remueva la parafina y empaque los quesos con papel aluminio para su venta o almacenamiento.

e. QUESO BLANCO

Existen varios tipos de queso blanco y la mayoría es hecha en las fincas de Latinoamérica. Este queso puede ser producido a partir de leche entera, leche semidescremada o leche descremada. La mayoría de estos quesos es consumida en estado fresco y otros son prensados y almacenados de 2 semanas a más de 2 meses.

El proceso de elaboración para la mayoría de los producidos en fincas es:

- 1) Coloque la leche entera en la quesera (generalmente de madera), leche semidescremada o descremada manualmente.
- 2) Deje que la leche se acidifique en forma natural durante dos o tres horas después del ordeño.
- 3) Agregue suficiente cuajo para que la leche cuaje entre 30 y 90 minutos, a temperatura ambiental.
- 4) Quiebre la cuajada con la mano y haga presión suave sobre ella durante 15 ó 30 minutos.
- 5) Remueva la cuajada de la quesera cuando esté lo suficientemente firme.
- 6) Amase la cuajada y al mismo tiempo agregue sal hasta que la cuajada se sienta con sabor salado, con apariencia granulada, suave y seca.
- 7) Si el queso va a ser prensado, debe ser amasado intensamente antes de ser puesto en los moldes cubiertos con lienzos.
- 8) Prese los quesos poniendo una roca pesada sobre la tapa de los moldes, durante dos a tres días.
- 9) El queso blanco prensado es duro, desmoronadizo y con sabor salado ya que su contenido de sal es 5% o más.

El proceso para producir otros quesos blancos varía según el lugar donde los produzcan.

f. QUESO BLANCO AÑEJO

- 1) Use leche entera o semidescremada.
- 2) Caliente la leche a 35°C (95°F).
- 3) Agregue cuajo suficiente para cuajar la leche en 30 minutos.

- 4) Corte la cuajada con cuchillos o liras al tamaño del grano de café.
- 5) Deje en reposo durante 10 minutos.
- 6) Ejercer presión sobre la cuajada y elimine el suero.
- 7) Muela en un molino o amase la cuajada con la mano hasta obtener una pasta fina.
- 8) Incorpore 4% de sal con base al peso de la cuajada, durante el amasado.
- 9) Coloque la cuajada en los moldes revestidos interiormente con lienzos y comprímala bien con un mazo o puño de la mano.
- 10) Tape los moldes y preme con 50 kilogramos de presión por cada kilogramo de cuajada, durante 24 a 48 horas.
- 11) Corte los bordes y aplique aceite de linaza a toda la superficie del queso.
- 12) Coloque los quesos sobre una mesa y limpie y voltée diariamente hasta que dejen de desuere.
- 13) Coloque los quesos en tablas suspendidas hasta cerca del techo de las cámaras, para acelerar el secado y evitar ratones y hormigas.
- 14) Unte toda la superficie del queso con chile picante, molido y cocido, para protegerlo de los insectos.
- 15) Mantenga el queso en maduración durante un año.
- 16) Este queso normalmente es consumido en forma rallada y su rendimiento es de 7 a 8%.

g. QUESO BLANCO FRONTERIZO

- 1) Use leche entera o semidescremada.
- 2) Caliente la leche a 32°C (89.6°F).
- 3) Agregue cuajo de tal manera que cuaje la leche en 30 minutos.
- 4) Corte la cuajada con liras.
- 5) Deje la cuajada en reposo durante 10 minutos.
- 6) Ayude con las manos a prensar la cuajada en la quesera.
- 7) Elimine el suero de la quesera.
- 8) Comprima la cuajada suavemente para ayudar al desuere.
- 9) Amase la cuajada con las manos.
- 10) Incorpore 500 gramos de sal por cada 100 kilogramos de leche.
- 11) Coloque la cuajada en moldes y éstos sobre tablas con

estrías para facilitar el drenado del suero.

12) El queso está listo para el consumo después de 8 horas de haber sido moldeado.

13) El rendimiento de este queso varía de 13 a 15%.

14) Almacene el queso hasta su consumo en cámaras frías.

h. QUESO BLANCO MOLIDO

1) Use leche entera o semidescremada de vaca o de cabra.

2) Caliente la leche a 32° C (89.6° F).

3) Agregue cuajo suficiente para que cuaje la leche en 30 minutos.

4) Corte la cuajada con liras.

5) Deje la cuajada en reposo durante 10 minutos.

6) Comprima la cuajada con la mano para ayudar al desuere.

7) Elimine el suero.

8) Muela la cuajada para convertirla en papilla.

9) Incorpore 400 gramos de sal refinada por cada 100 kilogramos de leche.

10) Amase la cuajada con las manos para que la sal quede bien incorporada.

11) Coloque la cuajada en los moldes sin fondo, colocados sobre un lienzo puesto sobre una mesa.

12) Deje la cuajada en los moldes durante 24 horas.

13) Después de 2 a 3 días, el queso ha adquirido una buena consistencia y está listo para el consumo.

14) El rendimiento de este queso varía de 8 a 10%.

i. QUESO BLANCO PORTORRIQUEÑO

1) Use leche de 2.20 a 3.00% de grasa.

2) Caliente la leche a 80° C (176° F).

3) Agregue 250 cc de ácido acético glacial para alimentos, por cada 100 kilogramos de leche. El ácido acético debe ser diluído en agua, en 10 veces su volumen.

4) Agite bien durante tres minutos.

5) Deje la leche en reposo durante 15 minutos.

- 6) Elimine el suero de la quesera.
- 7) Agite la cuajada para evitar aglomeraciones.
- 8) Agregue 5 kilogramos de sal por cada 100 kilogramos de cuajada estimada y mezcle bien la sal con la cuajada, agitando durante 25 minutos.
- 9) Coloque la cuajada en los moldes y preme durante toda la noche a 25 libras de presión por pulgada cuadrada.
- 10) Corte los quesos en pedazos de 0.5 y 1.0 libra y empaque al vacío, a 29.5 pulgadas de vacío.
- 11) Consuma o almacene el queso a 4.4°C (40°F) o menor temperatura.

j. QUESO BLANCO PANAMEÑO

- 1) Use leche con 3.50% de grasa y 0.17% de acidez.
- 2) Caliente la leche a 33.3°C (92°F).
- 3) Agregue 40 cc de cuajo de fuerza simple por cada 100 kilogramos de leche, para que cuaje en 30–45 minutos.
- 4) Corte la cuajada con las liras y deje en reposo durante 5 minutos.
- 5) Agite la cuajada durante 10 minutos, para facilitar el desuere.
- 6) Elimine el suero de la quesera.
- 7) Agregue agua a temperatura ambiente, en cantidad suficiente para que cubra toda la cuajada y luego agite.
- 8) Elimine de la quesera.
- 9) Agregue nuevamente agua a temperatura ambiente hasta cubrir toda la cuajada.
- 10) Corte la cuajada en bloques de 5 a 7 kilogramos de peso cada uno y sepárelos de modo que el agua pueda entrar en todos los canales.
- 11) Elimine toda el agua y deje la cuajada escurriendo durante unos 10 minutos por lo menos.
- 12) Corte los bloques de cuajada en pequeños trozos.
- 13) Agregue 0.9 kilogramos de sal por cada 100 kilogramos de leche.
- 14) Muela la cuajada con un molino y coloque la cuajada en moldes.
- 15) Ponga los moldes unos sobre otros, dentro del cuarto frío, a 4.4–7.2°C (40–45°F) de temperatura, durante 18 horas.
- 16) Empaque los quesos en tamaños de 12 onzas a una libra, en

bolsas de plástico.

17) Venda o almacene en cuartos fríos.

k. QUESO BLANCO SAN JACINTO

- 1) Use leche entera o semidescremada.
- 2) Caliente la leche a 32°C (89.6°F).
- 3) Agregue cuajo en cantidad suficiente para cuajar la leche en 30 minutos.
- 4) Corte la cuajada con las liras.
- 5) Suba la temperatura, un grado por minuto, hasta llegar a 40°C (104°F), luego deje en reposo durante 10 minutos.
- 6) Elimine el suero.
- 7) Coloque la cuajada en lienzos para terminar el desuerado.
- 8) Incorpore sal al gusto, amasando la cuajada.
- 9) Para moldear la cuajada, envuelva ésta en el mismo lienzo en forma de almohada.
- 10) Prese los lienzos con cuajada lentamente hasta lograr una presión de 10 a 12 kilogramos por kilogramos de cuajada y mantenga esta presión durante 24 horas.
- 11) Saque el queso de los moldes y déjelos sobre una mesa o andamio de 8 a 15 días a 16°C (60.8°F) de temperatura y una humedad de 75 a 80%.
- 12) Unte aceite de linaza en toda la superficie y voltéelos diariamente.
- 13) El rendimiento de este queso es de 10 a 12%.

I. QUESO BLANCO SULA

- 1) Use leche pasteurizada con 0.8% de grasa.
- 2) Caliente la leche a 30°C (86°F).
- 3) Agregue 0.50% de cultivo láctico.
- 4) Agregue suficiente cuajo, como para cuajar la leche en 45 minutos.
- 5) Corte la cuajada con liras y deje en reposo durante 5 minutos.
- 6) Suba la temperatura a 35°C (95°F) durante 30 minutos.

- 7) Deje en reposo durante 30 minutos.
- 8) Elimine el suero hasta que apenas cubra la cuajada.
- 9) Corte la cuajada en pequeños trozos.
- 10) Agregue 0.4% de sal con base a la leche usada.
- 11) Deje en reposo hasta el día siguiente.
- 12) Elimine todo el suero.
- 13) Muela la cuajada con un molino.
- 14) Coloque la cuajada en moldes.
- 15) Prese en forma ligera hasta el día siguiente.
- 16) Venda o almacene los quesos en cámaras frías a 4.4°C (40°F) de temperatura.

m. QUESO BLANCO VENEZOLANO

- 1) Use leche fresca entera o semidescremada.
- 2) Caliente la leche a 28–35°C (82.4–95°F).
- 3) Agregue suficiente cuajo para que cuaje la leche en 20–40 minutos.
- 4) Quiebre la cuajada agitando con una pala agitadora.
- 5) Agite la cuajada hasta que elimine una buena porción de suero.
- 6) Deje la cuajada en reposo de 5 a 10 minutos.
- 7) Elimine el suero de la quesera.
- 8) Agregue de 1.50 a 3.00% de sal con base al peso estimado de la cuajada.
- 9) Amase enérgicamente con las manos durante 5–15 minutos.
- 10) Ponga la cuajada en los moldes recubiertos interiormente con un lienzo.
- 11) Prese los quesos durante 12–20 horas con pesas igual a 2–4 veces el peso del queso.

n. QUESO BLANCO ZACATECANO

- 1) Use leche entera, semidescremada o descremada.
- 2) Caliente la leche a 32°C (89.6°F).
- 3) Inocule 2% de cultivo láctico e incube durante 30 minutos.
- 4) Agregue de 20 a 30 cc de cuajo por cada 100 kilogramos de leche.

- 5) Corte la cuajada con las liras.
- 6) Deje en reposo durante 30 minutos.
- 7) Elimine el suero hasta que apenas cubra la cuajada.
- 8) Agregue 0.50 kilogramos de sal por cada 100 kilogramos de leche.
- 9) Coloque la cuajada en los moldes y deje que siga desuerando en el cuarto frío a 4.4°C (40°F) de temperatura, durante 24 horas.
- 10) Venda o almacene en el cuarto frío por no más de 2 semanas.

o. QUESO BLANCO ZAMORANO

- 1) Use leche con 1.80% de grasa, pasteurizada y homogenizada.
- 2) Caliente la leche a 32.2°C (90°F).
- 3) Agregue 2% de cultivo láctico e incube durante 15 minutos.
- 4) Agregue el cuajo según instrucciones del fabricante, de tal manera que cuaje la leche en 40 minutos.
- 5) Corte la cuajada en forma horizontal y vertical con las liras.
- 6) Deje la cuajada en reposo durante 5 minutos.
- 7) Caliente la cuajada con agitación constante hasta llegar a 40.5°C (105°F) y mantenga esta temperatura hasta que la cuajada esté firme.
- 8) Elimine el suero de la quesera y deje escurriendo durante 15 minutos.
- 9) Enfríe la quesera a temperatura ambiental.
- 10) Agregue 0.75% de sal, con base a la leche usada.
- 11) Corte la cuajada en trozos, con la picadora o con un cuchillo, y mezcle los trozos de queso con la sal.
- 12) Coloque la cuajada en moldes recubiertos interiormente con tela de sacos plásticos.
- 13) Preñe la cuajada durante 8–14 horas, según el grado de dureza deseado.

Otros nombres conocidos para designar a los quesos blancos son: Queso de Puna en Puerto Rico; Queso de Llanero, Queso de Maracay y Queso de Perija en Venezuela; Queso de Prensa y Queso Fresco en El Salvador; Queso Huloso, Queso Bagaces en Costa Rica; Queso Blanco en Panamá; Queso Estera en Colombia y Queso Molido, Queso Fronterizo, Queso Asadero y Queso San Jacinto en México.

p. QUESO CABAÑA

Este queso es más conocido por el nombre de *Cottage Cheese*; también se le llama Queso Frescales y Requesón, este último más utilizado para el Queso Ricotta.

Existen tres métodos de producción que son: el método rápido, medio y lento; en cualquiera de ellos la cuajada puede ser de tamaño grande o pequeña. Según el método de producción varían los tiempos de coagulación, la temperatura de incubación y la cantidad de cultivo a inocular; ver Cuadro N° 49.

CUADRO N° 49. Variaciones según el método de producción del queso Cabaña.

DETALLE	METODOS DE PRODUCCION		
	RAPIDO	MEDIO	LENTO
Cultivo láctico	5.00%	3.00%	0.50 a 1.00%
Incubación	5:00 horas	8:00 horas	12–16 horas
Temperatura	32.2° C (90° F)	26.7° C (80° F)	22.2° C (72° F)

Método lento y cuajada grande

- 1) Use leche descremada fresca y pasteurizada.
- 2) Caliente la leche a 22.2° C (72° F).
- 3) Agregue de 0.50 a 1.00% de cultivo láctico activo.
- 4) Agregue 0.2 cc de cuajo de fuerza sencilla por cada 100 kilogramos de leche. Diluya el cuajo por lo menos 40 veces su volumen y mezcle bien con la leche.
- 5) Tape la quesera y deje en incubación hasta que el suero tenga de 0.50 a 0.55% de acidez; esto toma de 12 a 16 horas.
- 6) Corte la cuajada con liras que tengan las cuerdas entre 1/2, 5/8 ó 3/4 de pulgada de separación.
- 7) Deje en reposo durante 15 minutos.

- 8) Si la acidez es mayor de 0.55%, agregue de 5 a 7 centímetros de agua a 37.8°C (100°F), sobre el nivel del suero.
- 9) Agite en forma lenta y suave.
- 10) Caliente la cuajada hasta 48.9°C (120°F) durante hora y media, o dos horas.
- 11) Agite en forma suave cada 10–15 minutos durante la primera hora y después tan frecuentemente como sea necesario para evitar la aglomeración de la cuajada.
- 12) Mantenga la cuajada a 48.9°C (120°F) de 15 a 20 minutos.
- 13) Elimine el suero hasta que la cuajada quede escasamente cubierta.
- 14) Agregue agua en cantidad igual al suero eliminado.
- 15) Agite hasta que la temperatura baje entre 26.7 y 32.2°C (80 y 90°F).
- 16) Elimine el agua hasta que la cuajada quede escasamente cubierta.
- 17) Agregue agua fría en cantidad igual a la eliminada anteriormente.
- 18) Agite hasta que la temperatura baje entre 10 y 15.5°C (50 y 60°F).
- 19) Repita el lavado con agua fría entre 1.7 y 4.4°C (35 y 40°F).
- 20) Elimine el agua y deje escurriendo la cuajada durante 30–45 minutos.
- 21) Agregue crema a la cuajada o guárdela entre 1.1 y 2.2°C (34 y 36°F).

Cálculo de la crema para el Queso Cabaña

- 1) El porcentaje mínimo requerido de grasa para este queso es de 4.00%, y la humedad no mayor de 80%.
- 2) El rendimiento en cuajada en este tipo de queso es de 15%.
- 3) La cantidad de sal deseada es igual a 0.50 kilogramos por cada 100 kilogramos de cuajada.
- 4) Ejemplo: Cuánto de sal y crema con 19% de grasa se necesita para la cuajada obtenida de 1 950 kilogramos de leche descremada.

- a) $1\ 950 \times 0.15 = 292.5$ kilogramos de cuajada.
- b) $292.5 \times 0.005 = 1.46$ kilogramos de sal.

Composición: 17.60% de grasa y 24.5% de S T.

- c) Agregar 0.50 kilogramos de crema homogenizada con 12% de grasa por cada kilogramo de cuajada. Si la cuajada está muy húmeda, agregue 0.50 kilogramos de crema homogenizada con 16% de grasa por cada 1.50 kilogramos de cuajada. La crema usada debe tener de 1.50 a 2.00% de sal común bien disuelta.
- d) Agregue 33.50 kilogramos de crema con 18% de grasa por cada 100 kilogramos de cuajada, para obtener un queso con 4.50% de grasa.
- e) Para acidificar la crema para la cuajada, mezcle 30 kilogramos de crema dulce con 6 kilogramos de crema ácida, ambas con 18% de grasa.

Método lento y cuajada pequeña

Siga el procedimiento del método lento y cuajada grande con modificación en los siguientes puntos:

- 4. Agregue 0.1 cc de cuajo por cada 100 kilogramos de leche.
- 6. Use liras que tengan las cuerdas a 1/4 de pulgada de separación entre sí.

Método rápido y cuajada grande

Siga el procedimiento del método lento y cuajada grande con modificación en los siguientes puntos:

- 2. Caliente la leche a 32.2° C (90° F).
- 3. Agregue de 4 a 6% de cultivo láctico. Agite cada 30 minutos durante la primera hora y media.
- 5. El período de incubación hasta lograr 0.50 a 0.55% de acidez en el suero es de 5 horas aproximadamente.

Método rápido y cuajada pequeña

Además de las modificaciones anteriores use las liras con cuerdas separadas a 1/4 de pulgada entre sí.

Si desea usar leche descremada en polvo reconstituida para producir queso Cabaña, mezcle 11 kilogramos de leche descremada en polvo con 89 kilogramos de agua de buena calidad.

NOTA. Cuando se indica calentamiento suave y lento, se quiere decir que eleve 1°C en 8 minutos durante los primeros 30 minutos, 1°C en 5 minutos durante los 30 minutos siguientes, 1°C en 3 minutos durante los 15 minutos siguientes, 1°C en 1.5 minutos durante los 5 minutos siguientes, y por último 1°C en cada minuto posterior.

q. QUESO CAMEMBERT

- 1) Use leche entera pasteurizada.
- 2) Caliente la leche a 32.2°C (90°F).
- 3) Agregue 2% de cultivo láctico.
- 4) Agregue 1.50 cc de colorante por cada 100 kilogramos de leche (opcional).
- 5) Incube hasta que la acidez llegue a 0.22%.
- 6) Agregue 20 cc de cuajo de fuerza sencilla por cada 100 kilogramos de leche. Diluya el cuajo en agua, en 20 veces su volumen.
- 7) Mezcle durante 3 minutos y deje en reposo durante 45 minutos.
- 8) Corte la cuajada con liras de 5/8 de pulgada entre cuerdas.
- 9) Deje la cuajada en reposo durante 15 minutos.
- 10) Traslade la cuajada y el suero a los moldes perforados que están sobre una tela en una mesa. Llene los moldes y deje que el suero escurra durante 3 horas a temperatura ambiente, cerca de 22.2°C (72°F).
- 11) Voltee los moldes y deje 2 horas en reposo, luego voltee 4 veces más a 30 minutos de intervalo.
- 12) Asperje sobre los quesos una suspensión acuosa de esporas del moho *Penicillium camemberti* var *Thom*. Treinta minutos después invierta el queso y asperje la suspensión en esta superficie y deje el queso en reposo 30 minutos.
- 13) Saque los quesos de los moldes con ayuda de una espátula y colóquelos sobre una tela en una mesa.
- 14) Deje los quesos en reposo durante 5—6 horas.
- 15) Cubra los quesos con sal común y déjelos en reposo durante 9 horas.

- 16) Traslade los quesos al cuarto de maduración a 10° C (50° F) y 95% de humedad. Deje los quesos en los estantes sobre su lado plano durante 5 días, invierta los quesos y déjelos en reposo por 9 días más.
- 17) Empaque los quesos con papel aluminio y almacene a 10° C (50° F) y 95% de humedad durante 7 días.
- 18) Traslade los quesos al cuarto de almacenamiento a 4.4° C (40° F).
- 19) Inmediatamente proceda a partir los quesos en los tamaños de comercialización, empaque en forma definitiva, y venda.
- 20) Este queso debe estar en los puestos de expendio, a más tardar, de 2–3 semanas después de empacado, y en los consumidores entre 4–5 semanas.

QUESO CREMA AMERICANO

- 1) Use leche con 11.50% de grasa y 7.80% de S N G. La leche debe ser pasteurizada a 71.1° C (160° F) durante 30 minutos y homogenizada a 1 800–2 500 libras de presión por pulgada cuadrada.
- 2) Caliente la leche a 31.1° C (88° F) para la coagulación rápida, que toma 5 horas, o a 22.2° C (72° F) para la coagulación lenta, que toma de 12 a 16 horas.
- 3) Agregue 5% de cultivo en el método rápido ó 1.00% en el caso del método lento.
- 4) Agregue 0.4 cc de cuajo de simple fuerza por cada 100 kilogramos de leche. El cuajo debe ser diluido en agua en 40 veces su volumen.
- 5) Deje la leche en reposo hasta su coagulación o hasta que la leche tenga 0.75% de acidez ó pH 4.6.
- 6) Quiebre la cuajada lentamente con una pala para agitar.
- 7) Caliente la cuajada en forma lenta y con constante agitación hasta 54.4° C (130° F).
- 8) Cuando la consistencia de la cuajada sea adecuada, elimine el agua de la camisa de la quesera y deje entrar agua corriente, luego agua fría, hasta que la cuajada tenga 32.2° C (90° F).
- 9) Agregue 20 kilogramos de agua fría por cada 75 kilogramos de leche, agite la cuajada hasta que la temperatura baje a 7.2° C (45° F).
- 10) Coloque la cuajada con el suero aguado en costales y déjelo

escurrir de 5 a 6 horas.

11) Traslade los sacos al cuarto frío y déjelos colgados durante 2–3 días. Los sacos deben ser invertidos 2 veces al día.

12) Saque el queso de los sacos y agregue 0.50% en peso, de un estabilizador como Dariloid o Kelcoloid, luego esparza 1% de sal común y mezcle bien todo durante 2 minutos.

13) Empaque en el envase definitivo y guárdelo a 4.4° C (40° F) de temperatura o menos, por no más de 3 semanas.

s. QUESO CREMA CHIHUAHUA

1) Use leche pasteurizada con 10% de grasa.

2) Caliente la leche a 32.2° C (90° F).

3) Agregue 4.00% de cultivo láctico e incube por 30 minutos, o hasta que la acidez llegue a 0.20%.

4) Agregue 20 cc de cuajo por cada 100 kilogramos de leche. Diluya el cuajo de simple fuerza 20 veces su volumen.

5) Deje la leche en reposo durante 30 minutos.

6) Corte la cuajada con las liras convencionales.

7) Deje en reposo durante 10 minutos.

8) Coloque las cuajadas en sacos y deje escurrir durante 24 horas en el cuarto frío a 4.4° C (40° F) de temperatura.

9) Saque el queso de los sacos y agregue de 0.50 a 0.75 kilogramos de leche. Mezcle bien la sal con el queso.

10) Coloque el queso en su envase definitivo.

11) Venda o guarde en cuarto frío a 4.4° C (40° F).

t. QUESO CREMA ZAMORANO

1) Use leche pasteurizada con 5% de grasa, no homogenizada.

2) Caliente la leche a 30° C (86° F).

3) Agregue 1 cc de colorante por cada 100 kilogramos de leche.

4) Agregue 2% de cultivo láctico, mezcle por tres minutos y deje en reposo durante 30 minutos.

5) Agregue cuajo, según instrucciones del fabricante para que cuaje en 60 minutos.

6) Corte las cuajadas con las liras.

7) Deje la cuajada en reposo durante 5 minutos.

8) Agregue 6% de sal con base al peso de la leche y agite en

forma suave y lenta durante 5 minutos. Al final de la mezcla de la sal con el suero, la cuajada flota.

9) Deje la cuajada en reposo durante 30 minutos.

10) Agite la cuajada durante tres minutos.

11) Deje la cuajada en reposo durante 30 minutos.

12) Caliente las telas y los moldes con agua hirviendo.

13) Coloque la cuajada en los moldes y deje en reposo durante una hora.

14) Invierta los moldes y trasládelos a la cámara fría a 4.4° C (40° F) de temperatura, hasta el día siguiente.

15) Saque los quesos de los moldes y empaque para la venta, o guárdelos en la cámara fría por no más de una semana.

u. QUESO CREMA CON CHILE

1) Use 1.5 kilogramos de chile molido sin semilla por cada 100 kilogramos de leche.

2) Agregue el chile en el momento de poner la cuajada en los moldes.

v. QUESO *CHEDDAR* AMERICANO

1) Use leche pasteurizada a no más de 71.7° C (161° F) durante 16 segundos.

2) Caliente la leche a 31.1° C (88° F).

3) Agregue de 0.5 a 1.0% de cultivo láctico, mezcle bien y deje la leche en reposo de 15 a 30 minutos o hasta que la acidez aumente un 0.03%.

4) Agregue de 6 a 10 cc de colorante por cada 100 kilogramos de leche. Diluya el colorante en agua en 40 veces su volumen.

5) Agregue 20 cc de cuajo de simple poder por cada 100 kilogramos de leche. Diluya el cuajo en agua en 40 veces su volumen, mezcle durante 5 minutos y deje en reposo por 30 minutos.

6) Nunca mezcle el colorante con el cuajo antes de mezclarlo con la leche.

7) Corte la cuajada con liras de 1/4 de pulgada de separación

entre sus cuerdas. La acidez del suero inmediatamente después del corte debe ser de 0.11—0.13%.

8) Agite la cuajada lentamente durante 5 minutos.

9) Caliente la cuajada 1.1°C cada 5 minutos (2°F cada 5 minutos) hasta llegar a 37.8°C (100°F) en 30 minutos. Mantenga esta temperatura de 45 a 60 minutos. La agitación debe ser constante.

10) Elimine el suero de la quesera y amontone la cuajada en los costados de la quesera, dejando un canal por el centro.

11) Deje la cuajada escurriendo durante 15 minutos.

12) Corte la cuajada en bloques de 15 a 25 cm (6—10 pulgadas) de ancho.

13) Invierta los bloques de cuajada cada 15 minutos durante una hora.

14) Coloque un bloque de cuajada sobre otro e inviértalos cada 15 minutos hasta que la acidez llegue a 0.50%. Si desea un queso con alta humedad sólo llegue a 0.40% de acidez, y si lo desea con baja humedad deje que llegue a 0.60% de acidez antes de cortar los bloques en pequeños pedazos de 5 a 7.5 cm (2—3 pulgadas) de largo.

15) Corte los bloques en pedazos de 5—7.5 cm. (2—3 pulgadas) de largo y 2.5 cm (una pulgada) de grosor y ancho.

16) Mezcle bien los pedazos de cuajada con 2.50—3.50 kilogramos de sal por cada 100 kilogramos de cuajada estimada. La sal debe ser aplicada en tres porciones dejando que la primera esté bien disuelta antes de echar la segunda, y así sucesivamente hasta completar el mezclado en 30 minutos.

17) Coloque los pedazos de cuajada en los moldes recubiertos interiormente por tela.

18) Prese los quesos a 20 libras de presión por pulgada cuadrada (psi) durante 60 minutos.

19) Quite los moldes de la prensa, arregle la tela y humedezca la superficie con agua salada y caliente.

20) Prese los quesos de 20 a 60 psi de presión durante toda la noche.

21) Remueva el queso de los moldes con la ayuda de una espátula o cuchillo, quite la tela y arregle los bordes.

22) Coloque los quesos en un andamio del cuarto de secado a 15.6°C (60°F) y 60% de humedad relativa. Voltee los quesos diariamente durante 4 días. Temperaturas más bajas hacen sudar el queso en el momento en que éste se seca para el parafinado y dificulta la adhesión de la parafina al queso.

23) Caliente la parafina a 118.3°C (245°F) y sumerja el queso

durante 6 segundos.

24) Traslade el queso al cuarto de maduración a 2.2° C (36° F) de temperatura con 85% de humedad relativa y manténgalo ahí dos meses como mínimo, o por 9–12 meses, tiempo en que logra su máximo sabor.

Una alternativa para reducir el tiempo de maduración es elevar la temperatura a 10° C (50° F) después de los 2 primeros meses, para lograr el máximo sabor en un plazo de 6 a 9 meses.

w. QUESO *CHEDDAR* DE LECHE CRUDA.

Siga el procedimiento anterior con las siguientes modificaciones:

3) Agregue de 1.0 a 2.0% de cultivo láctico.

15) Corte los bloques en pedazos cuando la acidez llegue a 0.60–0.70% y si hay presencia de gas en la cuajada deje que la acidez llegue a 0.80%.

x. QUESO *CHEDDAR* DE CUAJADA LAVADA

Siga el procedimiento para el queso *Cheddar* corriente con las siguientes modificaciones:

15) Después de cortados los bloques de cuajada en pedazos, cúbralos con agua a 15.6° C (60° F) para reducir la temperatura de 37.8° C (100° F) a 26.7° C (80° F). Mantenga la cuajada con el agua en reposo durante 15 minutos y luego elimine el agua.

y. QUESO EDAM O QUESO DE BOLA

1) Use leche con 2.80% de grasa pasteurizada a 72° C (161.6° F) por 16 segundos.

2) Caliente o enfríe la leche a 30° C (86° F).

3) Agregue de 12 a 18 cc de colorante por cada 100 kilogramos de leche.

- 4) Agregar 0.50% de cultivo láctico.
- 5) Agregue 25 cc de cuajo de simple poder por cada 100 kilogramos de leche. Diluya el cuajo en agua 1:40.
- 6) Deje la leche en reposo durante 15 minutos.
- 7) Corte la cuajada con liras de 5/8 de pulgada de separación entre cuerdas.
- 8) Deje la cuajada en reposo durante 5 minutos.
- 9) Caliente la cuajada hasta 35°C (95°F) en 15 minutos y mantenga esta temperatura durante 30 minutos. Agite constantemente durante el calentamiento.
- 10) Elimine el suero de la quesera hasta que apenas cubra la cuajada.
- 11) Coloque la cuajada y el suero en moldes recubiertos interiormente con una tela previamente calentada con agua hirviente. La temperatura de la cuajada debe mantenerse a 30°C (86°F). Cada molde tiene cerca de 5 libras de capacidad.
- 12) Prese los moldes a baja presión (10 psi) durante 30 minutos.
- 13) Saque los quesos del molde y lávelos con suero dulce a 21.1°C (72°F).
- 14) Envuelva la bola de queso en tela para quesos y póngalo al molde nuevamente.
- 15) Prese los quesos a 10 psi durante 6 horas.
- 16) Ponga los quesos en una solución de 20% de sal a 10°C (50°F) durante 8–10 días. Voltee el queso diariamente y esparza sal en la superficie.
- 17) Saque los quesos de la sal, mueva, lave y séquelos para colocarlos en los andamios del cuarto de maduración a 15.6°C (60°F) y 90% de humedad relativa. Voltee los quesos y úntelos un poco de sal con la mano.
- 18) Frote la superficie del queso diariamente durante 2 semanas y después dos veces por semana durante dos semanas.
- 19) Parafine y venda.

z. QUESO GOUDA

Este queso es elaborado de la misma manera que el Edam, aunque con las siguientes diferencias: tiene forma, tamaño y color distintos, además de contener un poco más de grasa.

aa. QUESO DE HOJA

- 1) Use leche entera pasteurizada a 30° C (86° F).
- 2) Agregue cuajo en suficiente cantidad para cuajar la leche en 30 minutos.
- 3) Corte la cuajada con liras.
- 4) Agite la cuajada durante 30 minutos.
- 5) Elimine el suero hasta que escasamente cubra la cuajada.
- 6) Corte la cuajada en bloques de 6 X 6 X 2 pulgadas.
- 7) Caliente la cuajada hasta 65.5° C (150° F).
- 8) Coloque los bloques de cuajada sobre una mesa con tela húmeda.
- 9) Prese cada bloque de queso con una tabla ancha hasta que quede delgado.
- 10) Esparza un poco de sal en la superficie del queso.
- 11) Doble varias veces cada pieza, envuélvalo en una tela y exprima todo el suero.
- 12) Guarde el queso en una cámara a 4.4° C (40° F), hasta el día siguiente.
- 13) Quite la tela y el queso está listo para el consumo.

bb. QUESO MONTERREY

- 1) Use leche entera pasteurizada.
- 2) Caliente o enfríe la leche a 32.2° C (90° F).
- 3) Agregue 1% de cultivo láctico.
- 4) Agregue de 3 a 6 cc de colorante por cada 100 kilogramos de leche.
- 5) Agregue 18 cc de cuajo de simple poder por cada 100 kilogramos de leche. Diluya el cuajo en agua a razón de 1:40. Mezcle durante 5 minutos y deje en reposo por 30 minutos.
- 6) Corte la cuajada con liras de 5/8 de pulgada de separación entre cuerdas.
- 7) Deje la cuajada en reposo por 5 minutos.
- 8) Agite y caliente la cuajada hasta 38.9° C (102° F) en 30 minutos. Mantenga esta temperatura hasta que la acidez del suero aumente 0.02% (aproximadamente 90 minutos).
- 9) Elimine el suero hasta que la cuajada quede escasamente cubierta.

- 10) Agregue suficiente agua fresca para bajar la temperatura de la cuajada a 30°C (86°F) y deje en reposo por 5 minutos.
- 11) Elimine toda el agua de la quesera.
- 12) Agregue 2.50 kilogramos de sal por cada 100 kilogramos de cuajada estimada. Mezcle ambos durante 30 minutos.
- 13) Coloque la cuajada en moldes recubiertos interiormente con telas.
- 14) Prese el queso durante 24 horas a 20 psi.
- 15) Coloque los quesos en los andamios del cuarto de secado a 15.6°C (60°F) y 70% de humedad. Voltee los quesos diariamente durante 2–5 días.
- 16) Parafine los quesos a 118.3°C (245°F) por 5 segundos y devuélvalos al cuarto de maduración a 15.6°C (60°F).
- 17) Voltee los quesos parafinados día por medio durante 21 días.
- 18) Empaque los quesos y guárdelos en un cuarto frío a 4.4°C (40°F) de 2–4 semanas, luego venda.

cc. QUESO MONTERREY-ZAMORANO

- 1) Use leche pasteurizada y homogenizada con 2% de grasa.
- 2) Caliente la leche a 30°C (86°F).
- 3) Agregue 4 cc de colorante por cada 100 kilogramos de leche.
- 4) Agregue 0.50% de cultivo láctico y agite durante 2 minutos.
- 5) Agregue cuajo suficiente para cuajar la leche en 30 minutos.
- 6) Corte las cuajadas con liras.
- 7) Deje la cuajada en reposo durante 5 minutos.
- 8) Agite y caliente la cuajada en forma lenta hasta 40°C (104°F) en 20 minutos.
- 9) Elimine el suero y al mismo tiempo circule agua por la camisa de la quesera para bajar la temperatura de la cuajada a 30°C (86°F).
- 10) Deje la cuajada escurriendo durante 20 minutos.
- 11) Agregue 0.35 kilogramos de sal por cada 100 kilogramos de leche. Mezcle ambos durante 10 minutos.
- 12) Coloque la cuajada en moldes recubiertos interiormente con tela.
- 13) Prese los quesos por 3 horas, luego estire la tela y vuelva a prensar hasta el día siguiente.

- 14) Guarde los quesos en el cuarto de secado durante 3—4 días. Voltee todos los días. La temperatura del cuarto de secado es 15.6°C (60°F) y 70% de humedad relativa.
- 15) Parafine el queso a 99—114°C (210—237°F) durante 5—10 segundos.
- 16) Guarde los quesos en el cuarto de maduración a 10°C (50°F) durante 6 semanas.
- 17) Empaque, venda o almacene a 4.4°C (40°F).

dd. QUESO PARMESANO

- 1) Use leche semidescremada.
- 2) Caliente la leche a 32.2°C (90°F).
- 3) Agregue 0.5% de cultivo de Lactobacillos y *Streptococcus thermophilus*.
- 4) Agregue 3 cc de colorante por cada 100 kilogramos de leche.
- 5) Agregue suficiente cuajo para cuajar la leche en 20—30 minutos.
- 6) Corte la cuajada con liras.
- 7) Agite y caliente la cuajada hasta 46—51.6°C (115—125°F) en 35—50 minutos. Mantenga agitado y a esta temperatura hasta que los cubos de cuajada tengan de 1/8 a 3/16 de pulgada de diámetro.
- 8) Deje la cuajada en reposo durante 10 minutos.
- 9) Coloque la cuajada sobre una tela dentro de la misma que sera.
- 10) Levante la tela con toda la cuajada y cuélguela durante 20 a 40 minutos para que escurra el suero.
- 11) Coloque la cuajada en los moldes cubiertos con tela interiormente y preñe ligeramente.
- 12) Cambie la tela de los quesos y voltee los moldes 5 veces cada 10 minutos las tres primeras veces y cada 30 minutos las dos últimas.
- 13) Quite la tela de los moldes y preñe durante 20 horas.
- 14) Coloque los quesos en salmuera de 12 a 20 días, según el tamaño, a 15.6°C (60°F) de temperatura.
- 15) Seque los quesos en andamios o al sol de 8 a 10 días.
- 16) Coloque los quesos en el cuarto de maduración que está a 12.8°C (55°F) y 85% de humedad relativa.
- 17) Voltee los quesos con cierta frecuencia y manténgalos limpios y fróteles aceite de vez en cuando durante 4 meses.

18) La segunda parte de la maduración toma de 5 a más meses, normalmente un año, y es llevada a cabo en cuartos a 10°C (50°F) y 90% de humedad relativa.

19) El rendimiento de este queso es aproximadamente 5%.

ee. QUESO PARMESANO – SULA

1) Use leche con 1.90% de grasa con 0.17% de acidez.

2) Caliente la leche a 31°C (87.8°F).

3) Agregue 1% de fermento láctico.

4) Agregue 20 gramos de cloruro de calcio por cada 100 kilogramos de leche.

5) Agregue 3 cc de colorante por cada 100 kilogramos de leche.

6) Agregue suficiente cuajo para que la leche cuaje en 45 minutos.

7) Corte la cuajada con liras.

8) Deje la cuajada en reposo durante 10 minutos.

9) Agite y caliente la cuajada hasta 34°C (93.2°F) en 20 minutos.

10) Deje la cuajada en reposo durante 30 minutos.

11) Elimine todo el suero.

12) Corte la cuajada en pequeños trozos.

13) Agregue 2.5–3.0% de sal con base al peso estimado de cuajada.

14) Deje la cuajada salada en la quesera hasta el día siguiente.

15) Muela finamente la cuajada.

16) Coloque la cuajada en moldes.

17) Prese los moldes durante 24 horas.

18) Coloque los quesos en andamios a temperatura ambiente durante 3–4 meses. Voltee y limpie los quesos esporádicamente. Protéjalos con tela metálica.

19) Ralle los quesos y empaque en los envases definitivos y venda. La humedad aproximada de este queso es de 22–27%.

ff. QUESO PROCESADO

El queso procesado es hecho por calentamiento de la mezcla de varios quesos con emulsificantes, frutas, verduras o carnes.

1) Determine, los quesos que va a fundir y la proporción de éstos según el sabor (suave, medio, fuerte) que desee en el producto final. Los de sabor suave no deben pasar del 15% de los quesos.

2) Deje los quesos que va a fundir a 21.1°C (70°F) durante 2 días.

3) Quite la parafina, raspe o quite la corteza, elimine los mohos y las partes dañadas del queso.

4) Parta el queso en pedazos y muélalo.

5) Agite y caliente el queso hasta llegar a 65.6–71.1°C (150–160°F) para la mayoría de los quesos maduros y para los quesos frescos y quesos de untar de 71.1 a 87.8°C (160 a 190°F).

6) Agregue durante el calentamiento los siguientes productos:

a) Sal común hasta completar su contenido en 2.5–3.0% (usualmente se necesita 1% más).

b) Colorante hasta 140 cc por cada 100 kilogramos de queso.

c) Citrato de sodio, fosfato disódico o ambos de 1.50 a 2.00% en total.

d) Agua hasta lograr la humedad natural del queso que se está fundiendo.

7) Mantenga el queso fundido durante tres minutos y compruebe la humedad que tiene antes de envasar.

8) Envase el queso en su envase definitivo y deje que enfríe a temperatura ambiente durante 2 horas. Luego invierta el queso y guarde en el cuarto frío hasta su expendio.

gg. QUESO PROCESADO PARA UNTAR

El procedimiento es igual al del queso procesado, con excepción de:

1) Use 100 kilogramos de queso *Cheddar* semimaduro.

6) Agregue durante el calentamiento los siguientes productos:

14 kilogramos de crema con 40% de grasa.

11 kilogramos de agua.

2 kilogramos de fosfato disódico o citrato de sodio.

0.5 kilogramos de estabilizador (*carob bean gum* o goma del fruto del algarrobo).

70 cc de colorante por cada 100 kilogramos de queso.

1% de sal común.

a) Caliente hasta 87.8°C (190°F) y agregue poco a poco 1 100 cc de ácido fosfórico al 20% para reducir el pH a 5.2. Si aparecen granulaciones disminuya la cantidad de ácido.

b) Mantenga el queso a 87.8°C (190°F) por 3 minutos, luego agregue 900 cc de una solución de fosfato trisódico al 25% y suficiente agua para mantener la mezcla líquida. Homogenice la mezcla a 1 000 psi y ponga en el envase definitivo.

hh. QUESO PROCESADO ZAMORANO

1) Use 50% de queso Monterrey-Zamorano y 50% de queso fresco Zamorano de 15 días de almacenado a 7.2°C (45°F).

2) Quite la parafina del queso Monterrey-Zamorano y corte en pedazos para molerlo.

3) Remueva la corteza del queso fresco, si la tiene, y corte en pedazos para molerlo.

4) Deje ambos quesos molidos a temperatura ambiente 23.9°C (75°F) hasta el día siguiente.

5) Coloque el queso en la fundidora.

6) Agregue 2.5% de citrato de sodio en base al peso del queso molido.

7) Agregue 40 cc de colorante por cada 100 kilogramos de queso molido.

8) Agite y caliente el queso hasta llegar a 71.1–76.7°C (160–170°F). Mantenga el agitación hasta que todo el queso esté totalmente derretido.

9) Agregue 0.15% de sorbato de potasio y 0.15% de propionato de calcio disuelto en un kilogramo de leche.

10) Agregue suficiente leche para lograr la humedad entre 40 y 44%.

11) Ponga el queso en sus envases definitivos y déjelos enfriar a temperatura ambiente durante 2 horas.

12) Invierta los quesos y guárdelos en la cámara fría a 4.4°C (40°F).

ii. QUESO PROCESADO ZAMORANO PARA UNTAR

- 1) Use queso Monterrey-Zamorano de 2 meses de edad.
- 2) Limpie y muele el queso.
- 3) Deje el queso a temperatura ambiente hasta el día siguiente.
- 4) Agite y caliente el queso hasta 76.7–82.2°C (170–180°F). Durante el calentamiento agregue los siguientes productos con base al peso del queso molido.
- 5) Agregue 2.5% de citrato de sodio.
- 6) Agregue 10% de crema ácida con 25% de grasa.
- 7) Agregue 10% de leche pasteurizada con 2% de grasa.
- 8) Agregue 1% de azúcar de caña.
- 9) Agregue 0.5% de estabilizador (dariloid).
- 10) Agregue 0.15% de sorbato de potasio.
- 11) Agregue 0.15% de propionato de calcio.
- 12) Agregue suficiente agua para mantener la humedad entre 60–50%.
- 13) Coloque el queso en su envase definitivo, déjelo enfriar a temperatura ambiente durante 3 horas y guárdelo en la cámara fría a 4.4°C (40°F).

jj. QUESILLO

- 1) Use leche con 3.6% de grasa.
- 2) Caliente la leche a 30°C (86°F).
- 3) Agregue 1% de cultivo láctico.
- 4) Deje la leche en reposo 15 minutos.
- 5) Agregue cuajo suficiente para que la leche cuaje en 20 minutos.
- 6) Corte la cuajada con liras y deje en reposo durante 5 minutos.
- 7) Agite la cuajada durante 10 minutos.
- 8) Elimine todo el suero.
- 9) Agregue 15% de suero ácido a 40°C (104°F) de temperatura. El 15% es con base a la leche usada y el suero es del día anterior dejado a temperatura ambiente.
- 10) Mezcle el suero ácido con la cuajada fresca y déjelo en reposo durante 30 minutos.
- 11) Agregue de 0.5 a 1.0% de sal con base al peso de la leche usada y mezcle bien.

- 12) Deje en reposo durante 30 minutos.
- 13) Elimine el suero ácido y deje escurriendo durante 15 minutos.
- 14) Traslade la cuajada a la fundidora.
- 15) Agregue 3.0% de citrato de sodio.
- 16) Caliente la cuajada a 65.6–71.1°C (150–160°F) con agitación constante y mantenga esta temperatura hasta que el queso funda totalmente.
- 17) Si el queso está muy duro agréguele un poco de suero caliente.
- 18) Coloque el quesillo en su envase definitivo y déjelo enfriar a temperatura ambiente y luego guarde en la cámara fría hasta su venta.

kk. RICOTTA O REQUESON DE LECHE ENTERA

- 1) Coloque la leche entera en la quesera.
 - 2) Agregue suficiente cultivo láctico para subir la acidez a 0.30%. (pH 5.9).
- Ejemplo: Determinar la cantidad de cultivo láctico con 0.90% de acidez que necesita agregar a 200 kilogramos de leche entera con 0.15% de acidez para subir la acidez a 0.30%.

$$\text{a) } \begin{array}{ccc} 0.90 & & 0.15 \end{array}$$

$$0.30$$

$$\begin{array}{ccc} 0.15 & & 0.60 \end{array}$$

$$\text{b) } \begin{array}{ccc} 0.60 & & 0.15 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 200 & & X \end{array}$$

$$\text{c) } X = \frac{200 \times 0.15}{0.60}$$

$$\text{d) } X = 50 \text{ kilogramos de cultivo láctico.}$$

- 3) Caliente la leche ácida aplicando vapor directamente dentro de la leche hasta llegar a 80°C (176°F).
- 4) Durante el calentamiento agregue 0.5% de estabilizador para helados (dariloid u otro) y de 0.4 a 0.5 kilogramos de sal por cada 100 kilogramos de leche ácida.
- 5) Después de 5 minutos de la aparición de las partículas de cuajada, quite el vapor de la leche.
- 6) Deje la cuajada en reposo durante 10 minutos.
- 7) Caliente la camisa de la quesera con vapor durante 2 minutos a 12 psi de presión de vapor; luego suba la presión de vapor a 40 psi por 5 minutos y después baje lentamente a 10 psi durante 5 minutos.
- 8) Deje la cuajada en reposo durante 10 minutos a 5 psi de presión.
- 9) Coloque la cuajada con cucharones perforados, en moldes perforados cubiertos interiormente con tela.
- 10) Después de quitar toda la cuajada, agregue 3% de leche entera (con base a la leche usada) al suero caliente y 0.1% de cristales de ácido cítrico.
- 11) Suba la presión de vapor a 40 psi durante 5 minutos para inducir una segunda coagulación.
- 12) Deje la cuajada en reposo durante 5 minutos y coloque la cuajada sobre la primera cuajada que está en los moldes.
- 13) Coloque los moldes en tinas y haga circular agua fría alrededor de ellos durante 60 minutos.
- 14) Coloque los moldes sobre un piso limpio y desinfectado, cúbralos con tela para quesos y hielo picado en cantidades abundantes.
- 15) Rellene los moldes con queso y tápelos con papel vegetal sujetados con bandas de hule.
- 16) Coloque los moldes en posición horizontal y guárdelos en el cuarto frío, cubiertos de hielo, hasta el día siguiente.
- 17) Empaque los quesos en envases definitivos y venda.

II. QUESO SUIZO O EMMENTAL

- 1) Use leche cruda o pasteurizada con 3.0% de grasa.
- 2) Caliente la leche a 35°C (95°F).
- 3) Agregue en forma separada y con agitación constante los siguientes cultivos cada 100 kilogramos de leche; incube durante 30 minutos.

- a) 30 cc de cultivo *S. thermophilus*.
 - b) 30 cc de cultivo *L. bulgaricus*.
 - c) 5 cc de cultivo de *Propionibacterium shermanii*.
-
- 4) Agregue 20 cc de cuajo de simple fuerza por cada 100 kilogramos de leche. Diluya el cuajo en agua en proporción 1:40. Mezcle durante 3 minutos y deje la leche en reposo durante 30 minutos.
 - 5) Corte la cuajada con liras a 1/4 de pulgada de separación entre las cuerdas. El corte debe ser complementado con movimientos semicirculares para reducir aún más el tamaño de los cubitos de cuajada (grano de arroz).
 - 6) Deje la cuajada en reposo durante 10 minutos.
 - 7) Agite la cuajada en forma suave durante 20 minutos.
 - 8) Deje la cuajada en reposo durante 5 minutos.
 - 9) Elimine una tercera parte del suero que está en la quesera.
 - 10) Agite la cuajada y agregue agua a 62.8–65.6°C (145–150°F). La cantidad de agua es igual a la cantidad de suero removido y debe ser agregada durante 15–30 minutos para elevar la temperatura de la cuajada a 37.8–38.9°C (100–102°F).
 - 11) La acidez del suero diluido debe ser 0.07–0.08%.
 - 12) Agite la cuajada y mantenga la temperatura durante 30–60 minutos o hasta que la cuajada esté firme.
 - 13) Si la quesera es de 1 150 kilogramos de capacidad para leche o menor, la cuajada puede ser colocada en la parte superior de la quesera y formar un solo bloque de 10 a 13 cm de grosor; si la quesera es de mayor capacidad divida la cuajada y el suero para formar bloques de 10 a 13 cm de grosor.
 - 14) Cubra el bloque de cuajada con placas o planchas y póngale un peso igual al peso de la cuajada, durante 15 minutos.
 - 15) Elimine el suero.
 - 16) Corte el bloque de cuajada en bloques de 28 X 36 cm y colóquelos en moldes rectangulares de esas dimensiones, cubiertos interiormente por tela.
 - 17) Prese los moldes a poca presión (10 psi) durante 1.5 horas.
 - 18) Remueva la tela del molde y lávela con agua caliente, envuelva el queso con esta tela y vuelva a colocar el queso en el molde en posición invertida a la anterior.
 - 19) Prese los moldes a poca presión durante 1.5 horas.
 - 20) Estire la tela del molde en un cuarto a 10°C (50°F) durante toda la noche.

- 21) Coloque los quesos en salmuera a 10°C (50°F) durante 48 horas. Al final de las primeras 24 horas invierta el queso.
- 22) Seque el queso durante 2 días.
- 23) Almacene el queso a 15.6°C (60°F) durante 6–8 semanas.
- 24) Cambie los quesos a un cuarto a 4.4°C (40°F) y manténgalos de 1 a 3 meses.
- 25) Los quesos no deben ser almacenados por más de 6 a 8 meses.

HELADOS

DEFINICION:

El helado es un alimento congelado que resulta de la mezcla de algunos productos lácteos (leche fresca, crema, leche en polvo) con azúcar, estabilizador, sabores naturales o sintéticos, colorantes y algunas veces otros productos como huevos o frutas.

El helado es obtenido en forma suave, por agitación constante durante el enfriamiento y posteriormente endurecido por congelación rápida.

COMPOSICION. Los componentes del helado son, normalmente, expresados en porcentajes de grasa, sólidos no grasos de origen lácteo (SNG) u otros, sin incluir el aire incorporado durante el batido o sea que ésta composición es la mezcla de la cual proviene el helado.

La composición del helado varía según el mercado, los ingredientes disponibles, los requerimientos legales del lugar, calidad deseada, y otros factores; sin embargo, la composición más adecuada es la que tiene la combinación apropiada de costo, valor alimenticio, sabor, textura, enfriamiento, color, viscosidad, facilidad de batido y congelamiento.

Según su composición los helados son divididos en helados del tipo económico, promedio y de lujo⁷ (ver Cuadro N° 50).

CUADRO N° 50. Composición aproximada de helados comerciales, en porcentajes.

GRASA	SNG	AZUCAR TIPO ECONOMICO	ESTABILIZADOR	SOLIDOS TOTALES
10	10-11	13-15	0.30-0.50	35.00-37.00
12	9-10	13-15	0.25-0.50	35.00-37.00
		TIPO PROMEDIO		
12	10-11	13-15	0.25-0.30	37.50-39.00
14	8-9	13-16	0.20-0.40	37.50-39.00
		TIPO DE LUJO		
16	7-8	13-16	0.20-0.40	40.00-41.00
18	6-7	13-16	0.20-0.25	40.00-41.00
20	5-6	14-17	0.20-0.25	40.00-41.00

IMPORTANCIA DE LOS COMPONENTES DEL HELADO

Cada uno de los componentes del helado juega un papel muy importante para lograr el tipo deseado.

LA GRASA: Es el componente más significativo del helado ya que es el más caro y de mayor valor energético. También es el responsable del sabor rico, cremoso y suave del helado; este sabor aumenta a medida que sube el contenido graso, hasta llegar a 16% de la mezcla; pasado este límite su contribución al sabor es prácticamente nula.

La suavidad que da la grasa al helado es difícil de lograr por otros medios; además, le da buena viscosidad, textura, resistencia al derretimiento y no afecta el punto de congelación. El porcentaje de grasa más adecuado en el helado parece ser el de 12%, según la experiencia de los productores de helado.

SOLIDOS NO GRASOS DE LA LECHE: Los SNG están formados por la proteína, azúcares y sales minerales de la leche, son relativamente bajos en precio y altos en valor alimenticio, contribuyen muy poco en el sabor pero sí en la textura del helado y un exceso de SNG puede causar el defecto arenoso y sabor a leche condensada. Los SNG aumentan la viscosidad y la resistencia a derretirse, pero bajan el punto de congelación del helado.

AZUCARES: Los azúcares, además de impartir el sabor dulce al helado, hacen a éste más cremoso y mejoran el sabor natural de las frutas usadas. La falta de azúcar en el helado hace al producto desahogado y el azúcar en exceso opaca los sabores naturales de la mezcla para helados. Los mejores resultados se obtienen con 14–16% de azúcar en la mezcla; mayores cantidades que ésta vuelven al helado pegajoso.

SOLIDOS DE YEMA DE HUEVO: Son altos en valor nutritivo pero elevan el costo del helado. Mejoran la textura, aumentan la viscosidad e influyen enormemente en el batido, probablemente debido al complejo lecitina-proteína; esta característica es muy deseable en mezclas con bajo contenido de sólidos totales o cuyas fuentes de grasa sean la mantequilla o aceite de mantequilla.

ESTABILIZADORES: Son usados en pequeñas cantidades (0.10 a 0.50%) y su función principal es prevenir la formación de cristales grandes de hielo durante el batido y congelamiento.

Todos los estabilizadores tienen una alta capacidad de retención de agua, lo que ayuda en la textura del helado, al evitar el defecto arenoso.

EMULSIFICADORES: Son usados para mejorar el batido de la mezcla, producir helados de textura suave y secos. Las cantidades normalmente usadas son de 0.10% de la mezcla y los más comunes son los compuestos monoglicéridos y diglicéridos.

SAL COMUN: Algunos creen que la adición de 0.10% de sal común a la mezcla ayuda a mejorar el sabor de los helados, especialmente de los que contienen nueces.

SABOR: El sabor de los helados resulta de la combinación de los sabores de cada uno de los ingredientes y del sabor específico que se desea producir. Con respecto a este último, es necesario que sea lo suficiente fuerte como para identificarlo y de gran palatabilidad.

INGREDIENTES: Para la producción de buenos helados⁷ es necesario que los ingredientes utilizados en su preparación sean de óptima calidad. Existe una cantidad considerable de ingredientes para helados (ver Cuadros Nos 51 y 52).

CUADRO N° 51. Composición de algunos ingredientes para helados.

DETALLE	PORCENTAJES				LIBRAS POR GALON
	GRASA	SNG	AZUCAR	ST	
Agua	0.00	0.00	0.00	0.00	8.32
L. descremada	0.02	8.80	0.00	8.80	8.65
Leche 1	3.00	8.33	0.00	11.33	8.60
Leche 2	4.00	8.79	0.00	12.79	8.60
Leche 3	5.00	9.10	0.00	14.10	8.60
Crema 1	18.00	7.31	0.00	25.31	8.45
Crema 2	20.00	7.13	0.00	27.13	8.50
Crema 3	25.00	6.68	0.00	31.68	8.39
Crema 4	30.00	6.24	0.00	36.24	8.35
Crema 5	35.00	5.69	0.00	40.69	8.31
Crema 6	40.00	5.35	0.00	45.35	8.28
Crema congelada	50.00	4.45	0.00	54.45	8.20
Crema plástica	80.00	1.80	0.00	81.80	?
Mantequilla sin sal	82.50	0.50	0.00	83.00	7.92
Aceite de mantequilla	99.00	0.0	0.00	99.00	7.50
L. evaporada en lata	8.00	20.00	0.00	28.00	8.90
L. evaporada a granel	10.00	23.00	0.00	33.00	9.20
L. Desc. Cond. dulce	0.50	30.00	42.00	72.00	11.00
L. Desc. condensada 1	0.00	20.00	0.00	20.00	8.98
L. Desc. condensada 2	0.00	27.00	0.00	27.00	9.25
L. Desc. condensada 3	0.00	30.00	0.00	30.00	9.35
L. Desc. condensada 4	0.00	32.00	0.00	32.00	9.40
L. entera Cond. dulce	8.00	23.00	42.00	73.00	9.20
L. entera condensada 1	8.00	20.00	0.00	28.00	8.90
L. entera condensada 2	8.00	22.00	0.00	30.00	8.99
L. entera condensada 3	10.00	26.00	0.00	36.00	9.00
L. entera condensada 4	19.00	21.00		40.00	8.90
L. Desc. en polvo	0.00	97.00	0.00	97.00	-
L. entera en polvo	26.00	72.00	0.00	98.00	-
Suero de mantequilla en polvo	5.00	91.00	0.00	96.00	-
Suero en polvo	0.00	93.00	0.00	93.00	-
Azúcar granulada	0.00	0.00	100.00	100.00	7.50
Azúcar de maíz	0.00	0.00	92.00	92.00	7.50
Jarabe de azúcar invertida	0.000	0.00	71.50	71.50	10.00

CUADRO N° 51 (Cont.)

Jarabe de maíz	0.00	0.00	82.00	82.00	11.98
Yema de huevo seca	58.00	0.00	0.00	98.00	—
Huevo entero	10.50	0.00	0.00	26.30	8.58
Cocoa en polvo	23.00	0.00	0.00	95.50	—
Gelatina	0.00	0.00	0.00	90.00	—

CUADRO N° 52. Capacidad endulzante de algunos ingredientes, con relación al valor de la sacarosa.

Detalle	Valor relativo
Sacarosa o azúcar granulada	100
Fructosa (levulosa)	173
Azúcar invertida (glucosa y fructosa)	127
Glucosa	74
Jarabe de maíz (4 clases)	28—68
Sacarina	200—700
Dulcina	70—250

En caso de producir helados para diabéticos, el 15% del azúcar granulada puede ser sustituida por 10 gramos de sacarina. Cuando se desee usar otras fuentes de azúcar se puede sustituir hasta el 30% del azúcar granulada o sacarosa, sin que afecte la calidad de la mezcla.

Entre los ingredientes usados como estabilizadores se puede mencionar los siguientes: gelatina, alginato de sodio (el más usado), goma de algarrobo, musgo de Irlanda, celulosa carbometálica de sodio, extracto de semilla de membrillo, pectina, goma arábiga, agar y otros.

También se tiene los emulsificadores, que pueden ser monoglicéridos, diglicéridos o los compuestos de polioxietileno. Estos últimos deben ser usados en cantidades no mayores de 0.10% de la mezcla. Por último se tiene los sabores y colorantes, que pueden ser de origen natural, sintéticos o mezcla de ambos.

En cuanto a los sabores se refiere, algunos son incorporados a la mezcla, antes o durante la pasteurización; otros son añadidos durante el batido y algunos después del batido o antes del envasado. Entre los sabores que pueden ser usados en los helados están los siguientes: vainilla, frutas, coco, cocoa, nueces, café, condimentos, compuestos aromáticos, sabores artificiales de frutas, imitaciones de licores, y otros, los cuales dan aproximadamente 50 sabores diferentes, entre los cuales los más populares son la vainilla, el chocolate y la fresa. La fruta fresca es considerada como la mejor fuente de sabor si el precio es razonable. Cuando use fruta fresca, ésta debe ser previamente endulzada⁷ (ver Cuadro N° 53) y mantenida a 4.4° C (30° F) durante 12–24 horas antes de ser utilizada.

CUADRO N° 53. Cantidades y preparación de frutas frescas para helados.

Sabor	Fruta: Azúcar	Cantidad %	Presentación	Color
Albaricoque	3:1	20–25	Puré o Tajadas	Amarillo
Banana	—:—	18–20	Puré o Tajadas	natural
Cocoa	2:1	2–3	Polvo	natural
Durazno	4:1	20–25	Puré o	natural
Ensaladas de frutas	3:1	15	Tajadas Tajadas	natural
Fresa	3:1	15–20	Puré o Tajadas	rosado
Lima	5:1	0.5–1	Puré	verde claro
Limón	5:1	0.5–1	Puré	verde amarillo
Manzana	7:1	20–25	Tajadas	verde amarillo
Mango	4:1	15–20	Tajadas	natural
Maracuyá	4:1	5–10	Jugo	natural
Moras	3:1	20	Puré	rojizo
Naranjas	5:1	1–1.50	Puré	anaranjado
Nueces	—:—	3.50	Partida	natural
Papaya	4:1	20	Puré	amarillo
Piña	4:1	12–15	Molido	natural
Pistacho		4.50	Partido	verde claro
Vainilla		0.20	Extracto	natural

Los colorantes utilizados en los helados son el rojo, verde, amarillo y caramelo, principalmente. Estos son utilizados en diferentes concentraciones para proporcionar al helado el color normalmente asociado con el sabor.

CALCULO DE MEZCLAS PARA HELADOS. Las mezclas de helados son divididas en mezclas sencillas y mezclas complejas, según el grado de dificultad que demanden para realizar los cálculos matemáticos.

La mezcla simple es hecha básicamente con ingredientes que proporcionen un solo componente de la mezcla, por lo cual los cálculos matemáticos se reducen a operaciones sencillas, y las mezclas complejas son aquellas hechas con ingredientes que proporcionen más de un componente de la mezcla y para sus cálculos matemáticos existe el método de fórmulas específicas y el algebraico.

El cálculo de mezclas requiere de varias decisiones, entre ellas:

- a. Decidir la composición o fórmula de la mezcla.
- b. Decidir la cantidad de mezcla que se desea producir. Sin embargo, los cálculos matemáticos pueden ser realizados con base en 100libras o kilogramos de mezcla.
- c. Escoger de los ingredientes disponibles aquellos que proporcionen las características deseadas a la mezcla al menor costo posible.
- d. Obtener la información relacionada con la composición de cada uno de los ingredientes que se va a usar (ver Cuadros Nos 49, 50 y 51).
- e. Decidir si la mezcla es sencilla o compleja, tomando en cuenta la información anterior.
- f. Diseñar un formato para registrar y comprobar todos los datos obtenidos durante el cálculo de la mezcla.
- g. Calcular la cantidad de cada ingrediente que supe sólo un componente de la mezcla (generalmente azúcar y estabilizador).
- h. Calcular la cantidad de los ingredientes que suplen grasa y sólidos no grasos (SNG).
- i. Calcular el resto de ingredientes requeridos en la mezcla.
- j. Sumar cada columna de los componentes de la mezcla y compararlos con los requisitos o fórmulas establecidos al inicio.

MEZCLAS SENCILLAS

PROBLEMA 23.

Prepare 900 kilogramos de mezcla para helados con crema con 30% de grasa, leche descremada en polvo con 97% de SNG, azúcar de caña, yema de huevo en polvo, estabilizador y agua. La mezcla debe tener 10% de grasa, 11% de SNG, 14% de azúcar, 0.5% de sólidos totales de yema de huevo en polvo y 0.5% de estabilizador.

Solución:

- a. Prepare una lista de los componentes, la fórmula y la cantidad total de los componentes de la mezcla.

Componentes	Fórmula, %	Componentes en kilogramos
Grasa	10.00	90.00
SNG	11.00	99.00
Azúcar	14.00	126.00
Huevo en polvo	0.50	4.50
Estabilizador	0.50	4.50
Total	36.00%	324.00 kg

- b. Prepare una lista de los ingredientes disponibles y su composición.

Ingrediente disponible	Composición
Crema	30.00% de G, 6.24% SNG, 36.24% ST
Leche descremada en polvo	97.00% SNG, 97.00% ST
Azúcar	100.00% ST
Huevo en polvo	62.50% G, 94.00% ST
Estabilizador	90.00% ST

c. Prepare el formato y registre los pasos y porcentajes de cada componente calculado y deseado.

Formato de registro y comprobación

Ingredientes	Peso, kg	Grasa	SNG	Azúcar	Huevo Estab.	ST	
Crema	290.03	87.01	18.10			105.12	
L. desc. en polvo	83.40		80.90			80.90	
Azúcar	126.00			126.00		126.00	
Huevo en polvo	4.78	2.99			4.50	4.50	
Estabilizador	5.00				4.50	4.50	
Agua	390.00						
Peso obtenido	900.00	90.00	99.00	126.00	4.50	4.50	321.02
Peso deseado	900.00	90.00	99.00	126.00	4.50	4.50	324.00
% obtenido	100.00	10.00	11.00	14.00	0.50	0.50	35.67
% deseado	100.00	10.00	11.00	14.00	0.50	0.50	36.00

d. Calcule la cantidad de azúcar, por ser la fuente única de azúcar.

La cantidad de azúcar necesitada es de 126.00 kilogramos; en vista que el producto comercial que va a suplir el azúcar contiene 100.00% de sólidos de azúcar, la cantidad de azúcar de caña es igual a 126.00 kilogramos.

e. Calcule la cantidad de estabilizador por ser fuente única también.

El producto comercial que va a suplir el estabilizador contiene 90.00% de estabilizador; por lo tanto se hace el siguiente razonamiento: si se tiene 90 en 100, en cuánto se tendrá 4.50.

$$\begin{array}{l}
 1) \quad \begin{array}{r} 90 \\ 4.50 \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \\ X \end{array} \\
 2) \quad X = \frac{4.50 \times 100.}{90}
 \end{array}$$

$$3) \quad X = \frac{450}{90}$$

$$4) \quad X = 5.00 \text{ kilogramos de estabilizador comercial.}$$

f. Calcule la cantidad de los ingredientes que suplen más de un componente de la mezcla, siempre que sean fuente única de uno de los componentes. En este problema se tiene la yema de huevo en polvo, que es la única fuente de sólidos de yema de huevo pero que, además, suple grasa.

El producto comercial que va a suplir la yema de huevo contiene 94.00% de sólidos de yema; por lo tanto se plantea una regla de tres.

$$1) \quad \begin{array}{cc} 94.00 & 100 \\ 4.50 & X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{4.50 \times 100}{94}$$

$$3) \quad X = \frac{450}{94}$$

$$4) \quad X = 4.78 \text{ kilogramos de yema de huevo en polvo.}$$

g. Ahora se va a averiguar la cantidad de grasa que suple la yema de huevo en polvo, multiplicando 4.78 por el porcentaje de grasa que contiene.

$$1) \quad 4.78 \times \frac{62.50}{100}$$

$$2) \quad \frac{298.75}{100}$$

3) 2.99 kilogramos de grasa.

h. Esta cantidad de grasa debe ser restada de la cantidad de grasa requerida para la mezcla.

$$1) \quad 90.00 - 2.99$$

2) 87.01 kilogramos de grasa por suplir.

i. Calcule la cantidad de crema que se necesita para suplir los 87.01 kilogramos de grasa, dividiendo esta cifra entre el porcentaje de grasa de la crema.

$$1) \quad 87.01 : \frac{30}{100}$$

2) 290.03 kilogramos de crema con 30% de grasa.

j. Calcular la cantidad de SNG que suplen 290.03 kilogramos de crema, multiplicando esta cantidad por el porcentaje de SNG.

$$1) \quad 290.03 \times \frac{6.24}{100}$$

2) 18.10 kilogramos de SNG.

k. Reste esta cantidad de SNG de la cantidad de SNG requeridos en la mezcla.

$$1) \quad 99.00 - 18.10$$

2) 80.90 kilogramos de SNG.

l. Calcule, la cantidad de leche en polvo requerida para suplir 80.90 kilogramos de SNG, mediante una regla de tres.

$$1) \begin{array}{cc} 97.00 & 100 \\ 80.90 & X \end{array}$$

$$2) X = \frac{80.90 \times 100}{97}$$

3) $X = 83.40$ kilogramos de leche en polvo.

m. Sume todos los pesos de los ingredientes.

$$1) 126.00 + 5.00 + 4.78 + 290.03 + 83.40$$

2) 509.21 kilogramos.

n. Reste la cantidad anterior de 900.00 kilogramos para averiguar la cantidad de agua a suplir de la mezcla.

$$1) 900.00 - 509.21$$

2) 390.79 kilogramos de agua.

o. Pase todas estas cifras al formato de registro y calcule los pesos y porcentajes obtenidos para compararlos con los pesos y porcentajes deseados en la mezcla.

p. También puede calcular el valor de la mezcla multiplicando el precio de cada ingrediente por su respectiva cantidad y luego sumando los valores parciales. Esto con el objeto de conocer uno de los costos en la producción de helados.

PROBLEMA 24.

Prepare 2 000 kilogramos de mezcla para helados con aceite de mantequilla, leche entera en polvo con 98.00% de ST, azúcar de caña, estabilizador y agua si es necesario. La mezcla debe tener 12% de grasa, 10% de SNG, 15% de azúcar y 0.40% de estabilizador.

Solución:

a. Lista de los componentes, fórmula y cantidad total de los componentes en la mezcla.

Componentes	Fórmula, %	Componentes en kilogramos
Grasa	12.00	240.00
SNG	10.00	200.00
Azúcar	15.00	300.00
Estabilizador	0.40	8.00
TOTAL	37.40%	748.00 kg

b. Lista de ingredientes disponibles y su composición.

Ingredientes disponibles	Composición
Aceite de mantequilla	99.00% G 99.00% ST
Leche entera en polvo	26.00% G 72.00% SNG 98.00% ST
Azúcar	100.00% ST
Estabilizador	90.00% ST

c. Formato de registro y comprobación.

Ingredientes	Peso en kilogramos	Grasa	SNG	Azúcar	Estab.	ST
A. Mantequilla	169.47	167.78				167.78
L. en polvo	277.78	72.22	200.00			272.22
Azúcar	300.00			300.00		300.00
Estabilizador	8.89				8.00	8.00
Agua	1 243.86					
Peso obtenido	2 000.00	240.00	200.00	300.00	8.00	748.00
Peso deseado	2 000.00	240.00	200.00	300.00	8.00	748.00
% obtenido	100.00	12.00	10.00	15.00	0.40	37.40
% deseado	100.00	12.00	10.00	15.00	0.40	37.40

d. Calcule la cantidad de estabilizador.

$$1) \quad \begin{array}{r} 90.00 \\ 8.00 \end{array} \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{8.00 \times 100.00}{90.00}$$

$$3) \quad X = 8.89 \text{ kilogramos de estabilizador comercial}$$

e. Calcule la cantidad de azúcar.

Ya que el azúcar tiene 100.00% de sólidos totales, la cantidad es igual al azúcar requerida.

$$1) \quad 300 \text{ kilogramos de azúcar comercial.}$$

f. Calcule la cantidad de SNG.

$$1) \begin{array}{r} 72.00 \\ 200.00 \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \\ X \end{array}$$

$$2) X = \frac{200.00 \times 100}{72.00}$$

3) $X = 277.78$ kilogramos de leche entera en polvo.

g. Calcule la cantidad de grasa que suple la leche en polvo, multiplicando 277.78 kilogramos por el porcentaje de grasa de la leche entera en polvo.

$$1) 277.78 \times \frac{26.00}{100}$$

2) 72.22 kilogramos de grasa.

h. Reste la cantidad de grasa anterior a la cantidad de grasa requerida para la mezcla.

$$1) 240.00 - 72.22$$

2) 167.78 kilogramos de grasa por suplir.

i. Calcule la cantidad de aceite de mantequilla.

$$1) \begin{array}{r} 100 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 99.00 \\ 167.78 \end{array}$$

$$2) X = \frac{167.78 \times 100}{99.00}$$

3) $X = 169.47$ kilogramos de aceite de mantequilla.

j. Sume los pesos de los ingredientes.

$$1) 169.47 + 277.78 + 300.00 + 8.89$$

2) 756.14 kilogramos

k. Reste el peso anterior de 2 000.00 kilogramos para encontrar la cantidad de agua.

1) $2\ 000.00 - 756.14$

2) 1 243.86 kilogramos de agua.

l. Sume todas las columnas del formato de registro.

PROBLEMA 25.

Prepare 100 kilogramos de mezcla para helados con crema con 40% de grasa, leche descremada en polvo con 95% de SNG, azúcar, estabilizador y agua si es necesario. La mezcla debe tener 14% de grasa, 8% de SNG, 16% de azúcar y 0.25% de estabilizador.

Solución.

a. Lista de componentes, fórmula y cantidad total de los componentes en la mezcla.

Componentes	Fórmula, %	Componentes, kilogramos
Grasa	14.00	14.00
SNG	8.00	8.00
Azúcar	16.00	16.00
Estabilizador	0.25	0.25
Total	38.25%	38.25 kg

b. Lista de ingredientes disponibles y su composición.

Ingrediente	Composición
Crema	40.00% G, 5.35% SNG, 45.35% ST
Leche Desc. en polvo	95.00% SNG, 95.00% ST
Azúcar	100.00% ST
Estabilizador	100.00% ST

c. Formato de registro y comprobación.

Ingredientes	Peso en kilogramos	Grasa	SNG	Azúcar	Estab.	ST
Crema	35.00	14.00	1.87			15.87
L. Desc. en polvo	6.45		6.13			6.13
Azúcar	16.00			16.00		16.00
Estabilizador	0.25				0.25	
Agua	42.30					
Peso obtenido	100.00	14.00	8.00	16.00	0.25	38.25
Peso deseado	100.00	14.00	8.00	16.00	0.25	38.25
% obtenido	100.00	14.00	8.00	16.00	0.25	38.25
% deseado	100.00	14.00	8.00	16.00	0.25	38.25

d. Calcule la cantidad de azúcar y estabilizador; en este caso ambos tienen el 100.00% ST, por lo tanto es igual al peso requerido.

e. Calcule la cantidad de grasa.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 40 \\ 14 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{14 \times 100}{40}$$

$$3) \quad X = 35 \text{ kilogramos de crema}$$

f. Calcule los SNG que tiene la crema utilizada.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 35.00 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5.35 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{35.00 \times 5.35}{100}$$

$$3) \quad X = 1.87 \text{ kilogramos de SNG.}$$

g. Reste la cantidad anterior de los SNG requeridos.

$$1) \quad 8.00 - 1.87$$

$$2) \quad 6.13 \text{ kilogramos de SNG por suplir.}$$

h. Calcule la cantidad de leche descremada en polvo.

$$1) \quad 95.00 \qquad 100.00$$

$$6.13 \qquad X$$

$$2) \quad X = \frac{6.13 \times 100.00}{95}$$

$$3) \quad X = 6.45 \text{ kilogramos de leche descremada en polvo.}$$

i. Sume los pesos de los ingredientes.

$$1) \quad 35.00 + 6.45 + 16.00 + 0.25$$

$$2) \quad 57.70 \text{ kilogramos}$$

j. Reste el peso anterior de 100.00 para obtener el peso del agua requerida.

$$1) \quad 100.00 - 57.70$$

$$2) \quad 42.30 \text{ kilogramos de agua.}$$

Registre y compruebe todos los resultados.

PROBLEMA 26.

Prepare 100.00 kilogramos de mezcla con crema con 30% de grasa, leche descremada con 9% SNG, leche descremada condensada con 27% de SNG, azúcar y estabilizador. La mezcla debe tener 12% de grasa, 10% de SNG, 15% de azúcar y 0.3% de estabilizador.

Solución.

- a. Lista de los componentes, fórmula y cantidad total de los componentes en la mezcla.

Componentes	Fórmula, %	Componentes kilogramos
Grasa	12.00	12.00
SNG	10.00	10.00
Azúcar	15.00	15.00
Estabilizador	0.30	0.30
Total	37.30%	37.30 kg

- b. Lista de ingredientes disponibles y su composición.

Ingredientes	Composición
Crema	30.00% G, 6.24% SNG, 36.24% ST
Leche descremada	9.00% SNG, 9.00% ST
Leche desc. condensada	27.00% SNG, 27.00% ST
Azúcar	100.00% ST
Estabilizador	100.00% ST

c. Formato de registro y comprobación.

Ingredientes	Peso, Kgs.	Grasa	SNG	Azúcar	Estab.	ST
Crema	40.00	12.00	2.50			14.50
Leche descremada	25.38		2.28			2.28
L. desc. condensada	19.32		5.22			5.22
Azúcar	15.00			15.00		15.00
Estabilizador	0.30				0.30	0.30
Peso obtenido	100.00	12.00	10.00	15.00	0.30	37.30
Peso deseado	100.00	12.00	10.00	15.00	0.30	37.30
% obtenido	100.00	12.00	10.00	15.00	0.30	37.30
% deseado	100.00	12.00	10.00	15.00	0.30	37.30

d. Azúcar necesaria es igual a 15 kilogramos. El estabilizador requerido es igual a 0.30 kilogramos.

e. Cantidad de crema necesaria.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ \times \quad 30 \\ \hline \quad \quad 3000 \\ \quad 10000 \\ \hline \quad \quad \quad 30000 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{100.00 \times 12.00}{30.00}$$

$$3) \quad X = 40.00 \text{ kilogramos de crema.}$$

f. Cantidad de SNG que aporta la crema.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ \times \quad 6.24 \\ \hline \quad \quad 6240 \\ \quad 62400 \\ \hline \quad \quad \quad 624000 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{40.00 \times 6.24}{100.00}$$

3) $X = 2.50$ kilogramos

g. Cantidad de SNG por suplir.

1) $10.00 - 2.50$

2) 7.50 kilogramos de SNG

h. Los 7.50 kilogramos de SNG deben ser suplidos por leche descremada y leche descremada condensada en proporción tal que la suma de ambas complete los 100.00 kilogramos de mezcla:

1) La cantidad de ingredientes por suplir es igual a:

$$100 - (40.00 + 15.00 + 0.30) = 44.70 \text{ kilogramos.}$$

2) La proporción en que ambas leches deben ser mezcladas se calcula encontrando el porcentaje que representa 7.50 kilogramos de SNG de 44.70 kilogramos.

a)
$$\begin{array}{cc} 44.70 & 100.00 \\ 7.50 & X \end{array}$$

b)
$$X = \frac{7.50 \times 100.00}{44.70}$$

c) $X = 16.78\%$

3) Calcule la proporción en que ambas leches deben ser mezcladas por medio del cuadrado de mezclas.

a)
$$\begin{array}{cc} 9.00 & 10.22 \\ & 16.78 \\ 27.00 & 7.78 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{b) } 10.22 \quad 18.00 \\ \quad \quad \times \quad 44.70 \end{array}$$

$$\text{c) } X = \frac{10.22 \times 44.70}{18.00}$$

$$\text{d) } X = 25.38 \text{ kilogramos de leche descremada.}$$

$$\text{e) } 44.70 - 25.38 = 19.32 \text{ kilogramos de leche descremada condensada.}$$

i) Calcule la cantidad de SNG suplidos por la leche descremada.

$$\begin{array}{r} \text{1) } 100.00 \quad 9.00 \\ \quad \quad 25.38 \quad \quad \times \end{array}$$

$$\text{2) } X = \frac{25.38 \times 9.00}{100.00}$$

$$\text{3) } X = 2.28 \text{ kilogramos de SNG.}$$

j. Calcule la cantidad de SNG suplidas por la leche descremada condensada.

$$\begin{array}{r} \text{1) } 100.00 \quad 27.00 \\ \quad \quad 19.22 \quad \quad \times \end{array}$$

$$\text{2) } X = \frac{19.32 \times 27.00}{100.00}$$

$$\text{3) } X = 5.22 \text{ kilogramos de SNG.}$$

MEZCLAS COMPLEJAS

METODO DE FORMULAS O CUTLER. Para la aplicación de las fórmulas conviene definir ciertos términos:

Suero de la mezcla: Es igual al peso de la mezcla menos los pesos de la grasa, estabilizador, azúcares, huevos, etc. O sea que está formado por el agua y los SNG de la mezcla.

SNG de la leche descremada: Está representada por el valor de 0.09 aproximadamente y en forma más exacta por 0.088, que equivale al porcentaje de SNG de la leche descremada.

Producto graso concentrado: Puede ser crema fresca, mantequilla, aceite de mantequilla o cualquier otra fuente alta de grasa.

Producto condensado: Puede ser leche entera o descremada común o condensada, leche condensada azucarada, leche entera o descremada en polvo o cualquiera otra fuente alta en SNG.

Fórmula 1:

$$\text{kilogramos de productos condensados} = \frac{(\text{kilogramos de SNG necesarios}) - (\text{kilogramos de suero en la mezcla} \times 0.09)}{(\text{kilogramos de SNG en un kilogramo de producto condensado}) - (\text{kilogramos de suero en un kilogramo de producto condensado} \times 0.09)}$$

Fórmula 2:

$$\text{kilogramos de productos grasos concentrados} = \frac{(\text{kilogramos de grasa necesarios}) - (\text{kilogramos de leche y crema}) \times (\text{kilogramos de grasa en 1 kg de leche})}{(\text{kilogramos de grasa en un kilogramo de Prod. graso concentrado}) - (\text{kilogramos de grasa en un kg de leche})}$$

PROBLEMA 27.

Igual al problema 26 de las mezclas sencillas. Prepare 100 kilogramos de mezcla con crema con 30% de grasa, leche descremada con 9% de SNG, leche descremada condensada con 27% de SNG, azúcar y estabilizador. La mezcla debe tener 12% de grasa, 10% de SNG, 15% de azúcar y 0.30% de estabilizador.

Solución.

- a. Lista de los componentes, fórmula y cantidad total de los componentes en la mezcla.

Componentes	Fórmula, %	Componentes, kilogramos
Grasa	12.00	12.00
SNG	10.00	10.00
Azúcar	15.00	15.00
Estabilizador	0.30	0.30
Total	37.30%	37.30 kg

- b. Lista de ingredientes disponibles y su composición.

Ingredientes	Composición	
Crema	30.00% G,	6.24% SNG, 36.24% ST
Leche descremada		9.00% SNG, 9.00% ST
Leche desc. condensada		27.00% SNG, 27.00% ST
Azúcar		100.00% ST
Estabilizador		100.00% ST

c. Formato de registro y comprobación.

Ingredientes	Peso, kg	Grasa	SNG	Azúcar	Estab.	ST
Crema	40.00	12.00	2.50			14.50
Leche descremada	25.49		2.29			2.29
Leche desc. condensada	19.21		5.19			5.19
Azúcar	15.00			15.00		15.00
Estabilizador	0.30				0.30	0.30
Peso obtenido	100.00	12.00	9.98	15.00	0.30	37.28
Peso deseado	100.00	12.00	10.00	15.00	0.30	37.30
% obtenido	100.00	12.00	9.98	15.00	0.30	37.28
% deseado	100.00	12.00	10.00	15.00	0.30	37.30

d. Calcule los kilogramos de suero en la mezcla.

1) $100.00 - (12.00 + 15.00 + 0.30)$

2) $100.00 - 27.30$

3) 72.70 kilogramos de suero en la mezcla.

e. Calcule los kilogramos de SNG en un kilogramo de leche descremada condensada.

$$\begin{array}{r} 1) \quad 27 \qquad 100 \\ \qquad \quad \times \qquad \quad 1 \end{array}$$

2) $X = \frac{1 \times 27}{100}$

3) $X = 0.27$ kilogramos de SNG

f. Kilogramos de suero en un kilogramo de leche descremada condensada es igual a 1.00 kilogramo porque la leche descremada condensada solo contiene SNG y agua; por lo tanto es puro suero.

g. Sustituya los datos anteriores en la fórmula 1 para encontrar los kilogramos de leche descremada condensada.

$$1) \quad X = \frac{10 - (72.70 \times 0.09)}{0.27 - (1.00 \times 0.09)}$$

$$2) \quad X = \frac{10 - 6.543}{0.27 - 0.09}$$

$$3) \quad X = \frac{3.457}{0.18}$$

4) $X = 19.21$ kilogramos de leche descremada condensada.

h. Cantidad de SNG que aporta el producto anterior.

$$1) \quad 19.21 \times \frac{27}{100}$$

2) 5.19 kilogramos de SNG

i. Calcule la cantidad de leche descremada y crema.

$$1) \quad 100.00 - (19.21 + 15.00 + 0.30)$$

$$2) \quad 100.00 - 34.51$$

$$3) \quad 65.49 \text{ kilogramos}$$

j. Kilogramos de grasa en un kilogramo de leche descremada = 0

k. Kilogramos de grasa en un kilogramo de producto graso.

$$1) \quad \begin{array}{r} 30 \\ \times \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \\ \\ \hline \end{array}$$

$$\quad \quad \quad \begin{array}{r} X \\ \times \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ \\ \hline \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{30 \times 1}{100}$$

$$3) \quad X = 0.30 \text{ kilogramos de grasa.}$$

l. Sustituya los datos anteriores en la fórmula 2.

$$1) \quad \text{kilogramos de crema} = X$$

$$2) \quad X = \frac{12 - (65.49 \times 0)}{0.30 - 0}$$

$$3) \quad X = \frac{12.00}{0.30}$$

$$4) \quad X = 40.00 \text{ kilogramos de crema.}$$

m. Cantidad de grasa y SNG que proporciona la crema.

$$1) \quad 40.00 \times \frac{30}{100}$$

$$3) \quad 40.00 \times \frac{6.24}{100}$$

2) 12.00 kilogramos de grasa. 4) 2.50 kilogramos de SNG.

n. Cantidad de leche descremada.

$$1) \quad 65.49 - 40.00$$

2) 25.49 kilogramos de leche descremada.

o. Cantidad de SNG que suple la leche descremada.

$$1) \quad 25.49 \times \frac{9}{100}$$

2) 2.29 kilogramos de SNG.

PROBLEMA 28.

Prepare 500 kilogramos de mezcla para helados con crema con 40% de grasa, leche descremada condensada con 28% SNG y 42% de azúcar, leche entera con 4% de grasa, azúcar y estabilizador. La mezcla debe tener 10% de grasa, 12% de SNG, 14% de azúcar y 0.4% de estabilizador.

Solución:

a. Componentes	Fórmula, %	Componentes, kilogramos
Grasa	10.00	50.00
SNG	12.00	60.00
Azúcar	14.00	70.00
Estabilizador	0.40	2.00
Total	36.40%	182.00 kg

b. Ingredientes

Composición

Crema	40.00% G, 5.35% SNG, 45.35% ST
Leche desc. cond. dulce	28.00% SNG, 42.00% azúcar
Leche entera.	4.00% G, 8.79% SNG, 12.79% ST
Azúcar	100.00% azúcar
Estabilizador	100.00% ST

c. Formato de registro y comprobación.

Ingredientes	Peso, kg	Grasa	SNG	Azúcar	Estab.	ST.
Crema	98.68	39.47	5.28			44.75
L. desc. cond. dulce	114.05		31.93	47.90		79.83
Leche entera	263.17	10.53	23.13			33.66
Azúcar	22.10			22.10		22.10
Estabilizador	2.00				2.00	2.00
Peso obtenido	500.00	50.00	60.34	70.00	2.00	182.34
Peso deseado	500.00	50.00	60.00	70.00	2.00	182.00
% obtenido	100.00	10.00	12.07	14.00	0.40	36.47
% deseado	100.00	10.00	12.00	14.00	0.40	36.40

d. Calcule los kilogramos de suero en la mezcla.

1) $500.00 - (50.00 + 70.00 + 2.00)$

2) $500.00 - 122.00$

3) 378.00 kilogramos de suero.

e. Kilogramos de SNG en un kilogramo de leche descremada condensada dulce.

$$1) \quad \begin{array}{r} 28 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \\ 1 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{1 \times 28}{100}$$

$$3) \quad X = 0.28 \text{ kilogramos de SNG.}$$

f. Kilogramos de suero en un kilogramo de leche descremada condensada dulce es igual a uno menos el contenido de azúcar en un kilogramo de producto.

$$1) \quad 1.00 - 0.42$$

$$2) \quad 0.58 \text{ kilogramos de suero.}$$

g. Sustituya los datos anteriores en la fórmula 1, para encontrar los kilogramos de leche descremada condensada dulce.

$$1) \quad X = \frac{60.00 - (378.00 \times 0.09)}{0.28 - (0.58 \times 0.09)}$$

$$2) \quad X = \frac{60.00 - 34.02}{0.28 - 0.0522}$$

$$3) \quad X = \frac{25.98}{0.2278}$$

$$4) \quad X = 114.05 \text{ kilogramos de leche descremada condensada dulce.}$$

h. Cantidad de SNG que aporta el producto anterior.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 114.05 \end{array} \quad \begin{array}{r} 28.00 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{114.05 \times 28.00}{100.00}$$

$$3) \quad X = 31.93 \text{ kilogramos de SNG.}$$

i. Cantidad de azúcar que aporta el producto anterior.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 114.05 \end{array} \quad \begin{array}{r} 42.00 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{114.05 \times 42.00}{100.00}$$

$$3) \quad X = 47.90 \text{ kilogramos de azúcar.}$$

j. Cantidad de azúcar para agregar.

$$1) \quad 70.00 - 47.90$$

$$2) \quad 22.10 \text{ kilogramos de azúcar.}$$

k. Cantidad de estabilizador es igual al requerido por ser puro, o sea 2.00 kilogramos.

l. Calcule la cantidad de leche entera y crema.

$$1) \quad X = 500.00 - (114.05 + 22.10 + 2.00)$$

$$2) \quad X = 500.00 - 138.15$$

$$3) \quad X = 361.85 \text{ kilogramos.}$$

m. Kilogramos de grasa en un kilogramo de leche entera.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 1.00 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4.00 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{1.00 \times 4.00}{100.00}$$

$$3) \quad X = 0.04 \text{ kilogramos de grasa.}$$

n. Kilogramos de grasa en un kilogramo de crema.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 1.00 \end{array} \quad \begin{array}{r} 40.00 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{1.00 \times 40.00}{100.00}$$

$$3) \quad X = 0.40 \text{ kilogramos de grasa.}$$

o. Sustituya los datos anteriores en la fórmula 2 para encontrar los kilogramos de crema.

$$1) \quad X = \frac{50.00 - (361.85 \times 0.04)}{0.40 - 0.04}$$

$$2) \quad X = \frac{50.00 - 14.474}{0.36}$$

$$3) \quad X = \frac{35.526}{0.36}$$

$$4) \quad X = 98.68 \text{ kilogramos de crema.}$$

p. Calcule la cantidad de grasa proporcionada por el producto anterior.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 98.68 \end{array} \quad \begin{array}{r} 40.00 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{98.68 \times 40.00}{100.00}$$

$$3) \quad X = 39.47 \text{ kilogramos de grasa.}$$

q. Calcule la cantidad de SNG que proporciona la crema.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 98.68 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5.35 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{98.68 \times 5.35}{100.00}$$

$$3) \quad X = 5.28 \text{ kilogramos de SNG.}$$

r. Averigüe la cantidad de leche entera requerida.

$$1) \quad \text{Leche} + \text{crema} = 361.85$$

$$2) \quad \text{Leche} = 361.85 - 98.68$$

$$3) \quad \text{Leche} = 263.17 \text{ kilogramos de leche entera.}$$

s. Cantidad de grasa que proporciona la leche entera.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 263.17 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4.00 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{263.17 \times 4.00}{100.00}$$

$$3) \quad X = 10.53 \text{ kilogramos de grasa.}$$

t. Calcule la cantidad de SNG proporcionados por la leche.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 263.17 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8.79 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{263.17 \times 8.79}{100.00}$$

$$3) \quad X = 23.13 \text{ kilogramos de SNG.}$$

PROBLEMA 29.

Prepare 300.00 kilogramos de mezcla para helados, utilizando mantequilla sin sal con 82.50% de grasa, leche entera con 4.00% de grasa, leche descremada en polvo con 97.00% de SNG, azúcar y estabilizador. La mezcla debe tener 8.00% de grasa, 13.00% de SNG, azúcar 15.00% y estabilizador 0.50%.

Solución:

a. Componentes	Fórmula, %	Componentes kilogramos
Grasa	8.00	24.00
SNG	13.00	39.00
Azúcar	15.00	45.00
Estabilizador	0.50	1.50
Total	36.50%	109.50 kg

b. Ingredientes**Composición**

Mantequilla sin sal	82.50% G,	0.50% SNG,	83.00% ST
Leche entera	4.00% G,	8.79% SNG,	12.79% ST
Leche desc. en polvo		97.00% SNG,	97.00% ST
Azúcar líquida			67.00% ST
Estabilizador			90.00% ST

c. Formato de registro y comprobación.

Ingredientes	Peso, kg.	Grasa	SNG	Azúcar	Estab.	ST
Mantequilla	19.97	16.48	0.10			16.58
Leche entera	188.07	7.52	16.53			24.05
Leche desc. en polvo	23.13		22.44			22.44
Azúcar	67.16			45.00		45.00
Estabilizador	1.67				1.50	1.50
Peso obtenido	300.00	24.00	39.07	45.00	1.50	109.57
Peso deseado	300.00	24.00	39.00	45.00	1.50	109.50
% obtenido	100.00	8.00	13.02	15.00	0.50	36.52
% deseado	100.00	8.00	13.00	15.00	0.50	36.50

d. Calcule los kilogramos de azúcar líquida.

$$1) \quad \begin{array}{r} 67.00 \\ 45.00 \end{array} \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{45.00 \times 100.00}{67.00}$$

$$3) \quad X = 67.17 \text{ kilogramos de azúcar.}$$

e. Calcule el estabilizador en la mezcla.

$$1) \quad \begin{array}{cc} 90.00 & 100.00 \\ 1.50 & X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{1.50 \times 100.00}{90.00}$$

3) $X = 1.67$ kilogramos producto estabilizante.

f. Calcule la cantidad de suero de la mezcla.

$$1) \quad 300.00 - (24.00 + 67.16 + 1.67)$$

$$2) \quad 300.00 - 92.83$$

3) 207.17 kilogramos de suero.

g. Kilogramos de leche descremada en polvo = X.

$$1) \quad X = \frac{39.00 - (207.17 \times 0.09)}{0.97 - (1.00 \times 0.09)}$$

$$2) \quad X = \frac{39.00 - 18.65}{0.97 - 0.09}$$

$$3) \quad X = \frac{20.35}{0.88}$$

4) $X = 23.13$ kilogramos de leche en polvo.

h. Cantidad de SNG proporcionados por el producto anterior.

$$1) \quad \begin{array}{r} 97.00 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 23.13 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{97.00 \times 23.13}{100.00}$$

$$3) \quad X = 22.44 \text{ kilogramos de SNG.}$$

i. Cantidad de mantequilla y leche = X

$$1) \quad X = 300.00 - (23.13 + 67.16 + 1.67)$$

$$2) \quad X = 300.00 - 91.96$$

$$3) \quad X = 208.04 \text{ kilogramos.}$$

j. Kilogramos de mantequilla = X

$$1) \quad X = \frac{24.00 - (208.04 \times 0.04)}{0.825 - 0.04}$$

$$2) \quad X = \frac{24.00 - 8.32}{0.785}$$

$$3) \quad X = \frac{15.68}{0.785}$$

$$4) \quad X = 19.97 \text{ kilogramos de mantequilla.}$$

k. Cantidad de grasa que proporciona la mantequilla.

$$1) \quad \begin{array}{r} 82.50 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 19.97 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{82.50 \times 19.97}{100.00}$$

3) $X = 16.48$ kilogramos de grasa.

l. Kilogramos de SNG que proporciona la mantequilla.

1)
$$\begin{array}{r} 0.50 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ 19.97 \end{array}$$

2)
$$X = \frac{0.50 \times 19.97}{100.00}$$

3) $X = 0.10$ kilogramos de SNG.

m. Cantidad de leche entera = X

1) $X = 208.04 - 19.97$

2) $X = 188.07$ kilogramos de leche.

n. Kilogramos de grasa que proporciona la leche.

1)
$$\begin{array}{r} 100.00 \\ 188.07 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4.00 \\ X \end{array}$$

2)
$$X = \frac{188.07 \times 4.00}{100.00}$$

3) $X = 7.52$ kilogramos de grasa.

o. Kilogramos de SNG que proporciona la leche entera.

1)
$$\begin{array}{r} 100.00 \\ 180.07 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8.79 \\ X \end{array}$$

2)
$$X = \frac{188.07 \times 8.79}{100.00}$$

3) $X = 16.53$ kilogramos de SNG.

PROBLEMA 30.

Prepare 2 000.00 kilogramos de mezcla para helados utilizando 50.00 kilogramos de mantequilla con 83.00% de grasa y 1.00% de SNG, 200.00 kilogramos de leche entera condensada dulce con 8.00% de grasa, 22.00% de SNG y 42.00% de azúcar, crema con 30.00% de grasa, leche entera con 4.00% de grasa, leche descremada condensada con 27.00% SNG, azúcar y estabilizador. La mezcla debe tener 12.00% de grasa, 11.00% de SNG, 15.00% de azúcar y 0.30% de estabilizador.

Solución:

a. Componentes	Fórmula, %	Componentes, kilogramos
Grasa	12.00	240.00
SNG	11.00	220.00
Azúcar	15.00	300.00
Estabilizador	0.30	6.00
Total	38.30%	766.00 kg

b. Ingredientes	Composición
Mantequilla	83.00% G, 1.00% SNG, 84.00% ST
L. entera cond. dulce	8.00% G, 22.00% SNG, 42.00% azúcar
Crema	30.00% G, 6.24% SNG, 36.24% ST
Leche entera	4.00% G, 8.79% SNG, 12.79% ST
L. desc. condensada	27.00% SNG, 27.00% ST
Azúcar	100.00% ST
Estabilizador	100.00% ST

c. Formato de registro y comprobación

Ingredientes	Peso kg	Grasa	SNG	Azúcar	Estab.	ST
Mantequilla	50.00	41.50	0.50			42.00
L. entera cond. dulce	200.00	16.00	44.00	84.00		144.00
Crema	513.35	154.00	32.03			186.04
Leche entera	712.43	28.50	62.62			91.12
Leche desc. condensada	302.22		81.60			81.60
Azúcar	216.00			216.00		216.00
Estabilizador	6.00				6.00	6.00
Peso obtenido	2 000.00	240.00	220.75	300.00	6.00	766.76
Peso deseado	2 000.00	240.00	220.00	300.00	6.00	766.00
% obtenido	100.00	12.00	11.04	15.00	0.30	38.34
% deseado	100.00	12.00	11.00	15.00	0.30	38.30

d. Calcule los componentes que proporciona los ingredientes limitados.

Ingredientes	Peso, kg	Grasa	SNG	Azúcar	ST
Mantequilla	50.00	41.50	0.50		42.00
L. entera cond. dulce	200.00	16.00	44.00	84.00	144.00
Total	250.00	57.50	44.50	84.00	186.00

e. Reste las cantidades anteriores de los componentes requeridos.

Ingredientes	Peso, kgs	Grasa	SNG	Azúcar	ST
Requeridos	2 000.00	240.00	220.00	300.00	760.00
Proporcionados	250.00	57.50	44.50	84.00	186.00
Saldo	1 750.00	182.50	175.50	216.00	574.00

f. Calcule la cantidad de azúcar complementaria.

$$1) \quad 300.00 - 84.00$$

$$2) \quad 216.00 \text{ kilogramos de azúcar.}$$

g. Cantidad de estabilizador igual requerido, o sea 6.00 kilogramos.

h. Cantidad de suero en la mezcla = X

$$1) \quad X = 1\,750.00 - (182.50 + 216.00 + 6.00)$$

$$2) \quad X = 1\,750.00 - 404.50$$

$$3) \quad X = 1\,345.50 \text{ kilogramos.}$$

i. Cantidad de leche descremada condensada = X

$$1) \quad X = \frac{175.50 - (1\,345.50 \times 0.09)}{0.27 - (1 \times 0.09)}$$

$$2) \quad X = \frac{175.50 - 121.10}{0.27 - 0.09}$$

$$3) \quad X = \frac{54.40}{0.18}$$

$$4) \quad X = 302.22 \text{ kilogramos de leche desc. condensada.}$$

j. Cantidad de SNG que proporciona el producto anterior.

$$1) \quad \begin{array}{cc} 100.00 & 27.00 \\ 302.22 & X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{302.22 \times 27.00}{100.00}$$

$$3) \quad X = 81.60 \text{ kilogramos de SNG.}$$

k. Cantidad de crema y leche = X

$$1) \quad X = 1\,750.00 - (302.22 + 216.00 + 6.00)$$

$$2) \quad X = 1\,750.00 - 524.22$$

$$3) \quad X = 1\,225.78 \text{ kilogramos.}$$

l. Cantidad de crema = X

$$1) \quad X = \frac{182.50 - (1\,225.78 \times 0.04)}{0.30 - 0.04}$$

$$2) \quad X = \frac{182.50 - 49.03}{0.26}$$

$$3) \quad X = \frac{133.47}{0.26}$$

$$4) \quad X = 513.35 \text{ kilogramos de crema.}$$

m. Cantidad de grasa proporcionada por la crema.

$$1) \begin{array}{r} 100.00 \\ 513.35 \end{array} \quad \begin{array}{r} 30.00 \\ X \end{array}$$

$$2) X = \frac{513.35 \times 30.00}{100.00}$$

$$3) X = 154.00 \text{ kilogramos de grasa.}$$

n. Cantidad de SNG proporcionados por la crema.

$$1) \begin{array}{r} 100.00 \\ 513.35 \end{array} \quad \begin{array}{r} 6.24 \\ X \end{array}$$

$$2) X = \frac{513.35 \times 6.24}{100.00}$$

$$3) X = 32.03 \text{ kilogramos de SNG.}$$

o. Cantidad de leche entera = X

$$1) X = 1\,225.78 - 513.35$$

$$2) X = 712.43 \text{ kilogramos de leche.}$$

p. Cantidad de grasa proporcionada por la leche.

$$1) \begin{array}{r} 100.00 \\ 712.43 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4.00 \\ X \end{array}$$

$$2) X = \frac{712.43 \times 4.00}{100.00}$$

$$3) X = 28.50 \text{ kilogramos de grasa.}$$

q. Cantidad de SNG proporcionados por la leche.

$$1) \begin{array}{r} 100.00 \\ 712.43 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8.79 \\ X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{712.43 \times 8.79}{100.00}$$

$$3) \quad X = 62.62 \text{ kilogramos de SNG.}$$

PROBLEMA 31.

Prepare 200.00 kilogramos de mezcla para helados, usando crema con 40.00% de grasa, leche con 4% de grasa, leche descremada condensada con 27.00% de SNG, azúcar y estabilizador. La mezcla debe tener 14.00% de grasa, 9.00% de SNG, 13.00% de azúcar y 0.50% de estabilizador.

Solución:

a. Componentes	Fórmula, %	Componentes, kilogramos
Grasa	14.00	28.00
SNG	9.00	18.00
Azúcar	13.00	26.00
Estabilizador	0.50	1.00
Total	36.50%	73.00 kg

b. Ingredientes	Composición
Crema	40.00 % G, 5.35% SNG, 45.35%ST
Leche	4.00 % G, 8.79% SNG, 12.79%ST
Leche desc. cond.	27.00% SNG, 27.00%ST
Azúcar	100.00%ST
Estabilizador	90.00%ST

c. Formato de registro y comprobación

Ingredientes	Peso, kg	Grasa	SNG	Azúcar	Estab.	ST
Crema	61.64	24.66	3.30			27.96
Leche entera	83.69	3.35	7.36			10.71
Leche desc. cond.	27.56		7.44			7.44
Azúcar	26.00			26.00		26.00
Estabilizador	1.11				1.00	1.00
Peso obtenido	200.00	28.01	18.10	26.00	1.00	73.11
Peso deseado	200.00	28.00	18.00	26.00	1.00	73.00
% obtenido	100.00	14.00	9.05	13.00	0.50	36.55
% deseado	100.00	14.00	9.00	13.00	0.50	36.50

d. Calcule la cantidad de estabilizador.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 90.00 \\ 1.00 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{100.00 \times 1.00}{90.00}$$

$$3) \quad X = 1.11 \text{ kilogramos de estabilizador.}$$

e. Peso de azúcar es igual a la cantidad requerida, o sea 26.00 kilogramos.

f. Cantidad de suero en la mezcla = X

$$1) \quad X = 200.00 - (28.00 + 26.00 + 1.11)$$

$$2) \quad X = 200.00 - 55.11$$

$$3) \quad X = 144.89 \text{ kilogramos}$$

g. Kilogramos de leche descremada condensada = X

$$1) \quad X = \frac{18.00 - (144.89 \times 0.09)}{0.27 - (1 \times 0.09)}$$

$$2) \quad X = \frac{18.00 - 13.04}{0.27 - 0.09}$$

$$3) \quad X = \frac{4.96}{0.18}$$

$$4) \quad X = 27.56 \text{ kilogramos.}$$

h. Cantidad de SNG que proporciona el producto anterior.

$$1) \quad \begin{array}{cc} 100.00 & 27.00 \\ 27.56 & X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{27.56 \times 27.00}{100.00}$$

$$3) \quad X = 7.44 \text{ kilogramos de SNG.}$$

i. Calcule la cantidad de crema y leche.

$$1) \quad 200.00 - (27.56 + 26.00 + 1.11)$$

$$2) \quad 200.00 - 54.67$$

$$3) \quad 145.33 \text{ kilogramos.}$$

j. Cantidad de crema = X

$$1) \quad X = \frac{28.00 - (145.33 \times 0.04)}{0.40 - (0.04)}$$

$$2) \quad X = \frac{28.00 - 5.81}{0.36}$$

$$3) \quad X = \frac{22.19}{0.36}$$

$$4) \quad X = 61.64 \text{ kilogramos de crema.}$$

k. Cantidad de grasa que proporciona la crema.

$$1) \quad \begin{array}{cc} 100.00 & 40.00 \\ 61.64 & X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{61.64 \times 40.00}{100.00}$$

$$3) \quad X = 24.66 \text{ kilogramos de grasa.}$$

l. Cantidad de SNG que proporciona la crema.

$$1) \quad \begin{array}{cc} 100.00 & 5.35 \\ 61.64 & X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{61.64 \times 5.35}{100.00}$$

$$3) \quad X = 3.30 \text{ kilogramos de SNG.}$$

m. Cantidad de leche = X

$$1) \quad X = 145.33 - 61.64$$

$$2) \quad X = 83.69 \text{ kilogramos.}$$

n. Cantidad de grasa que proporciona la leche.

$$1) \quad \begin{array}{cc} 100.00 & 4.00 \\ 83.69 & X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{83.69 \times 4.00}{100.00}$$

$$3) \quad X = 3.35 \text{ kilogramos de grasa.}$$

o. Cantidad de SNG que proporciona la leche.

$$1) \quad \begin{array}{cc} 100.00 & 8.79 \\ 83.79 & X \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{83.69 \times 8.79}{100.00}$$

$$3) \quad X = 7.36 \text{ kilogramos de SNG.}$$

METODO ALGEBRAICO

PROBLEMA 32.

Igual al Problema 31, resuelto por medio de fórmulas.
Preparar 200.00 kilogramos de mezcla para helados, usando crema con 40.00% de grasa, leche con 4.00% de grasa, leche descremada condensada con 27.00% de SNG, estabilizador y azúcar.

Solución:

a. Componentes	Fórmula, %	Componentes, kilogramos
Grasa	14.00	28.00
SNG	9.00	18.00
Azúcar	13.00	26.00
Estabilizador	0.50	1.00
Total	36.50%	73.00 kg

b. Ingredientes

Composición

Crema	40.00% G, 5.35% SNG,	45.35% ST
Leche entera	4.00% G, 8.79% SNG,	12.79% ST
Leche desc. cond.	27.00% SNG,	27.00% ST
Azúcar		100.00% ST
Estabilizador		90.00% ST

c. Formato de registro y comprobación

Ingredientes	Peso, kg	Grasa	SNG	Azúcar	Estab.	ST
Crema	61.57	24.63	3.29			27.92
Leche entera	84.29	3.37	7.41			10.78
Leche desc. cond.	27.03		7.30			7.30
Azúcar	26.00			26.00		26.00
Estabilizador	1.11				1.00	1.00
Peso obtenido	200.00	28.00	18.00	26.00	1.00	73.00
Peso deseado	200.00	28.00	18.00	26.00	1.00	73.00
% obtenido	100.00	14.00	9.00	13.00	0.50	36.50
% deseado	100.00	14.00	9.00	13.00	0.50	36.50

d. Calcule la cantidad de estabilizador.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 90.00 \\ 1.00 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{100.00 \times 1.00}{90.00}$$

$$3) \quad X = 1.11 \text{ kilogramos.}$$

e. Peso de azúcar igual al azúcar requerido, o sea 26.00 kilogramos.

f. Calcule el peso de los ingredientes lácteos, restando el azúcar y el estabilizador.

$$1) \quad X = 200.00 - (26.00 + 1.11)$$

$$2) \quad X = 200.00 - 27.11$$

$$3) \quad X = 172.89 \text{ kilogramos.}$$

g. Asigne una incógnita a cada producto lácteo.

$$\text{Crema} = X$$

$$\text{Leche entera} = Y$$

$$\text{Leche descremada condensada} = Z$$

h. Formule una ecuación para encontrar la grasa.

$$1) \quad 40X + 4Y = 2800$$

i. Formule una ecuación para encontrar los SNG.

$$1) \quad 5.35X + 8.79Y + 27Z = 1800$$

j. Formule una ecuación sumando las incógnitas.

$$1) \quad X + Y + Z = 172.89$$

k. Para despejar una de las incógnitas, escoja dos de las ecuaciones anteriores (en este caso convienen las i.1) y j.1), porque ambas tienen tres incógnitas) y realice las operaciones algebraicas.

$$1) \quad 5.35X + 8.79Y + 27Z = 1\ 800$$

$$2) \quad X + Y + Z = 172.89$$

l. Despeje Z, multiplicando la ecuación i.1), por uno y la ecuación j.1) por 27; luego cambie el signo y reste.

$$1) \quad 5.35X + 8.79Y + 27Z = 1\ 800$$

$$2) \quad -27.00X - 27.00Y - 27Z = -4\ 668$$

$$3) \quad -21.65X - 18.21Y = -2\ 868$$

m. Para convertir la ecuación l.3) a números positivos multiplique por -1 .

$$1) \quad 21.65X + 18.21Y = 2\ 868$$

n. Despeje la Y, multiplicando la ecuación h.1), por el número 18.21 de la ecuación l.3), y la ecuación l.3) por el número 4 de la ecuación h.1). Cambie los signos y reste.

$$1) \quad 18.21(40X + 4Y = 2\ 800)$$

$$2) \quad 4.00(21.65X + 18.21Y = 2\ 868)$$

$$3) \quad 728.40X + 72.84Y = 50\ 988$$

$$4) \quad -86.60X - 72.84Y = -11\ 472$$

$$5) \quad 641.80 X = 39\,516$$

$$X = \frac{39\,516.00}{641.80}$$

$$X = 61.57 \text{ kilogramos de crema.}$$

o. Calcule la cantidad de leche, reemplazando la X por su valor en la ecuación h.1).

$$1) \quad 40X + 4Y = 2\,800$$

$$40(61.57) + 4Y = 2\,800$$

$$2\,462.80 + 4Y = 2\,800$$

$$4Y = 2\,800 - 2\,462.80$$

$$Y = \frac{337.18}{4}$$

$$Y = 84.29 \text{ kilogramos de leche.}$$

p. Calcule la cantidad de leche descremada condensada, reemplazando los valores conocidos en la ecuación j.1).

$$1) \quad X + Y + Z = 172.89$$

$$61.57 + 84.29 + Z = 172.89$$

$$145.86 + Z = 172.89$$

$$Z = 172.89 - 145.86$$

$$Z = 27.03 \text{ kilogramos de leche descremada condensada}$$

q. Calcule la grasa y SNG que aporta la crema

1) $61.57 \times 0.40 = 24.63$ kilogramos de grasa.

2) $61.57 \times 0.0535 = 3.29$ kilogramos de SNG.

r. Calcule la grasa y SNG que aporta la leche.

1) $84.29 \times 0.04 = 3.37$ kilogramos de grasa.

2) $84.29 \times 0.0879 = 7.41$ kilogramos de SNG.

s. Calcule los SNG., que aporta la leche descremada condensada.

1) $27.03 \times 0.27 = 7.30$ kilogramos de SNG.

PROBLEMA 33.

Prepare 1 500 kilogramos de mezcla para helados con la siguiente composición: 16.00% de grasa, 7.00% de SNG, 14.00% de azúcar y 0.25% de estabilizador. Los ingredientes disponibles son: leche entera con 4.00% de grasa y 9.00% de SNG, crema con 40.00% de grasa y 5.50% de SNG, leche descremada en polvo con 95.00% SNG, azúcar y estabilizador.

Solución:

a. Componentes	Fórmula, %	Componentes, kilogramos
Grasa	16.00	240.00
SNG	7.00	105.00
Azúcar	14.00	210.00
Estabilizador	0.25	3.75
Total	37.25%	558.75 kg

b. Ingredientes

Composición

Leche entera	4.00% G, 9.00% SNG, 13.00% ST
Crema	40.00% G, 5.50% SNG, 45.50% ST
L. desc. en polvo	95.00% SNG, 95.00% ST
Azúcar	100.00% ST
Estabilizador	100.00% ST

c. Formato de registro y comprobación

Ingredientes	Peso, kg	Grasa	SNG	Azúcar	Estab.	ST
Leche entera	752.68	30.11	67.74			97.85
Crema	524.72	209.89	28.86			238.75
L. desc. en polvo	8.84		8.40			8.40
Azúcar	210.00			210.00		210.00
Estabilizador	3.75				3.75	3.75
Peso obtenido	1 499.99	240.00	105.00	210.00	3.75	558.75
Peso deseado	1 500.00	240.00	105.00	210.00	3.75	558.75
% obtenido	100.00	16.00	7.00	14.00	0.25	37.25
% deseado	100.00	16.00	7.00	14.00	0.25	37.25

d. Cantidad de azúcar igual a la requerida, o sea 210.00 kilogramos.

e. Cantidad de estabilizador igual a la requerida, o sea 3.75 kilogramos.

f. Cantidad de ingredientes lácteos.

1) $1\ 500.00 - (210.00 + 3.75)$

2) $1\ 500.00 - 213.75$

3) 1 286.25 kilogramos.

g. Incógnitas:

Leche entera= X

Crema = Y

Leche descremada en polvo = Z

h. Ecuaciones para grasa, SNG e ingredientes.

$$1) \quad 4X + 40Y = 24\ 000$$

$$2) \quad 9X + 5.5Y + 95Z = 10\ 500$$

$$3) \quad X + Y + Z = 1\ 286.25$$

i. Despeje la Z, multiplicando la ecuación h.3) por 95 y la ecuación h.2) por uno; cambie los signos y reste.

$$1) \quad 95X + 95Y + 95Z = 122\ 193.75$$

$$2) \quad -9X - 5.5Y - 95Z = 10\ 500.00$$

$$3) \quad 86X + 89.50Y = 111\ 693.75$$

j. Despeje la Y, multiplicando la ecuación i.3) por 40 y la ecuación h.1) por 89.50; cambie los signos y reste.

$$1) \quad (86X + 89.50Y = 111\ 693.75) 40.00$$

$$2) \quad (4X + 40.00Y = 24\ 000.00) 89.50$$

$$3) \quad 3\ 440.00X + 3\ 580.00Y = 4\ 467\ 750.00$$

$$4) \quad -358.00X - 3\ 580.00Y = -2\ 148\ 000.00$$

$$5) \quad 3\ 082.00X = 2\ 319\ 750.00$$

$$X = \frac{2\ 319\ 750.00}{3\ 082.00}$$

X = 752.68 kilogramos de leche entera.

k. Calcule la cantidad de crema, reemplazando la X por su valor en la ecuación h.1).

$$1) \quad 4X + 40Y = 24\,000.00$$

$$4(752.68) + 40Y = 24\,000.00$$

$$3\,010.72 + 40Y = 24\,000.00$$

$$40Y = 24\,000.00 - 3\,010.72$$

$$40Y = 20\,989.28$$

$$Y = \frac{20\,989.28}{40}$$

Y = 524.73 kilogramos de crema.

l. Calcule la cantidad de leche en polvo, reemplazando los valores conocidos en la ecuación h.3).

$$1) \quad 752.68 + 524.73 + Z = 1\,286.25$$

$$1\,277.41 + Z = 1\,286.25$$

$$Z = 1\,286.25 - 1\,277.41$$

Z = 8.84 kilogramos de leche descremada en polvo.

m. Calcule la grasa y SNG que aporta la leche.

$$1) \quad 752.68 \times 0.04 = 30.11 \text{ kilogramos de grasa.}$$

$$2) \quad 752.68 \times 0.09 = 67.74 \text{ kilogramos de SNG.}$$

n. Calcule la grasa y SNG que aporta la crema.

1) $524.73 \times 0.40 = 209.89$ kilogramos de grasa.

2) $524.73 \times 0.055 = 28.86$ kilogramos de SNG.

o. Calcule los SNG que aporta la leche descremada en polvo.

1) $8.84 \times 0.95 = 8.40$ kilogramos de SNG.

PROBLEMA 34.

Prepare 500.00 kilogramos de mezcla para helados de 12.00% de grasa, 10.00% de SNG, 15.00% de azúcar y 0.30% de estabilizador. Los ingredientes disponibles son: crema con 20.00% de grasa y 7.13% de SNG, leche con 3.00% de grasa y 8.33% de SNG, leche entera condensada con 8.00% de grasa y 20.00% de SNG, estabilizador con 80.00% ST y azúcar de caña con 100.00% de ST.

Solución:

a. Componentes	Fórmula, %	Componentes kilogramos
Grasa	12.00	60.00
SNG	10.00	50.00
Azúcar	15.00	75.00
Estabilizador	0.30	1.50
Total	37.30%	186.50 kg

b. Ingredientes

Composición

Crema	20.00% G, 7.13% SNG, 27.13% ST
Leche entera	3.00% G, 8.33% SNG, 11.33% ST
L. entera cond.	8.00% G, 20.00% SNG, 28.00% ST
Azúcar	80.00% ST
Estabilizador	100.00% ST

c. Formato de registro y comprobación

Ingredientes	Peso, kg	Grasa	SNG	Azúcar	Estab.	ST
Crema	234.01	46.80	16.68			63.48
Leche entera	38.62	1.16	3.22			4.38
Leche desc. cond.	150.49	12.04	30.10			42.14
Azúcar	75.00			75.00		75.00
Estabilizador	1.88				1.50	1.50
Total obtenido	500.00	60.00	50.00	75.00	1.50	186.50
Total deseado	500.00	60.00	50.00	75.00	1.50	186.50
% obtenido	100.00	12.00	10.00	15.00	0.30	37.30
% deseado	100.00	12.00	10.00	15.00	0.30	37.30

d. Cantidad de azúcar a 75.00 kilogramos.

e. Cantidad de estabilizador.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 80.00 \\ 1.50 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{100.00 \times 1.50}{80.00}$$

3) $X = 1.88$ kilogramos.

f. Cantidad de ingredientes lácteos.

1) $500.00 - (75.00 + 1.88)$

2) $500.00 - 76.88$

3) 423.12 kilogramos.

g. Incógnitas.

Crema = X

Leche entera = Y

Leche entera condensada = Z

h. Ecuaciones para grasa, SNG e ingredientes.

1) $20.00X + 3.00Y + 8.00Z = 6\ 000.00$

2) $7.13X + 8.33Y + 20.00Z = 5\ 000.00$

3) $X + Y + Z = 423.12$

i. Despeje la Z multiplicando la ecuación h.1) por uno y la ecuación h.3) por 8; cambie los signos y reste.

1) $1(20.00X + 3.00Y + 8.00Z = 6\ 000.00)$

2) $-8(X + Y + Z = 423.12)$

3) $20.00X + 3.00Y + 8.00Z = 6\ 000.00$

4) $-8.00X - 8.00Y - 8.00Z = -3\ 384.96$

5) $12.00X - 5.00Y = 2\ 615.04$

j. Despeje la Z de las ecuaciones h.2) y h.3).

$$1) \quad -1 (7.13X + 8.33Y + 20.00Z = 5\,000.00)$$

$$2) \quad 20(\quad X + \quad Y + \quad Z = 423.12)$$

$$3) \quad -7.13X - 8.33Y - 20.00Z = -5\,000.00$$

$$4) \quad 20.00X + 20.00Y + 20.00Z = 8\,462.40$$

$$5) \quad 12.87X + 11.67Y \quad \quad = 3\,462.40$$

k. Despeje la Y multiplicando la ecuación i.5) por -5 y la ecuación j.5) por 11.67 . Cambie signos y reste.

$$1) \quad 11.67 (\quad 12.00X - \quad 5.00Y = \quad 2\,615.04)$$

$$2) \quad -5.00 (\quad 12.87X + \quad 11.67Y = \quad 3\,462.40)$$

$$3) \quad \quad 140.04X - \quad 58.35Y = \quad 30\,517.52$$

$$4) \quad -1 (-64.35X - \quad 58.35Y = -17\,312.00)$$

$$5) \quad \quad 140.04X - \quad 58.75Y = \quad 30\,517.52$$

$$6) \quad \quad 64.35X + \quad 58.35Y = \quad 17\,312.00$$

$$7) \quad \quad 204.39X \quad \quad \quad = \quad 47\,829.52$$

$$X = \frac{47\,829.52}{204.39}$$

$$X = 234.01 \text{ kilogramos de crema.}$$

l. Despeje la Y en la ecuación j.5).

$$1) \quad 12.87 (234.01) + 11.67Y = 3\,462.40$$

$$3\,011.72 + 11.67Y = 3\,462.40$$

$$11.67Y = 3\,462.40 - 3\,011.72$$

$$Y = \frac{450.68}{11.67}$$

$$Y = 38.62 \text{ kilogramos.}$$

m. Despeje la Z.

$$234.01 + 38.62 + Z = 423.12$$

$$272.63 + Z = 423.12$$

$$Z = 423.12 - 272.63$$

$$Z = 150.49 \text{ kilogramos de leche condensada.}$$

n. Calcule el aporte en grasa y SNG de la crema.

$$234.01 \times 0.20 = 46.80 \text{ kilogramos de grasa.}$$

$$234.01 \times 0.0713 = 16.68 \text{ kilogramos de SNG.}$$

o. Calcule el aporte en grasa y SNG de la leche entera.

$$38.62 \times 0.03 = 1.16 \text{ kilogramos de grasa.}$$

$$38.62 \times 0.0833 = 3.22 \text{ kilogramos de SNG.}$$

p. Calcule el aporte en grasa y SNG de la leche condensada.

$$150.49 \times 0.08 = 12.04 \text{ kilogramos de grasa.}$$

$$150.49 \times 0.20 = 30.10 \text{ kilogramos de SNG.}$$

CORRECCION DE MEZCLAS

PROBLEMA 35.

1 800 kilogramos con mayor grasa que la deseada.

a. Ingredientes	Fórmula actual, %	Fórmula deseada, %
Grasa	13.00	12.00
SNG	10.00	10.00
Azúcar	15.00	15.00
Estabilizador	0.50	0.50
Total	38.50 %	37.50%

b. La diferencia entre la fórmula actual y la deseada es 1.00% de grasa, igual a:

$$1) \quad \begin{array}{r} 1.00 \\ \times \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ \\ 1\ 800.00 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{1.00 \times 1\ 800.00}{100.00}$$

$$3) \quad X = 18.00 \text{ kilogramos de grasa.}$$

c. Calcule los kilogramos de mezcla deseada que puede preparar con 18.00 kilogramos de grasa.

$$\begin{array}{r} 1) \quad 100.00 \quad 12.00 \\ \quad \quad X \quad \quad 18.00 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{1.00 \times 18.00}{12.00}$$

$$3) \quad X = 150.00 \text{ kilogramos de mezcla.}$$

d. Prepare 150.00 kilogramos de mezcla sin grasa, con 10.00% de SNG, 15.00% de azúcar y 0.50% de estabilizador. Use leche descremada condensada con 27.00% SNG, azúcar, estabilizador y agua.

$$1) \quad 150.00 \times 0.10 = 15.00 \text{ kilogramos de SNG.}$$

$$150.00 \times 0.15 = 22,50 \text{ kilogramos de azúcar.}$$

$$150.00 \times 0.005 = 0.75 \text{ kilogramos de estabilizador.}$$

2) Calcule la cantidad de leche descremada condensada.

$$\begin{array}{r} 100.00 \quad 27.00 \\ X \quad \quad 15.00 \end{array}$$

$$X = \frac{15.00 \times 100.00}{27.00}$$

$$X = 55.56 \text{ kilogramos.}$$

3) Cantidad de agua.

$$X = 150.00 - (55.56 + 22.50 + 0.75)$$

$$X = 150.00 - 78.81$$

$$X = 71.19 \text{ kilogramos de agua.}$$

e. Prueba con base en la grasa.

$$1\ 800.00 \times 0.13 = 234.00 \text{ kilogramos de grasa.}$$

$$1\ 950.00 \times 0.12 = 234.00 \text{ kilogramos de grasa.}$$

PROBLEMA 36.

1 500 00 kilogramos de mezcla con menos grasa y SNG, que lo deseado.

a. Ingredientes Fórmula actual, % Fórmula deseada, %

Grasa	11.60	12.00
SNG	9.80	10.00
Azúcar	15.00	15.00
Estabilizador	0.50	0.50
Total	36.90%	37.50%

b. La diferencia entre la fórmula actual y la deseada es de 0.40% de grasa y 0.20% de SNG; lo que es igual a:

1) $1\ 500.00 \times 0.004 = 6.00$ kilogramos de grasa.

2) $1\ 500.00 \times 0.002 = 3.00$ kilogramos de SNG.

c. Prepare 100.00 kilogramos de mezcla con 18.00 kilogramos de grasa y 13.00 kilogramos de SNG, 15.00 kilogramos de azúcar y 0.50 kilogramos de estabilizador. Use mantquilla sin sal con 84.00% de grasa y leche descremada condensada con 30.00% SNG.

$$1) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 84.00 \\ 18.00 \end{array}$$

$$X = \frac{18.00 \times 100.00}{84.00}$$

$X = 21.43$ kilogramos de mantequilla.

$$2) \quad \begin{array}{r} 100.00 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 30.00 \\ 13.00 \end{array}$$

$$X = \frac{13.00 \times 100.00}{30.00}$$

$X = 43.33$ kilogramos de leche descremada condensada.

$$3) \quad \text{Agua} = 100.00 - (43.33 + 21.43 + 15.00 + 0.50)$$

$$\text{Agua} = 100.00 - 80.26$$

$$\text{Agua} = 19.74 \text{ kilogramos.}$$

d. Prueba.

$$1600.00 \times 0.12 = 192.00 \text{ kilogramos de grasa.}$$

$$1500.00 \times 0.116 = 174.00$$

$$100.00 \times 0.18 = 18.00$$

$$1600.00 \quad = \quad 192.00 \text{ kg de grasa.}$$

PROBLEMA 37.

3 600.00 kilogramos de mezcla para helados con más grasa y menos SNG del requerido.

- 3) Fuente de SNG leche descremada en polvo 97.00% SNG.

$$\begin{array}{r} 100.00 \\ \times \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{r} 97.00 \\ 85.85 \\ \hline \end{array}$$

$$X = \frac{85.85 \times 100.00}{97.00}$$

X = 88.51 kilogramos de leche descremada en polvo.

- 4) $553.85 \times 0.15 = 83.10$ kg de azúcar.

$$553.85 \times 0.005 = 2.77 \text{ kg de estabilizador.}$$

$$\text{Agua} = 553.85 - (88.51 + 83.10 + 2.77)$$

$$\text{Agua} = 553.85 - 174.38$$

$$\text{Agua} = 379.47 \text{ kilogramos.}$$

d. Prueba.

- 1) $3\ 600.00 \times 0.15 = 540.00$ kilogramos de grasa.

$$4\ 153.85 \times 0.13 = 540.00 \text{ kilogramos de grasa.}$$

- 2) $3\ 600.00 \times 0.08 = 288.00$

$$\begin{array}{r} 553.85 \\ = \\ \hline 85.85 \end{array}$$

Total 373.85 kilogramos de SNG.

$$4\ 153.85 \times 0.09 = 373.85 \text{ kilogramos de SNG.}$$

PROBLEMA 38.

900.00 kilogramos con grasa y SNG mayores que los requeridos.

a. Ingredientes Fórmula actual, % Fórmula deseada, %

Grasa	12.50	12.00
SNG	12.50	11.00
Azúcar	15.00	15.00
Estabilizador	0.50	0.50
Total	40.50%	38.50%

b. Diferencia entre la fórmula actual y la deseada, en grasa es 0.50% y en SNG es 1.50%.

a. $900.00 \times 0.005 = 4.50$ kilogramos de grasa.

b. $900.00 \times 0.015 = 13.50$ kilogramos de SNG.

c. En vista que los SNG superan a la grasa, calcule la cantidad de mezcla adicional con base en los SNG.

$$1) \begin{array}{r} 100.00 \\ X \end{array} \quad \begin{array}{r} 11.00 \\ 13.50 \end{array}$$

$$X = \frac{13.50 \times 100.00}{11.00}$$

$X = 122.73$ kilogramos de mezcla adicional.

2) $122.73 \times 0.12 = 14.73 - 4.50 = 10.23$ kg de grasa.

3) $122.73 \times 0.15 = 18.41$ kg de azúcar.

4) $122.73 \times 0.005 = 0.61$ kg de estabilizador.

d. Calcule la cantidad de mantequilla con 84.00% de grasa necesaria.

$$\begin{array}{r} 1) \quad 100.00 \quad 84.00 \\ \quad \quad X \quad \quad 10.23 \end{array}$$

$$2) \quad X = \frac{10.23 \times 100.00}{84.00}$$

3) $X = 12.18$ kilogramos.

e. Agua = $122.73 - (12.18 + 18.41 + 0.61)$

Agua = $122.73 - 31.20$

Agua = 91.53 kilogramos.

f. Prueba.

1) Con base en grasa.

$$900.00 \times 0.125 = 112.50 + 10.23 = 122.73 \text{ kg}$$

$$1 \ 022.73 \times 0.12 = 122.73 \text{ kg}$$

2) Con base en SNG.

$$900.00 \times 0.125 = 112.50 \text{ kg}$$

$$1 \ 022.73 \times 0.11 = 112.50 \text{ kg}$$

PROBLEMA 39.

200.00 kilogramos de mezcla con fórmula totalmente diferente a los 500.00 kilogramos, de mezcla deseada.

a. Ingredientes Fórmula actual, % Fórmula deseada, %

Grasa	14.00	12.00
SNG	9.00	10.00
Azúcar	16.00	15.00
Estabilizador	0.20	0.40

b. La cantidad de componentes requeridos es igual a los componentes deseados menos los componentes actuales de la mezcla existente.

Detalle	Grasa	SNG	Azúcar	Estabilizador
Mezcla deseada	60.00	50.00	75.00	2.00
Mezcla existente	28.00	18.00	32.00	0.40
Componentes requeridos	32.00	32.00	43.00	1.60

c. Conociendo los componentes requeridos y los ingredientes disponibles resuelva el problema por cualquier método que sea el adecuado.

MEZCLA DE INGREDIENTES

Después de calcular la cantidad de cada ingrediente, la parte líquida es colocada en el tanque pasteurizador, donde es sometida a calentamiento con agitación constante. Cuando la mantequilla es parte de la mezcla, ésta debe ser partida en pequeños trozos, de tal manera que esté totalmente derretida antes de alcanzar la temperatura de pasteurización. La leche en polvo debe ser añadida a la parte líquida, antes de que la temperatura llegue a 32°C (89°F); cuando la leche en polvo es mezclada con el azúcar, ambos pueden ser agregados a la parte líquida la temperatura entre 43 y 49°C (109.4 y 120.2°F).

El estabilizador debe ser mezclado en partes iguales con el azúcar y agregado antes de que la temperatura de la parte líquida llegue a 49°C (120.2°F); en el caso del alginato de sodio (Dariloid), éste puede ser mezclado con agua fría inmediatamente antes de ser agregado a la parte líquida, la que debe estar a no menos de 65.56°C (150°F) de temperatura. La cocoa y la yema de huevo en polvo normalmente son agregados mezclados con el resto de ingredientes sólidos. Los sabores y colorantes casi siempre son agregados antes del congelamiento.

PASTEURIZACION DE LA MEZCLA

La pasteurización permite una mezcla libre de microorganismos patógenos, ayuda a disolver y combinar los ingredientes, mejora el sabor y la calidad de almacenamiento, y hace que el producto sea uniforme.

La pasteurización puede ser realizada por el método de sostenimiento a 68.3 – 71.1°C (155 – 160°F) de temperatura durante 30 minutos o por el método rápido de temperatura alta y tiempo corto (TATC) a 79.4°C (175°F) de temperatura durante 25 segundos.

HOMOGENIZACION DE LA MEZCLA

El propósito de la homogenización es lograr una suspensión permanente y uniforme de la grasa, mediante la reducción del

tamaño del glóbulo graso, preferiblemente a dos micras o menos. La homogenización hace que la textura del helado sea suave, acorta el período de envejecimiento de la mezcla, reduce la posibilidad de la formación de gránulos de grasa durante el batido y disminuye la cantidad de estabilizador requerido en la mezcla.

La homogenización es más eficiente a 62.7–76.6°C (145–170°F) de temperatura y a 2 000–2 500 libras de presión por pulgada cuadrada. En mezclas con cocoa, mantequilla o crema plástica la presión puede ser reducida a 1 500–2 000 libras por pulgada cuadrada. Si la mezcla contiene 18% de grasa, la presión puede ser reducida a 1 200–1 800 libras por pulgada cuadrada.

Inmediatamente después de homogenizada, la mezcla debe ser enfriada a 0–4.4°C (32–40°F).

MADURACION O ENVEJECIMIENTO DE LA MEZCLA

Una vez enfriada la mezcla es guardada en cuartos fríos a 2.2–4.4°C (36–40°F) durante 3–4 horas como máximo, pero como regla general se le mantiene a esa temperatura hasta el día siguiente. En mezclas con alto contenido graso, homogenizado a baja presión, parece ser recomendable 24 horas de maduración. Los principales cambios que ocurren durante la maduración son: la solidificación de la grasa, la absorción del agua por el estabilizador y el aumento en la viscosidad.

En resumen, el envejecimiento de la mezcla mejora la textura y la resistencia al derretimiento del helado.

CONGELACION DE LA MEZCLA

El congelamiento de la mezcla para helados juega un papel muy importante en la calidad, palatabilidad y rendimiento de los helados. Este proceso consta de dos fases, que son el batido y el endurecimiento.

BATIDO: Es el proceso de congelación inicial con incorporación de aire (sobreabumento), mediante el batido continuo de la

mezcla. Este proceso dura de pocos segundos a pocos minutos, según el tipo de congelador para helados. Una vez que el helado ha logrado una buena consistencia es envasado y transferido inmediatamente a los cuartos de endurecimiento.

ENDURECIMIENTO: La fase final de la congelación se lleva aquí hasta que el helado llega a -17.8°C (0°F) y preferiblemente a -26.1°C (-15°F). Al igual que en el batido, aquí es necesario que el congelamiento sea rápido para evitar la formación de cristales grandes.

La temperatura de los cuartos de endurecimiento varía de -23.3 a -31.7°C (-10 a -25°F) y el tiempo de permanencia de los helados hasta endurecer generalmente es de 12 horas, aunque éste puede ser de pocos minutos o prolongarse hasta 24 horas, según el tamaño del envase.

ALMACENAMIENTO

Después de endurecido, el helado puede ser comercializado o trasladado a un cuarto cuya temperatura sea mantenida entre -17.8 y -23.3°C (0 y -10°F).

Los helados no deben estar almacenados por más de dos semanas; lo más recomendable es planificar la producción de tal manera que el producto no permanezca en la fábrica más de 5 días.

SOBREAUMENTO

El sobreamiento es el volumen del helado que está por encima del volumen de mezcla utilizada. Esta diferencia es expresada en porcentaje y se debe, principalmente, al aire incorporado durante el batido y congelación parcial de la mezcla.

El sobreamiento de los helados varía de 70 a 100%, pero generalmente está en 80%.

CALCULO DEL PORCENTAJE DE SOBREAUMENTO. Existen tres fórmulas para hacerlo; dos son basadas en el volumen y la otra en el peso:

a. Fórmulas con base en volumen.

$$1) \quad \% \text{ de sobreabumento} = \frac{\text{Vol. helado} - \text{Vol. mezcla}}{\text{Vol. mezcla}} \times 100$$

2) % de sobreabumento

$$= \frac{\text{Vol helado} - (\text{Vol. mezcla} + \text{Vol. sabor})}{\text{Vol. mezcla} + \text{Vol. sabor.}} \times 100$$

b. Fórmula con base en peso.

1) % de sobreabumento

$$= \frac{\text{Peso unidad de mezcla con sabor} - \text{Peso unidad de helado}}{\text{Peso unidad de helado}} \times 100$$

PROBLEMA 40.

Calcule el sobreabumento de una mezcla para helados de chocolate, en el entendido de que de 5 litros de mezcla se obtiene 9.50 litros de helado.

Solución: use la fórmula 1.

$$a. \quad \text{Sa.} = \frac{9.50 - 5.00}{5.00} \times 100$$

$$b. \quad \text{Sa.} = \frac{4.50}{5.00} \times 100$$

$$c. \quad \text{Sa.} = 90\%$$

PROBLEMA 41.

Calcule el sobreamiento de 30 litros de mezcla a los cuales se ha agregado 3 litros de frutas y se ha obtenido 62 litros de helado.

Solución: Use fórmula 2.

$$\text{a. Sa.} = \frac{62 - (30 + 3)}{30 + 3} \times 100$$

$$\text{b. Sa.} = \frac{62 - 33}{33} \times 100$$

$$\text{c. Sa.} = \frac{29}{33} \times 100$$

$$\text{d. Sa.} = 87.88\%$$

PROBLEMA 42.

Calcule el sobreamiento de 40 litros de mezcla a la cual se ha agregado 1 litro de sabor y colorante a café y que ha producido 78 litros de helado.

Solución: Use fórmula 2.

$$\text{a. Sa.} = \frac{78 - (40 + 1)}{40 + 1} \times 100$$

$$\text{b. Sa.} = \frac{78 - 41}{41} \times 100$$

$$c. \quad Sa. = \frac{37}{41} \times 100$$

$$d. \quad Sa. = 90.24\%$$

PROBLEMA 43.

Calcule el sobreamiento de una mezcla con sabor y color que pesa 2.33 kilogramos por 2 litros y produce un helado que pesa 1.33 kilogramos por 2 litros.

Solución: Use fórmula 3.

$$a. \quad Sa. = \frac{2.33 - 1.33}{1.33} \times 100$$

$$b. \quad Sa. = \frac{1.00}{1.33} \times 100$$

$$c. \quad Sa. = 75.19\%$$

PROBLEMA 44.

Calcule los kilogramos que debe pesar un litro de helado hecho con una mezcla que pesa 1.10 kilogramos y si se quiere que el helado tenga 90% de sobreamiento.

Solución:

$$a. \quad Sa = \frac{P_m - P_h}{P_h} \times 100$$

$$b. \quad 90 = \frac{1.1 - Ph}{Ph} \times 100$$

$$c. \quad \frac{90}{100} = \frac{1.1 - Ph}{Ph}$$

$$d. \quad 0.90 Ph = 1.1 - Ph$$

$$e. \quad 0.90 Ph + 1 Ph = 1.1$$

$$f. \quad 1.90 Ph = 1.1$$

$$g. \quad Ph = \frac{1.10}{1.90}$$

$$h. \quad \text{Peso del helado} = 0.58 \text{ kilogramos.}$$

PROBLEMA 45.

Cuántos kilogramos debe pesar un cuarto de galón de helado hecho de una mezcla que pesa 6 kilogramos por galón y si se quiere que el helado tenga 85% de sobreabundamiento.

Solución:

$$a. \quad Sa = \frac{Pm - Ph}{Ph} \times 100$$

$$b. \quad 85 = \frac{1.5 - Ph}{Ph} \times 100$$

$$c. \quad 85 = \frac{150 - 100 Ph}{Ph}$$

- d. $85 \text{ Ph} = 150 - 100 \text{ Ph}$
- e. $85 \text{ Ph} + 100 \text{ Ph} = 150$
- f. $185 \text{ Ph} = 150$
- g. $\text{Ph} = \frac{150}{185}$
- h. Peso del helado = 0.81 kilogramos.

PROBLEMA 46.

Un galón de mezcla para helados pesa 4.50 kilogramos. Calcule los gramos que pesará un cuarto de helado obtenido de la mezcla anterior, si se quiere un 80% de sobreabundamiento.

Solución:

a. $\text{Sa} = \frac{\text{Pm} - \text{Ph}}{\text{Ph}} \times 100$

b. $1 \text{ cuarto de galón} = \frac{4.50 \times 1\,000}{4} = 1\,125 \text{ gramos}$

c. $80 = \frac{1\,125 - \text{Ph}}{\text{Ph}} \times 100$

d. $\frac{80}{100} \text{ Ph} + \text{Ph} = 1\,125$

e. $1.80 \text{ Ph} = 1\,125$

$$f. \quad P_h = \frac{1\,125}{1.8}$$

$$g. \quad \text{Peso del helado} = 625 \text{ gramos.}$$

PROBLEMA 47.

Calcule el peso de un galón de mezcla del cual se ha obtenido un cuarto de helado que pesa 0.70 kilogramos y tiene 70% de sobreabundamiento.

Solución:

$$a. \quad S_a = \frac{P_m - P_h}{P_h} \times 100$$

$$b. \quad 70 = \frac{P_m - 2.80}{2.80} \times 100$$

$$c. \quad \frac{70}{100} \times 2.8 + 2.8 = P_m$$

$$d. \quad 0.70 \times 2.8 + 2.8 = P_m$$

$$e. \quad 1.96 + 2.8 = P_m$$

$$f. \quad \text{Peso de la mezcla por galón} = 4.76 \text{ kg}$$

YOGUR

El contenido graso promedio del yogur es de 1.70% pero puede llegar a 3.70 en algunas regiones.

El contenido de sólidos no grasos generalmente es aumentado añadiendo 3% de leche descremada en polvo.

CUADRO N° 54. Composición del yogur común ^{4, 46}.

DETALLE	PORCENTAJE
Grasa	1.70
Proteína	3.45
Carbohidratos	5.10
Cenizas	0.75
Sólidos totales	11.00

PRODUCCION DE YOGUR CON SABOR NATURAL

- Use leche estandarizada a 1.70% de grasa o leche entera fortificada con 3.00% de leche descremada en polvo.
- Pasteurice a 82.2°C (180°F) de temperatura durante 30 minutos o a 87.8°C (190°F) de temperatura durante 16 segundos, con el equipo apropiado.
- Homogenice la leche a 1 000 libras de presión por pulgada cuadrada.
- Enfríe la leche a 45°C (113°F) de temperatura.
- Inocule de 2 a 3% de cultivos formados por partes iguales de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.
- Mezcle bien la leche y el cultivo y envase en un empaque definitivo, generalmente vasos de cartón o plásticos de 4 a 8 onzas de capacidad, con tapas.

- g. Incube la leche a 45°C (113°F) durante 3—4 horas o a 37.8°C (100°F) durante 6 horas. Después de la incubación la acidez del yogur debe ser 0.70% para que en el cuarto frío llegue a 0.85—0.90%.
- h. Después de la incubación traslade el producto a cámaras frías de 2.2°C (36°F) de temperatura. La temperatura del yogur debe bajar a 7.2°C (45°F) después de 1 a 2 horas
- i. Almacene el yogur no más de tres semanas a temperaturas de 4.4°C (40°F) o menores.

PRODUCCION DE YOGUR CON SABORES

- a. Los sabores que no contienen frutas sólidas y están en forma de jarabes pueden ser inoculados junto con el cultivo; pero los sabores sólidos o purés de frutas deben ser puestos en el fondo del envase durante el envasado.
- b. La cantidad de frutas necesarias para dar un buen sabor está cerca del 20% del yogur.
- c. Si el azúcar no es agregado como parte del jarabe o de la jalea, debe ser agregado antes de la pasteurización en cantidades que varían de 7 a 15%, según el sabor que desea producir.

PRODUCCION DE YOGUR BATIDO

- a. Este tipo de yogur requiere de 0.25% de estabilizador de helados, además del 13 a 15% de azúcar, que debe ser agregado durante el proceso de pasteurización.
- b. La leche es incubada a granel, luego enfriada como en la preparación de yogur natural.
- c. Mezcle el yogur y agregue a la batidora de helados.
- d. Agregue el sabor, como en la fabricación de helados.
- e. Una vez obtenida la consistencia adecuada, o similar a la de los helados, saque el yogur semicongelado en su envase definitivo y colóquelo en un congelador para su endurecimiento.

LECHES CON SABORES

Los sabores más usados en la leche fluída son la cocoa o chocolate, la fresa , vainilla y rompopé.

LECHE CON CHOCOLATE. Esta es la más popular de todas las leches con sabores. Es un producto elaborado con leche entera, leche semidescremada o descremada, cacao en polvo, azúcar y estabilizador.

PROCEDIMIENTO:

- a. Use 92.20% de leche descremada con 1.00% de grasa.
- b. Caliente la leche a 48.85° C (120° F).
- c. Agregue la mezcla de sólidos formada por 6.50% de azúcar, 1.20% de cocoa en polvo y 0.10% de estabilizador para helados.
- d. Pasterice a 71.1° C (160° F) durante 30 minutos.
- e. Homogenice la mezcla a 1 000 libras de presión por pulgada cuadrada.
- f. Enfríe a 4.4° C (40° F) de temperatura.
- g. Envase y almacene en las cámaras frías.

LECHE CON SABOR A FRESA

Receta:

Leche descremada con 1.00% de grasa	91.30%
Azúcar	7.50%
Leche descremada en polvo	1.00%
Sabor a fresa (según fabricante)	0.20%
Color según el gusto.	

PROCEDIMIENTO:

- a. Caliente la leche a 48.85° C (120° F).
- b. Agregue los ingredientes sólidos y el colorante.
- c. Pasteurice a 68.3° C (155° F) durante 30 minutos.
- d. Enfríe la mezcla a 32.2° C (90° F).
- e. Agregue el sabor y mezcle durante 5 minutos.
- f. Enfríe la mezcla a 4.4° C (40° F).
- g. Envase y almacene en cámaras frías.

LECHE CON SABOR A VAINILLA**Receta:**

Leche descremada con 1.00% de grasa	91.00%
Azúcar	6.00%
Leche descremada en polvo	1.00%
Vainilla y color	2.00%

PROCEDIMIENTO: igual que el anterior.

ROMPOPE**FORMULA:**

Grasa	8.00%
SNG	11.00%
Azúcar	8.00%
Estabilizador	0.15%
Sabor	1.00%

INGREDIENTES:

Crema de 45.00% de grasa	13.80 kilogramos
Leche descremada	70.15 kilogramos

Leche entera en polvo	6.90 kilogramos
Azúcar	8.00 kilogramos
Estabilizador	0.15 kilogramos
Sabor	1.00 kilogramos

PROCEDIMIENTO:

- Caliente los ingredientes líquidos a 48.85° C (120° F).
- Mezcle los ingredientes sólidos y agregue a los ingredientes líquidos.
- Pasteurice a 71.1° C (160° F) durante 30 minutos.
- Homogenice a 2 000 libras de presión por pulgada cuadrada.
- Enfríe a 4.4° C (40° F).
- Envase y almacene en las cámaras frías.

DULCES DE LECHE

MANJAR BLANCO. Es un postre muy popular en algunos países y también sirve de relleno de algunos pasteles, tortas, ensaladas de frutas, o en su uso más común como jalea en tostadas.

Existen diferentes sabores de manjar blanco, entre ellos los que tienen sabor a vainilla, miel de abeja, canela y cocoa; el manjar blanco puede variar de acuerdo a su contenido graso, siendo los más apetecidos aquellos que contienen más grasa.

CUADRO N° 55. Composición del manjar blanco.

DETALLE	1	2	3	4
Humedad	27	27	27	25
Grasa	2	4	8	10
SNG	27	27	25	25
Azúcar	44	42	40	40

El manjar blanco Zamorano es elaborado con 25 kilogramos de crema con 40% de grasa, 24.90 kilogramos de leche descremada en polvo con 95% de SNG, 40 kilogramos de azúcar, 10 kilogramos de agua y 0.10 kilogramos de sabor (miel de abejas).

PROCEDIMIENTO:

- a. Pese cada uno de los ingredientes.
- b. Caliente el agua y la crema a 32.2° C (90° F).
- c. Mezcle el azúcar con la leche en polvo.
- d. Agregue los ingredientes sólidos y el sabor en forma lenta y con agitación constante.
- e. Caliente la mezcla hasta 71.1° C (160° F) durante 30 minutos, con agitación constante.
- f. Ponga el manjar en su envase definitivo.
- g. Almacene en las cámaras frías hasta el día siguiente.
- h. El manjar está listo para la venta.

CAPÍTULO 7

ANÁLISIS DE LABORATORIO

PRUEBAS FISICO QUIMICAS^{3, 9, 34, 41, 52, 56, 71, 80}

TOMA DE MUESTRAS. La toma de muestra es un paso de suma importancia ya que de ella depende la veracidad de los resultados del análisis. En la leche, la muestra tomada es generalmente muy pequeña comparada con el volumen con que trabajan las plantas lecheras; por ende un pequeño error puede representar grandes pérdidas económicas.

La muestra debe ser representativa para que los resultados sean los más aproximados a la realidad; para lograr esto se debe considerar el tamaño y forma del recipiente en que se encuentra el producto, la uniformidad y viscosidad del producto y, por último, el tipo y tiempo de agitación o mezclado.

Los productos muy viscosos, por ejemplo, así como los que se encuentran en recipientes rectangulares, requieren de mayor tiempo de agitación para obtener un mezclado uniforme.

Cuando las cantidades de donde se va a tomar las muestras líquidas son pequeñas, basta con transferir el líquido de un recipiente a otro, de tres a cuatro veces.

Cuando las cantidades son grandes, pueden ser agitadas con medios mecánicos adecuados por lo menos durante 5—10 minutos.

Cuando la muestra va a representar al contenido de varios recipientes, tome dos muestras por cada 2—5 recipientes, tres por 6—60, cuatro por 61—80, cinco por 81—100 y finalmente una muestra más por cada 100 recipientes adicionales o fracción de ella.

Las muestras más comunes en una planta lechera son las tomadas a vacas individuales, tanques de almacenamiento y envases que van al consumidor.

Las muestras para algunos análisis, como el de grasa, pueden ser individuales o compuestas: las muestras individuales son aquellas tomadas en cantidades iguales a 100—125 cc y que provienen de una sola fuente. Las muestras compuestas son las formadas por la mezcla de muestras individuales tomadas en cantidades proporcionales al total del producto que representan; estas muestras generalmente son almacenadas de 10 a 15 días y, para evitar su deterioro, además de la refrigeración se le agrega una sustancia preservativa, que puede ser el cloruro de Mercurio, la formalina o el dicromato de potasio.

El preservativo más usado en las plantas es el cloruro de Mercurio ($\text{Cl}_2 \text{Hg}$) y generalmente una tableta de un gramo, con 0.45 gramos de material activo, es suficiente para mantener en buen estado una muestra de 240 cc durante 15 días.

Cuando las muestras van a ser utilizadas para averiguar sólidos y cenizas es recomendable el uso de 1 cc de formalina por cada 250 cc de muestra, para preservarla durante 15 días. La formalina es una solución de formaldehído al 36—40%.

Cuando se trabaje con muestras compuestas, debe asegurarse que el preservativo esté bien mezclado con la muestra, que la temperatura de almacenamiento sea entre 1.6 y 18.3°C (35 y 65°F) y que los frascos estén bien tapados, para evitar la evaporación de la muestra.

Al realizar pruebas de muestras compuestas, caliente la muestra en baño-maría a 43.3°C (110°F) hasta que la muestra alcance la temperatura de 35—40.5°C (95—105°F); agite la muestra en forma suave hasta que todas las partes estén bien mezcladas y, finalmente, pase la muestra de un recipiente a otro, tres veces, antes de tomar la

muestra con la pipeta apropiada y a la temperatura de 13.3–35.5°C (56–96°F), ya que a mayores temperaturas los resultados son bajos en grasa.

Cuando tome muestras de crema éstas deben ser individuales y analizadas dentro de los primeros tres días de obtenida la crema, ya que la acción enzimática después de tres días da resultados bajos en grasa.

SEDIMENTO

Todo material extraño presente en la leche cocida o pasteurizada es una indicación de falta de cuidado durante el ordeño o el procesamiento de la leche; pero un alto grado de sedimento no necesariamente indica un alto grado de contenido bacterial, así como un bajo contenido de sedimentos tampoco indica un bajo contenido bacterial. En la mayoría de las fincas el uso de filtros reduce el contenido de impurezas microscópicas y, en las plantas, el uso de filtros y clarificadores, por lo cual la prueba de sedimentos no es buen indicador de la limpieza original del producto. Existen dos métodos para determinar el sedimento de la leche: uno de ellos es con muestra tomada después de mezclar bien la leche, y el otro es con muestra tomada directamente del fondo de los tambos, sin agitar la leche. El primero es recomendado para leches en tanques, en proceso o en envases listos para el consumidor, y el segundo para la leche cruda en los tambos de 20 a 40 litros que trae el productor a la planta.

METODO DE MUESTRA AGITADA

EQUIPO

- a. Probadores de sedimento a presión o vacío.
- b. Discos con área de filtración de 28.57 mm (1 1/8 pulgadas) de diámetro para 3 785 cc (un galón) de muestras o discos de 10.16 mm (0.4 pulgadas) de diámetro para 473 cc (una pinta) de muestra.
- c. Copia de los discos estándar para sedimento.

- d. Agitador.
- e. Mechero.
- f. Vaso químico.

PROCEDIMIENTO

- a. Remueva con un colador toda materia visible que se encuentre en la superficie de la leche, ejemplo: insectos, pelos, basuras, etc., y coloque en un disco marcado.
- b. Agite la leche bien y tome 3 785 cc ó 473 cc de leche, según el tamaño del disco que va a usar.
- c. La temperatura de la leche debe ser de 26.6–32.2°C (80–90°F) cuando la muestra es de 3 785 cc y 32.2–37.8°C (90–100°F) cuando la muestra es de 473 cc, antes de ser forzada a pasar por el disco retenedor de sedimento.
- d. Retire el disco del aparato y colóquelo en un papel hasta que seque.
- e. Compare los resultados en los discos estándar y determine la cantidad de sedimento. En la práctica, los resultados de la prueba de sedimento se expresan así:
 - 1) Limpio, 2) pocas manchas, 3) muchas manchas y 4) sucio.
- f. Para conservar los discos rocíe con formaldehído al 40%.

METODO DE MUESTRA SIN AGITAR

EQUIPO

- a. Igual que en el anterior, con la excepción de que los discos tienen que ser de 28.57 mm (1 1/8 pulgadas) de área de filtración.

PROCEDIMIENTO

- a. Igual al anterior.
- b. Tome 473 cc de muestra directamente del fondo de los

tambos de 20 a 40 litros, sin agitar, introduciendo el probador hasta el fondo y moviendo éste en forma circular y diagonalmente, al mismo tiempo que toma la muestra.

c. Caliente la leche 32.2–37.8°C (90–100°F) manteniendo el aparato debajo de un chorro de agua caliente; luego fuerce la leche a través del disco retenedor del sedimento.

d. Continúe como en el caso anterior.

PESO ESPECIFICO

La determinación del peso específico o gravedad específica de la leche se logra por medio de Lactodensímetros o Termolactodensímetros, con escalas que varían de 15 a 45 o de 20 a 40 grados, calibrados a 15°C (59°F) de temperatura; sin embargo, la lectura del lactómetro puede ser hecha a temperaturas que varían desde 10 hasta 20°C (50–68°F), teniendo presente que por cada grado superior a 15°C debe añadir a la lectura 0.2 unidades, y que por cada grado debajo de 15°C debe restar 0.2 unidades a la lectura del termolactodensímetro. Cuando el termómetro del lactodensímetro de Quevenne está en °F, la lectura debe ser hecha a 60°F o dentro de 50–70°F con la siguiente corrección: agregue 0.1 unidades por cada grado superior a 60°F y reste 0.1 unidades por cada grado debajo de 60°F. En el caso del lactómetro del *New York Board of Health*, la corrección es de 0.3 unidades por cada grado de diferencia a partir de 60°F

Quando se usa el lactómetro de Quevenne, el peso específico es igual a la lectura corregida del lactómetro sobre mil, más uno; así:

$$Pe = \frac{LC}{1\ 000} + 1.00$$

La leche recién ordeñada da resultados erróneos en esta prueba, por lo que debe ser almacenada en cámaras frías un mínimo de 4–5 horas para hacerle la prueba.

EQUIPO

- a. Lactómetro de Quevenne.
- b. Termómetro.
- c. Cilindro especial.

PROCEDIMIENTO

- a. Regule la temperatura de la leche entre 50 y 70° F, preferiblemente a 60° F.
- b. Mezcle la leche pasando de un recipiente a otro, en forma lenta para evitar la incorporación de aire, por lo menos cuatro veces.
- c. Agregue suficiente leche al cilindro, de manera que al colocar el lactómetro el nivel de la leche llegue cerca del borde del cilindro.
- d. Introduzca el lactómetro en la leche, en forma lenta y en el centro, hasta que flote libremente.
- e. Deje que el lactómetro se estabilice.
- f. Simultáneamente tome la temperatura y lea el lactómetro en la parte superior del menisco.
- g. Registre las lecturas y haga las correcciones necesarias para averiguar el peso específico, que es igual a los gramos que pesa un litro de leche.

CALCULO DE SOLIDOS TOTALES (ST)

$$ST = \frac{\text{Lectura corregida del lactómetro}}{4} + (1.2 \times \% \text{ de grasa})$$

EJEMPLO. Calcule los ST de una muestra de leche con 3.5% de grasa y con 31 grados en lactómetro a 60° F.

$$a. \quad ST = \frac{31}{4} + (1.2 \times 3.5)$$

b. $ST = 7.75 + 4.20$

c. $ST = 11.95\%$

CALCULO DE SOLIDOS NO GRASOS (SNG)

$$SNG = \frac{\text{Lectura corregida del lactómetro}}{4} + (0.2 \times \% \text{ de grasa})$$

EJEMPLO. Calcule los SNG de una muestra de leche con 3.5% de grasa y con 31 grados en lactómetro a 60° F.

a. $SNG = \frac{31}{4} + (0.2 \times 3.5)$

b. $SNG = 7.75 + 0.70$

c. $SNG = 8.45\%$

DETERMINACION DE SOLIDOS NO GRASOS

EQUIPO.

- Balanza analítica.
- Plato de pesar.
- Baño de vapor de agua.
- Horno a 98–100° C (208.4–212° F).
- Secador.

PROCEDIMIENTO

- Pese el plato de pesar previamente secado en el secador.
- Pese 2.5 gramos de muestra.

- c. Caliente la muestra con el vapor de agua durante 10–15 minutos.
- d. Caliente la muestra en el horno durante tres horas.
- e. Enfríe la muestra en el secador.
- f. Pese el residuo de la muestra y reporte como sólidos totales.

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

EQUIPO

- a. Balanza para humedad de CENCO.
- b. Platos especiales para muestra.

PROCEDIMIENTO

- a. Encienda la luz de la escala.
- b. Gire la escala hasta que el 100% coincida con la marca fija.
- c. Mueva el indicador hasta la marca fija.
- d. Gire la escala hasta que el 0% coincida con la marca fija.
- e. Agregue suficiente muestra hasta que el indicador coincida con la marca fija; aproximadamente cinco gramos es lo requerido.
- f. Tape, encienda la lámpara y regule el termostato a 90°C, 100°C y 105°C al final de la evaporación.
- g. A medida que el indicador va subiendo, bájelo con la escala graduada en porcentajes hasta que quede fijo durante tres minutos.
- h. La lectura en la escala representa el porcentaje de humedad de la muestra.

NOTA: La diferencia entre 100% y el porcentaje de humedad es el porcentaje de sólidos totales.

ACIDEZ TITULABLE (AT)

MUESTRA 1

Leche entera, leche pasteurizada, leche descremada, suero de mantequilla o suero de queso.

EQUIPO

- a. Bureta especial calibrada en porcentaje o bureta regular calibrada en cc.
- b. Taza de porcelana con interior blanco.
- c. Pipeta de 9 cc o de 18 cc.
- d. Gotero.

REACTIVOS

- a. Solución 0.1 normal de hidróxido de sodio.
- b. Solución alcohólica de 1.00% de fenolftaleína (1 gramo de fenolftaleína 99 gramos de alcohol etílico de 95%).

PROCEDIMIENTO

- a. Ajuste la temperatura de la muestra a 20°C (68°F) de temperatura.
- b. Tome 9 cc de muestra.
- c. Agregue de 3 a 4 gotas de fenolftaleína.
- d. Agregue en forma lenta y con agitación continua el hidróxido de sodio 0.1 N, hasta que aparezca un color ligeramente rosado y éste no se desvanezca durante 30 segundos por lo menos.
- e. Registre la cantidad de hidróxido de sodio agregado.
- f. Multiplique los cc de hidróxido de sodio por 0.10 para

convertirlos en porcentaje. Este porcentaje es expresado como ácido láctico presente en la muestra.

$$AT = \frac{\text{cc de 0.1 N de NaOH} \times 0.009}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

g. La bureta calibrada en porcentaje da el porcentaje de acidez titulable.

h. Cuando use doble cantidad de muestra, divida el resultado final entre dos.

MUESTRA 2

Crema dulce, crema ácida, mezcla para helados y leche evaporada.

EQUIPO

- a. Igual que para la acidez titulable (AT) de la leche.
- b. Balanza.

REACTIVOS

- a. Igual que para la AT de la leche.
- b. Agua destilada.

PROCEDIMIENTO

- a. Pese 9 gramos de muestra directamente dentro de la taza para titulación.

- b. Agregue de 9 a 18 cc de agua destilada.
- c. Agregue de 6 a 9 gotas de fenolftaleína al 1%.
- d. Titule la muestra con hidróxido de sodio de 0.1 N hasta que aparezca el color rosado.
- e. Siga como en el caso anterior.
- f. Titule una cantidad de agua destilada igual a la usada en la dilución de la muestra; si tiene algo de acidez, reste de la acidez de la muestra.

ACIDEZ TITULABLE EN LA LECHE CON CHOCOLATE

EQUIPO

- a. Bureta
- b. Taza de porcelana.
- c. Balanza.
- d. Mechero.
- e. Pipeta.
- f. Placa de porcelana con cavidades circulares.

REACTIVOS

- a. Hidróxido de sodio al 0.1 N.
- b. Solución del 1% de fenolftaleína.
- c. Agua destilada.

PROCEDIMIENTO

- a. Caliente la muestra a temperatura ambiente.
- b. Pese nueve gramos de la muestra.
- c. Agregue 18 cc de agua destilada.
- d. Agregue un poco de hidróxido de sodio, con agitación constante.

- e. Transfiera dos gotas, una a cada depresión o concavidad de la placa de porcelana.
- f. Agregue una gota de fenolftaleína a una de las gotas de muestra y compare el color de ambas gotas de la muestra.
- g. Si no hay cambio de color, agregue otro poco de hidróxido de sodio a la muestra y repita los pasos e. y f.
- h. Continúe repitiendo el paso g. hasta que aparezca el color rosado y permanezca por 30 segundos.
- i. Tome la lectura y haga los cálculos necesarios para obtener la acidez titulable.

ACIDEZ TITULABLE EN QUESOS

PROCEDIMIENTO

- a. Pese 3 gramos de queso en la taza de porcelana.
- b. Agregue 10 cc de agua destilada.
- c. Trate de convertir el queso en una pasta, con la ayuda de un mazo de porcelana.
- d. Agregue tres gotas de fenolftaleína al 1%.
- e. Titule con hidróxido de sodio de 0.1 N hasta que aparezca el color rosado.
- f. Multiplique los cc de hidróxido de sodio por 0.3 para encontrar la acidez titulable.

PRUEBA DE ALCOHOL

Esta prueba sirve para determinar la facilidad de coagulación de la leche expuesta al calor; si la leche se coagula en presencia de alcohol significa que no puede ser sometida a tratamiento térmico. La coagulación de la leche en esta prueba puede ser debida a la presencia de calostro, de leche ácida, leche de lactancia avanzada o leche con desbalance de sales; por ello no se puede depender de esta prueba para aceptar o rechazar leche en una planta.

EQUIPO

- a. Alcohol etílico de 68% (72 cc de alcohol de 95% mezclado con 28 cc de agua destilada).

PROCEDIMIENTO

- a. Regule la temperatura de la leche a 21° C (69.8° F).
- b. Coloque 5 cc de leche en un tubo.
- c. Agregue 5 cc de alcohol a la muestra.
- d. Invierta el tubo de 3 a 4 veces, en forma lenta, para que la leche se mezcle con el alcohol.
- e. Si la leche muestra pequeñas partículas de cuajada, es positiva; grandes cantidades de grumos o cuajada indican que la acidez de la leche es mayor de 0.20% o que existe cualquier otra anormalidad.

PRUEBA DE FOSFATASA POR EL METODO SCHARER

EQUIPO

- a. Tubos de ensayo con tapones de hule, estériles.
- b. Pipetas estériles.
- c. Buretas.
- d. Vasos químicos.
- e. Baño maría a 40° C (104° F).

REACTIVOS

- a. Indicador de Gibb: 2.6 dibromoquinoncloroimina (BQC), cuyo nombre comercial es Indo-phax. Disuelva una tableta de Indo-phax en 5 cc de alcohol etílico o metílico, lo que equivale a 20 miligramos de BQC en polvo en 5 cc de alcohol.

b. Substrato tamponado de fenilfosfato disódico cuyo nombre comercial es Phox-phax. Disuelva una tableta de Phox-phax en 50 cc de agua destilada, lo que equivale a 0.10 gramos de fenilfosfato disódico en 50 cc de agua destilada.

PROCEDIMIENTO

- a. Tome 5 cc de substrato tamponado.
- b. Agregue 0.5 cc de muestra.
- c. Tape los tubos y mezcle en forma suave.
- d. Incube durante 10 minutos en baño maría a 40°C (104°F).
- e. Agregue 6 gotas de BQC.
- f. Mezcle bien e incube por 5 minutos más.
- g. Saque los tubos del baño maría y enfríelos con agua de la llave.
- h. Agregue 3 cc de alcohol butanol neutro y proceda a la extracción del indofenol azul invirtiendo los tubos 4 veces en forma muy lenta para evitar la emulsificación y deje los tubos en forma horizontal sobre la mesa durante 2 minutos para facilitar la separación del alcohol butanol. Repita la extracción y separación si es necesario.
- i. Compare los resultados con el estándar.
- j. La presencia de un miligramo o más de fenol por cc de leche es una indicación de inadecuada pasteurización o de contaminación con leche cruda.

OBSERVACIONES

- a. Cada muestra debe tener un control positivo preparado con un cc de leche cruda y 99 cc de leche hervida de las cuales se toma 0.5 cc de muestra y un control negativo compuesto por 0.5 cc de leche hervida.
- b. Los falsos positivos pueden ser debido a:
 - 1) Contaminación de la leche pasteurizada con leche cruda.
 - 2) Presencia de fosfatasa de origen bacterial.

- 3) Mala mezcla del substrato con la muestra.
 - 4) Mala mezcla del BQC con el resto.
 - 5) Insuficiente incubación después de agregado el BQC.
 - 6) Reactivos viejos.
 - 7) Uso de tapones de hule sintético.
- c. Prueba y controles positivos debido a:
- 1) Reactivos contaminados.
 - 2) Muestras contaminadas.
 - 3) Presencia de fenol en muestras.
- d. Prueba y controles negativos debido a:
- 1) Reactivos en mal estado.
- e. Todo el equipo usado en esta prueba debe estar esterilizado.
- f. La fosfatasa producida por algunos bacilos resiste altas temperaturas.
- g. La fosfatasa de leches pasteurizadas por el método rápido (TATC) se reactiva en menos tiempo que la sometida al método de sostenimiento.

DETERMINACION DE LA GRASA

Existen varios métodos para medir el contenido de grasa de la leche y sus derivados.

METODO BABCOCK. Fue ideado por S. M. Babcock en 1890 y a pesar de no ser una prueba oficial es muy aceptada en América por ser sencilla, económica y de exactitud muy satisfactoria. La prueba está basada en la digestión o hidrolización de la proteína por medio del ácido sulfúrico; esta reacción produce calor y éste a su vez facilita el ascenso de los glóbulos grasos liberados por la digestión de la proteína.

El otro principio que participa en esta prueba es la fuerza centrífuga que fuerza a los glóbulos grasos a concentrarse en el cuello del butirómetro debido a la diferencia en gravedad específica entre la grasa y la solución ácida, 0.93 y 1.43 respectivamente.

Algunos problemas que generalmente se presentan en esta prueba son la presencia de partículas oscuras o blanquecinas en la columna de grasa, debidas, en el primer caso, a la adición brusca del ácido, mezclado rápido de la muestra con el ácido, exceso de ácido o alta concentración del mismo; en el segundo caso las razones son opuestas a la primera, o sea uso de ácido muy débil, poca cantidad, mal mezclado o uso de una muestra muy fría.

GRASA EN LECHE ENTERA

EQUIPO

- a. Butirómetro, calibrado de 0 a 8%.
- b. Pipeta de 17.6 cc.
- c. Medidor para ácido sulfúrico de 17.5 cc.
- d. Centrifugadora estándar de 18 pulgadas de diámetro y 800 rpm, o equivalente.
- e. Baño maría de 54.4 a 60°C (130–140°F).
- f. Mechero.
- g. Vaso químico (*Beaker*).
- h. Termómetro.
- i. Medidor de la columna de grasa.

REACTIVOS

- a. Agua destilada a 54.4–60°C (130–140°F).
- b. Acido sulfúrico de 1.82–1.83 de gravedad específica a 20°C (68°F).

PROCEDIMIENTO.

- a. Encienda el calentador de la centrifugadora.
- b. Caliente agua destilada a 54.4–60°C (130–140°F).
- c. Ajuste la temperatura de la muestra a 15.6–21.1°C.

(60–70° F) y en caso de muestra compuesta; a 37.75° C (100° F) aproximadamente.

d. Mezcle la muestra pasando de un recipiente a otro, por lo menos cuatro veces.

e. Tome 17.6 cc de muestra, que equivale a 18 gramos (17.6 cc menos 0.16 cc que queda adherida a la pipeta es igual a 17.44 cc de muestra, que multiplicada por la gravedad específica promedio 1.0325 es igual a 18 gramos).

f. Transfiera la muestra al butirómetro y sopla la última gota. Cada muestra debe ser hecha por duplicado y puesta en butirómetros previamente marcados.

g. Agregue 17.5 cc de ácido sulfúrico a cada butirómetro, rotando el butirómetro para que el ácido arrastre la leche adherida al cuello.

h. Mezcle el ácido con la leche en forma lenta, con movimientos rotatorios, hasta que adquiera un color café claro, lo cual generalmente es logrado en 30 segundos.

i. Coloque los butirómetros en los depósitos externos de la centrifugadora, de tal manera que los butirómetros queden unos frente a otros para evitar exceso de vibración de la centrifugadora.

j. Centrifugue durante cinco minutos a la velocidad adecuada.

k. Agregue agua destilada a 54.4–60° C (130–140° F) hasta cerca de un centímetro debajo de la base del cuello del butirómetro y no directamente sobre la muestra.

l. Centrifugue durante 2 minutos.

m. Agregue agua destilada a 54.4–60° C (130–140° F) hasta que la columna de grasa quede entre el cero y 8% del butirómetro.

n. Centrifugue por un minuto.

o. Traslade los butirómetros al baño de agua a 54.4–60° C (130–140° F) de temperatura y asegure que la columna de grasa del butirómetro esté por debajo del nivel del agua. Mantenga los butirómetros en el baño de agua por lo menos durante tres minutos.

p. Mida la columna de grasa que abarca el espacio comprendido entre las bases de los meniscos y averigüe el porcentaje que representa. La columna de grasa debe ser clara, cristalina, de color amarillo y libre de partículas.

q. Las pruebas que muestran columnas de grasa lechosa con partículas que dificulten la lectura deben ser eliminadas y repetidas las pruebas, así como aquellas cuyo duplicado muestra una diferencia mayor de 0.10%.

GRASA EN LECHE HOMOGENIZADA

Para la prueba de grasa de la leche homogenizada use el procedimiento de la prueba de grasa para la leche entera con las siguientes modificaciones en los pasos g. y h.: agregue el ácido sulfúrico en, aproximadamente, tres porciones iguales. Después de cada adición mezcle bien el ácido con la leche, agitando ambos por lo menos durante 15 segundos; cuando haya agregado los 17.5 cc de ácido, agite la muestra durante dos minutos, luego continúe con el paso i.

GRASA EN CREMA

EQUIPO

- a. Butirómetro calibrado de 0 a 50%.
- b. Pipeta de 9 cc.
- c. Medidor de ácido sulfúrico.
- d. Balanza de torsión.
- e. Centrifugadora estandar.
- f. Baño maría de 54.4 a 60° C (130–140° F).
- g. Mechero.
- h. Vaso químico.
- i. Termómetro.
- j. Medidor para la columna de grasa.

REACTIVOS

- a. Agua destilada a 54.4–60° C (130–140° F).
- b. Acido sulfúrico de 1.82–1.83 de gravedad específica.
- c. Glimol.

PROCEDIMIENTO:

- a. Encienda el calentador de la centrifugadora.
- b. Caliente agua destilada a 60° C (140° F).
- c. Ajuste la temperatura de la muestra entre 32.2 y 43.3° C (90–110° F).

- d. Marque los butirómetros por duplicado.
- e. Nivele la balanza con los butirómetros puestos.
- f. Mezcle bien la muestra pasando de un recipiente a otro, por lo menos, cuatro veces.
- g. Pese 9 gramos de muestra en cada butirómetro (una vez nivelada la balanza con los butirómetros puestos, coloque en un extremo la pesa de 9 gramos y en el otro ponga la crema dentro del butirómetro con la ayuda de la pipeta; una vez obtenidos los nueve gramos de muestra retire la pesa y coloque nueve gramos de muestra en ese extremo).
- h. Agregue 10 cc de agua destilada a 60°C (140°F) a cada butirómetro. Haga que el agua arrastre la crema, adherida al cuello del butirómetro.
- i. Mezcle bien la crema con el agua.
- j. Agregue 10 cc de ácido sulfúrico en forma lenta.
- k. Mezcle la mezcla con ácido hasta que tome un color café claro.
- l. Centrifugue por cinco minutos.
- m. Agregue agua destilada a 60°C (140°F) hasta un centímetro abajo del cuello del butirómetro.
- n. Centrifugue por dos minutos.
- o. Agregue agua destilada a 60°C (140°F) hasta que la columna de grasa quede entre 0 y 50%. Si la columna de grasa sobrepasa estos límites, diluya la crema mezclando 50 gramos de agua destilada y repita las pruebas o use 9 gramos de muestra en butirómetros para 18 gramos de muestra y multiplique el resultado por dos para obtener el porcentaje de grasa de la muestra.
- p. Centrifugue por un minuto.
- q. Traslade los butirómetros al baño maría por tres minutos.
- r. Agregue de cuatro a cinco gotas de glimol.
- s. Mida la columna de grasa y averigüe el porcentaje que representa.

GRASA DE LECHE DESCREMADA Y SUERO DE MANTEQUILLA

EQUIPO

- a. Butirómetro de doble cuello calibrado de 0 a 0.50%.
- b. Pipeta de 17.6 cc.
- c. Medidor para ácido.

- d. Centrifugadora.
- e. Baño maría de 54.4–60° C (130–140° F).
- f. Mechero.
- g. Vaso químico.
- h. Termómetro.
- i. Medidor de la columna de grasa.

REACTIVOS

- a. Agua destilada a 54.4–60° C (130–140° F).
- b. Acido sulfúrico de 1.82–1.83 de gravedad específica.

PROCEDIMIENTO

- a. Encienda el calentador de la centrifugadora.
- b. Caliente agua destilada a 60° C (140° F).
- c. Marque los butirómetros por duplicado.
- d. Ajuste la temperatura de la muestra a 15.6–21.1° C (60–70° F).
- e. Mezcle la muestra pasando de un recipiente a otro, por lo menos cuatro veces.
- f. Tome 17.6 cc de muestra y coloque en el butirómetro de doble cuello, a través del cuello ancho.
- g. Agregue de 18 a 20 cc de ácido sulfúrico en, aproximadamente, tres porciones iguales. Mezcle bien después de cada adición del ácido.
- h. Coloque los butirómetros en la centrifugadora, asegurando que el cuello ancho o sin calibrar esté hacia adentro, o sea cerca del eje de la centrifugadora, pero el butirómetro debe estar en el depósito externo.
- i. Centrifugue durante 10 minutos.
- j. Agregue agua destilada a 60° C (140° F).
- k. Centrifugue durante dos minutos.
- l. Agregue suficiente agua para que la columna de grasa quede entre 0 y 0.50%.
- m. Centrifugue por un minuto.
- n. Traslade los butirómetros al baño maría por cinco minutos.
- o. Mida la columna de grasa y averigüe el porcentaje que representa.

GRASA EN SUERO DE QUESOS

Para la prueba de grasa en el suero de los quesos use el procedimiento utilizado para encontrar el porcentaje de grasa de la leche descremada y suero de la mantequilla, con la siguiente modificación en el paso g.: agregue 10 cc de ácido sulfúrico, mezcle bien y luego continúe con el paso h.

GRASA EN QUESOS

EQUIPO

- a. Mortero.
- b. Butirómetro especial para quesos o el usado para la crema.
- c. Balanza.
- d. Espátulas.
- e. Cuchillo.
- f. Centrifugadora.
- g. Medidor de ácido.
- h. Pipetas de 10 cc.
- i. Medidor de la columna de grasa.
- j. Baño-maría a 54.4–60°C (130–140°F).

REACTIVOS

- a. Acido sulfúrico de 1.82–1.83 de gravedad específica.
- b. Agua destilada a 54.4–60°C (130–140°F) y a 71.1–76.6°C (160–170°F).

PROCEDIMIENTO

- a. Encienda el calentador de la centrifugadora.
- b. Caliente agua destilada a 71.1–76.6°C (160–170°F).
- c. Tome una muestra de queso, corte el queso en pedazos muy pequeños y si es posible muele la muestra en el mortero.
- d. Pese nueve gramos directamente dentro del butirómetro, manipule el queso con las espátulas y siempre realice las pruebas por duplicado y en butirómetros previamente marcados.
- e. Agregue 10 cc de agua destilada a 71.1–76.6°C

(160–170° F) a cada butirómetro.

f. Mezcle el queso con el agua durante 60 segundos.

g. Agregue 17.5 cc de ácido sulfúrico y agite hasta que todo el queso esté disuelto.

h. Centrifugue durante cinco minutos.

i. Agregue agua destilada a 54.4–60° C (130–140° F) hasta un centímetro por debajo de la base del cuello.

j. Centrifugue por dos minutos.

k. Agregue agua destilada a 54.4–60° (130–140° F) hasta que la columna de grasa quede entre el 0 y 50%.

l. Centrifugue por un minuto.

m. Traslade el butirómetro al baño maría por tres minutos.

n. Agregue de 4 a 5 gotas de glimol.

o. Mida la columna de grasa y averigüe el porcentaje que representa.

METODO GERBER. Fue ideado por N. Gerber entre 1892 y 1895, y a pesar de no ser una prueba oficial es muy aceptada ya que tiene la misma o quizás mayor precisión que el Método Babcock; asimismo, presenta casi todas las ventajas y desventajas de este método.

GRASA EN LECHE ENTERA U HOMOGENIZADA

EQUIPO

a. Centrifugadora para butirómetros Gerber de 19 a 21 pulgadas de diámetro con capacidad de girar de 1 000 a 1 200 rpm.

b. Butirómetro calibrado de 0 a 8%.

c. Tapones con dos extremos.

d. Medidor para ácido sulfúrico.

e. Medidor para el alcohol amílico.

f. Soporte con seguros para los tapones de los butirómetros.

g. Baño maría a 60 – 62.8° C (140 – 145° F).

h. Termómetro.

i. Medidor de la columna de grasa.

j. Pipeta para leche.

REACTIVOS

- a. Acido sulfúrico de 1 820 – 1 825 de gravedad específica a 15.5° C (60° F).
- b. Alcohol amílico – C₅ H₁₁ OH.

PROCEDIMIENTO

- a. Marque los butirómetros.
- b. Agregue 10 cc de ácido sulfúrico, sin mojar el cuello (cuello húmedo no retiene el tapón).
- c. Agregue 11 cc de muestra, permitiendo que se deslice en forma lenta por las paredes del butirómetro. La muestra debe estar a 15 – 20° C (59 – 68° F).
- d. Agregue un cc de alcohol amílico (*no succione con la boca, es veneno*).
- e. Cierre herméticamente con el tapón de goma.
- f. Mezcle el contenido del butirómetro en forma suave hasta que toda la cuajada haya sido disuelta e invierta el butirómetro unas cuatro veces para terminar de mezclar.
- g. Centrifugue durante 4 minutos a 1 100 rpm.
- h. Coloque los butirómetros en baño maría durante cinco minutos; asegure que el agua cubra toda la columna de grasa.
- i. Mida la columna de grasa comprendida entre las bases de los meniscos y averigüe el porcentaje que representa.
- j. Cuando los resultados de la misma muestra varían en más de 0.10%, repita la prueba.

GRASA EN CREMA

EQUIPO

- a. Butirómetro para crema de 0 a 50%.
- b. Balanza con soporte para butirómetros.
- c. Pipetas para crema.
- d. Centrifugadora.
- e. Tapones con dos extremos.
- f. Medidor de ácido sulfúrico.

- g. Medidor para alcohol amílico.
- h. Medidor de la columna de grasa.
- i. Baño-maría a 60 – 62.8°C (140 – 145°F).
- j. Termómetro.

REACTIVOS

- a. Acido sulfúrico de 1 820 – 1 825 de gravedad específica a 15.5°C (60°F).
- b. Alcohol amílico.

PROCEDIMIENTO

- a. Marque los butirómetros.
- b. Agregue 10 cc de ácido sulfúrico a cada butirómetro.
- c. Pese 5 gramos de crema en cada butirómetro.
- d. Agregue 5 cc de agua destilada a 15.5 – 21.1 °C (60 – 70°F).
- e. Agregue un cc de alcohol amílico.
- f. Tape herméticamente.
- g. Agite el contenido del butirómetro hasta que desaparezcan todas las partículas blancas, luego invierta el butirómetro unas cuatro veces, para terminar de mezclar.
- h. Centrifugue durante cuantro minutos.
- i. Ponga los butirómetros en baño-maría durante cinco minutos.
- j. Mida la columna de grasa y averigüe el porcentaje que representa.

GRASA EN LECHE CON CHOCOLATE

EQUIPO

- a. Igual al usado en la crema.

REACTIVOS

- a. Acido sulfúrico diluido: agregue en forma lenta 94 cc de ácido a 6 cc de agua destilada fría.
- b. Alcohol amílico.

PROCEDIMIENTO

- a. Marque los butirómetros.
- b. Agregue 10 cc de ácido sulfúrico diluido.
- c. Pese 11.25 gramos de muestra dentro de cada butirómetro.
- d. Agregue un cc de alcohol amílico.
- e. Tape herméticamente el butirómetro.
- f. Continúe en los pasos 6 – 10 para el procedimiento de la leche entera u homogenizada.

GRASA EN LECHE DESCREMADA, SUERO DE MANTEQUILLA Y SUERO DE QUESO

EQUIPO

- a. Butirómetros especiales para leche descremada.
- b. El resto es igual que para la prueba de grasa en leche.

REACTIVOS

- a. Igual que para la prueba de grasa en leche.

PROCEDIMIENTO

- a. Igual que para la prueba de grasa en leche con la siguiente modificación: después de puesto el butirómetro en baño maría, centrifugue otra vez por tres minutos y luego coloque en baño maría cinco minutos; esto es suficiente para la leche descremada

pero para el suero de mantequilla o quesos será necesaria una centrifugación adicional de tres minutos.

CUADRO N° 56. Método reactivo Minnesota Babcock N° 735.

PRODUCTO	BUTIROMETRO BABCOCK	MUESTRA	REACTIVO	TIEMPO MIN.**
Leche	Leche	17.6 cc	20 cc	5-8
Crema	Crema	9.0 g	10 cc	3-5
Crema	Crema	18.0 g	20 cc	5-8
L. descremada*	L. descremada	17.6 cc	20 cc	5-8
S. de mantequilla	L. descremada	17.6 cc	20 cc	5-8
L. condensada	Crema	9.0 g	15 cc	12-15
Mezcla para helados	Crema	9.0 g	15 cc	12-15

* Agregue 2 cc de fenoltaleína al 1%, antes de agregar el reactivo.

** Temperatura de exposición de 82.2 - 98.5°C (180 - 210°F).

PROCEDIMIENTO

- a. Marque los butirómetros.
- b. Tome las muestras por duplicados.
- c. Agregue la cantidad indicada de reactivo.
- d. Mezcle bien el reactivo con la muestra.
- e. Coloque los butirómetros en baño de maría a 82.2 - 98.5°C (180 - 210°F) por el tiempo requerido. Durante este tiempo agite la mezcla por lo menos dos veces.
- f. Centrifugue durante 30 segundos.
- g. Agregue agua destilada a 54.4 - 60°C (130 - 140°F) hasta que la columna de grasa quede comprendida en la parte calibrada del cuello del butirómetro.
- h. Centrifugue por 30 segundos.
- i. Coloque los butirómetros en baño maría a 54.4 - 60°C (130 - 140°F) por tres minutos.

j Mida la columna de grasa y averigüe el porcentaje que le corresponde. En las pruebas de crema, mezcla para helados, leche condensada o evaporada, use glimol antes de hacer la lectura de la prueba.

METODO DE MAJONNIER. Este método es oficial, está basado en el método de Roesse-Gottlieb y su uso está reservado, prácticamente, para centros de investigación o grandes plantas lecheras donde el volumen de leche con que trabajan amerita la inversión de equipo.

EL MILKO – TESTER: Es un aparato que da el contenido graso de una muestra en menos de 30 segundos. Es muy usado en las plantas lecheras comerciales, su operación es muy sencilla y debe ser hecha según las instrucciones del fabricante.

OTROS METODOS: Existen muchos otros métodos para encontrar el porcentaje de grasa de la leche y de algunos de sus derivados.

DETERMINACION DE LA PROTEINA

TITULACION EN FORMOL

EQUIPO

- a. Buretas
- b. Taza de porcelana.
- c. Pipetas.
- d. Gotero.

REACTIVOS

- a. Solución de 0.1 normal de hidróxido de sodio.
- b. Solución de 40% de formaldehído (37% de formaldehído y 3% de alcohol metílico).
- c. Indicador, solución de 1% de fenolftaleína en alcohol etílico de 95%.

PROCEDIMIENTO

- a. Tome 17.6 cc de agua destilada.
- b. Agregue 4 cc de formadehído.
- c. Agregue un cc de indicador.
- d. Titule con 0.1N de hidróxido de sodio, hasta que logre el color rosado adecuado; los cc de hidróxido de sodio usado presentan el factor de corrección.
- e. Tome 17.6 cc de leche.
- f. Agregue un cc de indicador.
- g. Titule con 0.1N de hidróxido de sodio hasta lograr el color rosado adecuado.
- h. Agregue 4 cc de formaldehído.
- i. Mezcle bien y deje en reposo durante 5 minutos.
- j. Titule nuevamente con 0.1N de hidróxido de sodio hasta lograr el color rosado adecuado.
- k. Calcule los cc de hidróxido de sodio utilizados en la segunda titulación; luego reste los cc que representan el factor de corrección para obtener el valor, en porcentaje, de la proteína de la leche.
- l. El valor proteínico multiplicado por 0.8335 da el porcentaje de caseína presente en la muestra.

DETERMINACION DE CENIZAS DE LA LECHE

EQUIPO

- a. Balanza analítica de precisión.
- b. Cápsula de platino.
- c. Horno eléctrico con regulador de temperatura.
- d. Desecador con cloruro de calcio anhidro.
- e. Baño-maría a 20° C (68° F).

PROCEDIMIENTO

- a. Caliente la cápsula vacía a 550° C (1 022° F).
- b. Enfríe la cápsula en el desecador hasta que tenga la tempe-

ratura ambiental.

- c. Pese la cápsula.
- d. Pese en la cápsula 10 gramos de muestra.
- e. Coloque la muestra en el horno a 550°C (1 022°F) durante 2–3 horas, o sea hasta que las cenizas estén libres de carbón.
- f. Enfríe la cápsula en el desecador.
- g. Pese la cápsula con las cenizas.
- h. Coloque la cápsula en el horno por 30 minutos.
- i. Enfríe en el desecador.
- j. Pese la cápsula con las cenizas.
- k. Repita los pasos k., i., j., hasta lograr un peso constante.
- l. Calcule el porcentaje de cenizas:

$$\text{Porcentaje de cenizas} = \frac{C_c - C_v}{C_m - C_v} \times 100$$

C_c = Peso de la cápsula con cenizas.

C_m = Peso de la cápsula con muestras.

C_v = Peso de la cápsula vacía.

DETERMINACION DE ADULTERACIONES

ADICION DE AGUA

- a. Adición de 3% de agua o más puede ser detectada mediante el uso del crioscopio.
 - b. Adición de 10% de agua o más puede ser detectada mediante el uso del Lactómetro y la prueba de la grasa. cuando la gravedad específica y el porcentaje de grasa son más bajos que los obtenidos en las muestras tomadas en la finca.
- Para calcular la cantidad de agua agregada a la leche puede usar la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de agua añadida} = \frac{\% \text{ SNG en } M_n - \% \text{ SNG en } M_a}{\% \text{ SNG en } M_a} \times 100$$

M_n = muestra normal.

M_a = muestra adulterada

ADICION DE LECHE DESCREMADA O SUSTRACCION DE GRASA

$$\% \text{ de grasa sustraída} = \frac{\% \text{ G en Mn} - \% \text{ G en Ma}}{\% \text{ G en Mn}} \times 100$$

ADICION DE ALMIDON O MAICENA

- a. Tome 5 cc de muestra.
- b. Agregue 5 gotas de una solución de yodo.
- c. La aparición del color azul en la muestra indica la presencia de almidón.

ADICION DE FORMALDEHIDO

- a. Tome 2 cc de muestra.
- b. Agregue 2 cc de ácido clorhídrico concentrado, al cual se añadió 1 cc de cloruro de hierro (Cl_3Fe) al 10% por cada 500 cc.
- c. Caliente a $80\text{--}90^\circ\text{C}$ ($176\text{--}194^\circ\text{F}$) por un minuto.
- d. La aparición del color violeta indica la presencia de formaldehído en la muestra.
- e. Pequeñas cantidades de extracto de vainilla en la muestra dan resultados similares a los del formaldehído.

ADICION DE PEROXIDO DE HIDROGENO O AGUA OXIGENADA

- a. Tome 2 cc de leche.
- b. Agregue 2 cc de ácido clorhídrico puro.
- c. Agregue 1 gota de solución débil de formalina.
- d. Caliente a 60°C (140°F) de temperatura.
- e. La presencia del color violeta-azul indica que la muestra contiene agua oxigenada.

ADICION DE NEUTRALIZANTES

- a. Tome 5 cc de muestra.
- b. Agregue 5 cc de alcohol etílico al 65%.
- c. Agregue 5 gotas de ácido rosólico al 1%.
- d. La presencia de color rosado indica que la muestra contiene sustancias alcalinas.

ADICION DE COLORANTES

- a. Adición de achiote:
 - 1) Tome 5 cc de leche.
 - 2) Agregue 5 cc de éter.
 - 3) Mezcle bien y deje en reposo hasta que la solución de grasa en éter se separe del resto.
 - 4) La presencia de color amarillo en la solución de grasa-éter indica adición de colorante.
- b. Adición de colorantes de hulla.
 - 1) Tome 10 cc de leche.
 - 2) Agregue 10 cc de ácido clorhídrico.
 - 3) Mezcle bien.
 - 4) La presencia de color rosado indica que la muestra contiene colorantes de hulla.

PRESENCIA DE COMPUESTOS CLORINADOS

- a. Tome 5 cc de muestra.
- b. Agregue 1.5 cc de Yoduro de potasio al 7% (7 gramos de KI en 100 cc de solución acuosa).
- c. La presencia de color amarillo o café indica que la muestra contiene hipocloritos.

ANALISIS DE LA MANTEQUILLA

EQUIPO

- a. Balanza analítica.
- b. Cápsula o taza de aluminio, de níquel o de acero inoxidable.
- c. Horno de secamiento.
- d. Lámpara de alcohol.
- e. Desecador con pentóxido de fósforo, sílica gel, óxido de aluminio activado de otro similar. El cloruro de calcio no es adecuado.
- f. Pinzas.
- g. Frascos con tapa para muestras.
- h. Baño-maría.
- i. Matraz de 250 cc.
- j. Bureta de 50 cc.
- k. Espátula.
- l. Varillas de vidrio.

REACTIVOS

- a. Eter anhidro o éter de petróleo.
- b. Cromato de potasio al 5% (5 gramos de cromato de potasio disueltos en agua destilada hasta completar 100 cc de solución).
- c. Solución de nitrato de plata preparado con 29.064 gramos para 1 000 cc de solución en agua destilada.
- d. Agua destilada.

PROCEDIMIENTO

Preparación de muestra:

- a. Ponga unos 100 gramos de mantequilla en un recipiente.
- b. Caliente la mantequilla a 32.2–35°C (90–95°F) con baño maría.
- c. Mezcle bien la mantequilla hasta que adquiera la apariencia de la mayonesa. En este estado la mantequilla está lista para tomar la muestra.

Determinación de la humedad:

- d. Limpie, seque y deje enfriar a temperatura ambiente la taza para la muestra.
- e. Pese la taza vacía o neutralice su peso en taras.
- f. Pese 10 gramos de muestra de la mantequilla preparada.
- g. Caliente la muestra con un mechero de alcohol o una hornilla eléctrica. Agite constantemente hasta que la muestra adquiera un ligero color café dorado y la espuma haya desaparecido.
- h. Coloque la taza en el desecador y permita que enfríe a temperatura ambiental.
- i. Pese la taza con la muestra. La pérdida en peso de la muestra, debido al calentamiento, representa la cantidad de agua evaporada. Para calcular el porcentaje de humedad basta con aplicar la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso actual}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Determinación de la grasa:

- j. Agregue 100 cc de éter anhidro o éter de petróleo a la taza.
- k. Mezcle bien con la ayuda de una varilla de vidrio y deje en reposo durante 4 minutos.
- l. Decante la solución éter-grasa.
- m. Repita los pasos j., k., l.
- n. Caliente la taza en la hornilla eléctrica (*cuando trabaje con éter no debe usar mecheros*) hasta evaporar todo el éter.
- o. Coloque la taza en el desecador hasta que se enfríe.
- p. Pese el residuo de la muestra (cuajada y sales).
- q. Calcule el porcentaje de grasa:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{Peso sin humedad} - \text{Peso actual}}{\text{Peso sin humedad}} \times 100$$

Determinación de la sal:

- r. Enjuague la taza con 250 cc de agua destilada a 60°C (140°F), dividida en cuatro porciones.

- s. Tome 25 cc de la solución anterior y ponga en una taza para titulación.
- t. Agregue 3 gotas de cromato de potasio al 5%.
- u. Titule con el nitrato de plata hasta que aparezca un ligero color naranja o café rojizo.
- v. Cada centímetro cúbico de nitrato de plata utilizado en la titulación equivale a 1% de sal.

Determinación de la cuajada:

- w. El porcentaje de cuajada es igual a 100, menos los porcentajes de humedad, grasa y sal.

DIFERENCIA ENTRE MANTEQUILLA Y MARGARINA

- a. Caliente unos 10 gramos de muestra en una taza sobre un mechero de alcohol.
- b. La margarina hierve con mucho ruido, salpicando en forma considerable y con poco o nada de espuma; sin embargo, la mantequilla lo hace con menos ruido y abundante espuma.
- c. El aceite de mantequilla es de color amarillo transparente y el de la margarina es opaco o blanquecino.

DETERMINACION DE LA CONCENTRACION DE CLORO

EQUIPO

- a. Vasos químicos.
- b. Varilla de vidrio.
- c. Buretas.
- d. Pipetas.

REACTIVOS

- Solución de yoduro de potasio. Pese 16.5 gramos de IK y agregue agua destilada hasta completar 100 cc de solución.
- Sulfito de sodio de 0.1 Normal. Disuelva 26 gramos de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en agua recién hervida y enfriada a temperatura ambiente y complete a 100 cc de solución.
- Solución de ácido acético glacial al 50% en agua destilada.
- Indicador de Almidón. Mezcle 2 gramos de almidón de papa con agua hasta hacer una pasta. Agregue cerca de 200 cc de agua destilada hirviendo con agitación constante. Agregue cerca de 0.25 gramos de ácido salicílico.

PROCEDIMIENTO

- Ponga 50 cc de una solución de cloro de concentración menos de 500 ppm, en un matraz de 200 cc.
- Agregue 50 cc de la solución de yoduro de potasio.
- Agregue 10 cc de la solución de ácido acético.
- Titule con 0.1N de la solución de sulfito de sodio hasta que cambie de color.
- Agregue 2 gotas de indicador de almidón y continúe la titulación hasta que cambie de color (incoloro).
- Para encontrar las ppm de cloro basta multiplicar los cc de sulfito de sodio usado por 3 546 (1 cc de 0.1N de sulfito de sodio equivale a 0.003546 gramos de cloro disponible y 1% es igual a 10 000 ppm) y dividir entre los cc de muestra.

$$\text{ppm de cloro disponible} = \frac{3\ 546 \times \text{cc de Sulfito de sodio } 0.1\ \text{N}}{\text{cc de muestra}}$$

PRUEBAS BACTERIOLÓGICAS^{5, 6, 17, 18, 30, 41, 79}

PRUEBAS DE REDUCCION

REDUCCION DEL AZUL DE METILENO O RESAZURINA EQUIPO

- Pipetas estériles.
- Tubos de ensayo esterilizados.

- c. Baño-maría a 37° C (98.6° F).
- d. Cestas o rejillas.
- e. Frascos esterilizados para los reactivos.

REACTIVOS

- a. Azul de metileno. 1) Disuelva una tableta de azul de metileno en 200 cc de agua destilada recién hervida; 2) disuelva un gramo de azul de metileno en 500 cc de agua destilada recién hervida, luego tome 1 cc de esta solución y diluya hasta 40 cc con agua destilada recién hervida; 3) tome 5 cc de la solución alcohólica saturada de azul de metileno y mezcle con 195 cc de agua destilada recién hervida.
- b. Solución de resazurina. 1) Disuelva una tableta de resazurina en 200 cc de agua destilada recién hervida; 2) disuelva un gramo de resazurina en 200 cc de agua destilada recién hervida.

PROCEDIMIENTO

- a. Ponga 1 cc de colorante en un tubo de ensayo esterilizado.
- b. Agregue 10 cc de leche cruda.
- c. Mezcle bien ambos.
- d. Incube en baño-maría a 37° C (98.6° F).
- e. Para la prueba de azul de metileno haga la primera lectura de los 30 minutos, la segunda una hora después de la primera y así sucesivamente, pero registre el resultado en intervalos de horas completas
- f. Para la prueba de resazurina haga la lectura después de una hora de incubación.
- g. Interprete los resultados de acuerdo al Cuadro N° 57.

CUADRO N° 57. Clasificación de la leche cruda según prueba de reducción.

RESAZURINA	AZUL DE METILENO	TIPO DE LECHE CRUDA
Azul pastel	5 horas o más	muy buena
Violeta azulado	3 a 5 horas	buena
Violeta rojizo	1 a 3 horas	regular
Rosado	0.5 a 1 hora	mala
Blanco	menos de 0.5 horas	muy mala

COMPUTO DE BACTERIAS

METODO MICROSCOPICO

EQUIPO

- a. Microscopio.
- b. Pipetas capilares de 0.01 cc.
- c. Placa de referencia con cuadros de 1 cm² de área.
- d. Mocrómetro.
- e. Mechero de Bunsen.

REACTIVOS

- a. Xilol.
- b. Alcohol etílico al 90%.
- c. Aceite de inmersión.
- d. Azul de metileno: 1) 10 cc de solución acuosa saturada de azul de metileno y 90 cc de solución de fenol al 2.5%; 2) 0.3 gramos de azul de metileno en 30 cc de alcohol de 95% y 100 cc de agua destilada; 3) agregue 0.6 gramos de azul de metileno a 52 cc de alcohol etílico de 95%, 44 cc de tetracloroetano, mezcle bien y deje en reposo por 24 horas a 4.4–7.20°C (40–45°F), luego agregue 4 cc de ácido acético glacial, filtre (Whatman N° 42) y guarde bien cerrado.

PROCEDIMIENTO

CALCULO DEL FACTOR MICROSCOPICO

- a. Mida el diámetro del campo microscópico bajo el lente de inmersión en aceite. La medición debe ser hecha en mm, tomando en cuenta hasta tres decimales.
- b. Encuentre el radio (r) del campo dividiendo el diámetro entre dos.
- c. Calcule el área del campo microscópico (Ac) con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$Ac = 3.1416 r^2$$

El resultado es expresado en mm^2 .

d. Convierta los mm^2 del área del campo en cm^2 , dividiendo los mm^2 entre 100.

e. Calcule el número de campos microscópicos (N_c) que hay en cm^2 ; dividiendo un cm^2 entre el área de cada campo microscópico, en cm^2 .

$$N_c = \frac{1 \text{ cm}^2}{A_c \text{ cm}^2}$$

f. El factor microscópico (FM) es igual al número de campos (N_c) por 100; debido a la cantidad de muestra usada que fue de 0.01 cc.

$$FM = \frac{100}{A_c}$$

CALCULO DEL FACTOR DE TRABAJO (FT)

a. El factor de trabajo es igual al factor microscópico dividido entre el número de campos contados (N_{cc}).

$$FT = \frac{FM}{N_{cc}}$$

COMPUTO DE BACTERIAS SEGUN EL METODO MICROSCOPICO (CBM)

a. El resultado final está dado por el número de organismos contados (N_{oc}) multiplicado por el factor de trabajo (FT).

$$CBM = N_{oc} \times FT$$

b. El resultado final también puede ser obtenido multiplicando el factor microscópico (FM) por el número de organismos

contados (noc), dividido entre el número de campos contados (Ncc).

$$\text{CBM} = \frac{\text{FM} \times \text{Noc}}{\text{Ncc}}$$

c. Por último, el resultado puede ser obtenido dividiendo el número de organismos contados (Noc) entre el número de campos contados (Ncc) para luego multiplicar por el resultado de la división de uno entre el área del campo microscópico (Ac) y todo esto multiplicado por 100.

$$\text{CBM} = \frac{\text{Noc}}{\text{Ncc}} \times \frac{1}{\text{Ac}} \times 100$$

d. El resultado es expresado en cantidades de bacterias por centímetro cúbico de muestra.

PREPARACION, TEÑIDO Y COMPUTO

- a. Extienda 0.01 cc de muestra en un cm^2 de área.
- b. Seque la muestra al aire en no más de 10 minutos.
- c. Fije la película de muestra con calor (evite sobrecalentamiento) o con alcohol etílico al 90% durante un minuto.
- d. Sumerja la placa en xilol durante 2 minutos para remover la grasa.
- e. Deje secar al aire.
- f. Sumerja la placa en azul de metileno durante 2 minutos y deje secar la placa.
- g. Lave el exceso de colorante con agua, en forma suave para evitar la remoción de la muestra y deje secar la placa.
- h. Examine la película de muestra bajo el objetivo de inmersión de aceite. Cuente, por lo menos, 30 campos. La cuenta debe ser hecha en forma de cruz, empezando en el cuarto campo después del borde y dejando tres campos de por medio; cuente hasta completar 15 campos en sentido horizontal; luego repita el procedimiento anterior en sentido vertical.

METODO DE PLACAS (CBP)**EQUIPO**

- a. Pipetas estériles de 1.1, 2.2 y 11 cc.
- b. Placas de Petri.
- c. Lápiz de cera.
- d. Mechero Bunsen.
- e. Termómetro.
- f. Frascos para dilución.
- g. Frascos para el medio de cultivo.
- h. Autoclave.
- i. Horno.
- j. Incubador.
- k. Luna de aumento para ver colonias.
- l. Contador mecánico.
- m. Baño de maría.
- n. Potenciómetro.
- o. Balanza.

REACTIVOS

- a. Agua tamponada estéril, para diluciones.
- b. Agua destilada.
- c. Medio de cultivo.
- d. Fosfato de potasio.
- e. Hidróxido de sodio 0.1N.

PROCEDIMIENTO**Esterilización de pipetas y placas:**

- a. Coloque las pipetas en depósitos metálicos con tapa, diseñados para este fin; los orificios del depósito y los de la tapa deben coincidir. También puede empacar cada pipeta individualmente en papel.
- b. Coloque las placas de Petri en depósitos similares a los de las pipetas o empaque en papel.
- c. Las placas y las pipetas deben estar limpias, enjuagadas con agua destilada y secas antes de ser empacada.

- d. Ponga las placas y pipetas en el horno a 170°C (338°F) durante dos horas. No llene los estantes del horno a más del 75% de capacidad.
- c. Deje enfriar a temperatura ambiente y guarde en un lugar libre de polvo e insectos.

Preparación del agua de dilución:

- a. Disuelva 3.4 gramos de fosfato monopotásico (KH_2PO_4) en 50 cc de agua destilada.
- b. Ajuste el pH a 7.2 con hidróxido de sodio 0.1N.
- c. Complete a 100 cc de dilución. Deje suelta la tapa.
- d. Esterilice a 121°C (249.8°F) por 15 minutos y deje enfriar lentamente.
- e. Guarde en refrigeración hasta ser usado.
- f. Tome 1.25 cc de la solución anterior y agregue agua destilada hasta completar los 1 000 cc.
- g. Coloque aproximadamente 101 cc de esta agua tamponada en cada frasco de dilución, para que al final quede 99 ± 2 cc.
- h. Deje suelta la tapa. Esterilice a 121°C (249.8°F) por 15 minutos y deje enfriar lentamente.
- i. Almacene en refrigeración hasta ser usado.

Preparación del medio de cultivo:

- a. Pese 23.5 gramos de medio de cultivo deshidratado para cómputo bacterial en placas o pese cada uno de sus componentes, según la APHA, USP o ADAC:

1) Triptoria o caseína digerida por jugo pancreático	5.00 gramos
2) Extracto de levadura	2.50 gramos
3) Glucosa	1.00 gramos
4) Agar	15.00 gramos
Total	23.50 gramos

- b. Agregue 1 000 cc de agua destilada.
- c. Caliente el agua hasta el punto de ebullición para disolver el medio de cultivo.

- d. Coloque el medio de cultivo hirviendo en frascos para cultivos; deje suelta la tapa.
- e. Esterilice a 121° C (249.8° F) durante 15 minutos.
- f. Deje enfriar lentamente.
- g. Cierre bien la tapa y guarde en una refrigeradora.
- h. El pH del medio de cultivo debe ser 7.0 ± 0.1 a 25° C (77° F), después de la esterilización.

Preparación, incubación y cómputo.

- a. Ajuste la temperatura del agua de dilución a 15–25° C (59–77° F) para muestra de leche, y a 35–40° C (95–104° F) para muestra de crema.
- b. Derrita el medio de cultivo colocando el frasco en agua hirviendo; luego manténgalo en baño-maría a 45° C (113° F).
- c. Marque las placas de Petri con el número de la muestra, factor de dilución, iniciales, fecha y hora, por duplicado.
- d. Ponga una placa de Petri para control del agua de dilución y otro para el control del medio de cultivo.
- e. Mezcle las muestras y diluciones agitando unas 25 veces, en una distancia de 30 centímetros y en un tiempo de 7 segundos.
- f. Prepare las diluciones en tal manera que en cada placa el número de colonias fluctúe entre 30 y 300. Si la muestra es leche cruda, el contenido bacterial puede que varíe de 100 000 a 1 000 000; en este caso las diluciones deben ser de 1:1 000 y de 1:10 000. Para lograr estas diluciones se procede así:

1) Tome un cc de muestra y coloque en un frasco de dilución de 99 cc. Sople la última gota de la pipeta pero no enjuague ésta con el agua de dilución. Mezcle bien; aquí se tiene una dilución de 1:100.

Si se toma 0.1 cc de esta solución y se la coloca en una placa Petri se tiene una dilución de 1:1 000.

2) Tome 1 cc de la dilución de 1:100 y coloque en un frasco de dilución de 99 cc; no sople la última gota ni enjuague la pipeta; mezcle bien. Aquí se tiene una dilución de 1:10 000. Transfiera 1 cc de esta dilución en la placa de 1:10 000

3) Para cualquier otra dilución se procede en forma similar excepto cuando la dilución es de 1:10, en cuyo caso se toma 11 cc de la muestra para 99 cc de agua de dilución y después de mezclar tome 1 cc para la placa de 1:10.

g. Coloque 1 cc de agua de dilución a la placa de control del agua de dilución.

- h. Agregue de 10 a 12 cc de medio de cultivo a 45°C (113°F) en cada placa. Destape solo lo suficiente para verter el medio de cultivo.
- i. Mezcle la muestra y el medio en forma suave con 5 movimientos rotativos, en dirección de la aguja del reloj, 5 en sentido contrario, 5 movimientos en línea recta de derecha a izquierda y viceversa, 5 de atrás hacia el frente y viceversa, y finalmente 5 en la forma que inició el mezclado.
- j. Permita que el medio de cultivo solidifique.
- k. Invierta las placas e incube a 32°C (89.6°F) por 48 ± 3 horas.
- l. Cunte las colonias con la ayuda del contador de colonias Quebec. Multiplique el número de colonias contadas por el factor de dilución para averiguar el número de colonias en la muestra.

- 1) Cunte las colonias al término del período de incubación; si son muchas placas almacene a 5°C (41°F) por no más de 24 horas.
- 2) Seleccione las placas con 30–300 colonias y que estén libres de bacterias móviles (Spreader). Cunte inclusive las colonias del tamaño de la punta de un alfiler. (Cuadro N° 58, ejemplo 1).
- 3) Cuando tenga placas en duplicado, dentro de las regulaciones, cunte ambas, multiplique por la dilución y saque el promedio aritmético. (Cuadro N° 58, ejemplos del 11 al 15).
- 4) Cuando tenga placas de diluciones consecutivas, multiplique el número de colonias contadas por el factor de dilución y saque el promedio aritmético; pero si uno de ellos es mayor que el doble del menor, sólo reporte el menor. (Cuadro N° 58, ejemplos 2 y 3).
- 5) Cuando el crecimiento de bacterias móviles no abarca más del 50% o cuando las colonias están bien distribuidas en el área sin bacterias móviles, puede contar las colonias de esa placa; caso contrario reporte bacterias móviles (Bm).
- 6) Cuando ninguna placa tiene menos de 300 colonias, cunte las placas que estén más cerca a 300 y proceda de acuerdo a las regulaciones. (Cuadro N° 58, ejemplos 6 y 10).
- 7) Cuando ninguna placa llega a 30 colonias reporte como menos de 30 multiplicando por la menor dilución. (Cuadro N° 58, ejemplo 7).
- 8) Los accidentes de laboratorio (AL) pueden ser cuando no haya crecimiento bacterial, demasiado crecimiento de bacterias

móviles, contaminación conocida, u otro. (Cuadro N° 58, ejemplos 5, 8 y 9).

9) Para computar el número de colonias por cc de muestra, multiplique el total de colonias contadas, el promedio o el número estimado por el factor de dilución y exprese como CBP/CC.

10) Registre únicamente las dos primeras cifras o dígitos de la izquierda seguido de ceros. (Cuadro N° 58, ejemplos 1 y 10).

11) Cuando el número de colonias es menor de 10 por cm^2 , cuente 13 cm^2 (6 y 7 en forma de cruz) y multiplique por 5 para estimar el número total de colonias en la placa de 65 cm^2 .

12) Cuando el número de colonias es mayor de 10 por cm^2 , cuente 4 cm^2 y multiplique por 16.25 para estimar el número total de colonias en la placa de 65 cm^2 .

CUADRO N° 58. Ejemplos de cómputo de colonias.

MUESTRA	COLONIAS POR DILUCION		CBP A 32° C
	1:100	1:1 000	
1	234	28	23 000
2	293	41	35 000
3	140	32	14 000
4	Bm	31	31 000
5	1 365	Bm	AL
6	—	355	360 000
7	18	—	3 000
8	0	0	AL
9	Bm	5	AL
10	325	25	33 000
11	175	16	19 000
	208	17	
12	322	23	30 000
	278	29	
13	296	40	33 000
	378	24	
14	138	42	15 000
	162	30	
15	274	35	30 000
	230	Bm	

COMPUTO DE COLIFORMES

MEDIO DE CULTIVO SOLIDO

- a. Prepare el agar rojo-violeta de bilis, según indicaciones del fabricante, y si ya está preparado licúe en agua hirviente y mantenga en baño-maría a 45° C (113° F).
- b. Marque las placas de Petri estériles con el número de la muestra, dilución, iniciales, fecha y hora. Use una placa para el control del agar.
- c. Ponga 0.1 cc de muestra en la placa marcada con dilución 1:10.
- d. Ponga un cc de muestra en otra placa y un cc en la placa control de agar.
- e. Agregue a cada placa 12 cc del medio de cultivo y mezcle como en el caso anterior.
- f. Una vez que el medio de cultivo esté sólido, agregue 4 cc de medio de cultivo sobre él y haga que cubra toda la superficie.
- g. Cuando la segunda porción de medio de cultivo esté sólido, invierta la placa e incube a 32° C (89° F) durante 24 ± 2 horas.
- h. Cuente todas las colonias de color rojo oscuro que midan más de 0.5 mm de diámetro.
- i. Reporte el número de colonias contadas por cc de muestra.

CUADRO N° 59. Clasificación de la leche según el cómputo de bacterias y coliformes.

PRODUCTO	CBP/cc	COLIFORMES/cc	LUGAR
L. consumo directo	50 000		C.A.
L. cruda clase A	400 000		C.A.
L. cruda clase B	1 000 000		C.A.
L. pasteurizada	10 000	10	C.A.
L. en polvo consumo humano.	50 000	90	C.A.

Continuación Cuadro N° 59.

PRODUCTO	CBP/cc	COLIFORMES/cc	LUGAR
L. en polvo uso industrial.	300 000	90	C.A.
L. en polvo uso animal.	500 000	90	C.A.
Mantequilla		10	C.A.
L. cruda grado A	100 000		USA.
L. pasteurizada grado A	20 000	10	USA.
Crema cruda	200 000		USA.
Crema pasteurizada	40 000	10	USA.
L. con sabores	100 000	10	USA.
L. cruda grado A	100 000		Mex.
L. cruda grado B	500 000		Mex.
L. cruda grado C	1 000 000		Mex.
L. pasteurizada A	30 000		Mex.
L. pasteurizada B	100 000		Mex.
L. cruda grado A	300 000		P.R.
L. cruda grado B	500 000		P.R.
L. pasteurizada	30 000		P.R.
L. cruda	500 000		Perú
L. pasteurizada	50 000		Perú
C.A.	=	Centroamérica y Panamá.	
P.R.	=	Puerto Rico.	
Mex.	=	México.	

APÉNDICE

CALCULO DEL VALOR DE LA CREMA VENDIDA EN BOTELLAS**PROBLEMA 1.**

Determine el valor de la grasa de una botella de crema con 20% de grasa vendida en 0.80 de dólar:

- a. Una botella es igual a 757 cc en Honduras.
- b. La gravedad específica de la crema con 20% de grasa es 1.011.
- c. El peso de una botella de crema con 20% de grasa es igual a $757 \times 1.011 = 765.3$ gramos.
- d. La cantidad de grasa en una botella de crema es igual a $765.3 \times 0.20 = 0.153$ kilogramos.
- f. El valor de la grasa es igual a $0.90:0.153$ kilogramos = \$ 5.23 por kilogramo.

PROBLEMA 2.

Cómo obtener \$ 5.00 por kilogramo de grasa en una crema con 30% de grasa.

- a. La gravedad específica de la crema con 30% de grasa es 1.002.
- b. Una botella de agua es igual a 757 cc.
- c. El peso de una botella de crema es igual a:

$$757 \times 1.002 = 758.5 \text{ gramos.}$$

- d. La cantidad de grasa en la crema es igual a:

$$758.5 \times 0.30 = 227.55 \text{ gramos.}$$

- e. El valor de una botella de crema con 30% de grasa es igual a:

$$0.227 \times 5.00 = 1.138 \text{ dólares.}$$

f. Si mantiene el valor de la grasa en \$ 5.00 y sólo varía el porcentaje de grasa en la crema a 35%, puede calcular el precio, así:

$$0.30 \qquad 1.138$$

$$0.35 \qquad X$$

$$X = \frac{0.35 \times 1.138}{0.30}$$

$$X = 1.33 \text{ dólares.}$$

PROBLEMA 3.

Determine la mejor alternativa para vender sabiendo que los precios son fijos para la leche y la crema.

- Precio de la botella de leche con 35% de grasa es igual a \$ 0.12.
- Precio de la botella de crema con 30% es igual a \$ 1.25.
- Precio de la botella de leche descremada es igual a \$ 0.02.
- Encuentre el precio por kilogramo de grasa en la leche.

- 1 bot. de leche es igual a 757 cc.
- 1 bot. de leche es igual a $757 \times 1.032 = 781 \text{ g}$
- 1 bot. de leche contiene $781 \times 0.035 = 27.33$ gramos de grasa; por lo tanto:
- $0.12 : 0.2274 = 5.50$ dólares por kilogramo de grasa.

e. Encuentre el precio por kilogramo de grasa en la crema:

- 1b bot. de crema es igual a 757 cc.
- 1 bot. de crema es igual a $757 \times 1.002 = 758 \text{ g}$
- 1 bot. de crema contiene $758 \times 0.30 = 227.4$ gramos de grasa; por lo tanto:

4) $1.25 : 0.2274 = 5.50$ dólares por kilogramo de grasa.

f. Ya que el precio de la leche está basado en el volumen de 1 botella, calcule la cantidad de leche descremada que obtendrá al producir la crema con 30% de grasa.

$$\text{Cantidad de crema} = 0.035 : 0.30 = 0.116$$

Cantidad de leche descremada:

$$1 - 0.116 = 0.883$$

Cantidad total de leche descremada:

$$0.883 \times 757 = 668 \text{ cc.}$$

El valor de la leche descremada es igual a:

$$0.02 \times \frac{668}{757} = 0.018 \text{ dólares.}$$

Si se toma en cuenta el valor de la leche descremada, el valor de la grasa en la leche baja a:

$$0.12 - 0.018 = 0.102 : 0.02733 = 3.73 \text{ dólares.}$$

En resumen:

Al vender la grasa en forma de crema gana 1.11 dólares por cada kilogramo de grasa más lo que obtiene por la venta de la leche descremada, que en este ejemplo equivale a 0.66 dólares por cada libra de grasa que es convertida en crema.

CUADRO N° 60. Conversión de pesos y medidas.

1 pulgada	=	2.54 centímetros
1 pie	=	0.3048 metros
1 yarda	=	0.9144 metros
1 pulgada cuadrada	=	6.452 centímetros cuadrados
1 pie cuadrado	=	0.0929 metros cuadrados
1 yarda cuadrada	=	0.836 metros cuadrados
1 pulgada cúbica	=	16.39 centímetros cúbicos
1 pie cúbico	=	28.32 litros
1 pinta inglesa	=	0.568 litros
1 pinta americana	=	0.473 litros
1 cuarto de galón	=	1.136 litros
1 galón americano	=	3.785 litros
1 galón imperial	=	4.550 litros
1 onza inglesa	=	28.35 gramos
1 libra inglesa	=	0.454 kilogramos
1 libra por pulgada cuadrada	=	0.07 kg por cm ²
1 centímetro	=	0.394 pulgadas
1 metro	=	3.281 pies
1 metro	=	1.093 yardas
1 centímetro cuadrado	=	0.155 pulgadas cuadradas
1 metro cuadrado	=	10.764 pies cuadrados
1 centímetro cúbico	=	0.061 pulgadas cúbicas
1 metro cúbico	=	35.32 pies cúbicos
1 kilogramo	=	2.2046 libras inglesas.

CUADRO N° 61. Escalas termométricas

$^{\circ}\text{C} = (\text{^{\circ}\text{F}} - 32)5/9$		$^{\circ}\text{F} = 9/5^{\circ}\text{C} + 32$	
$^{\circ}\text{C}$	$=$	$^{\circ}\text{C}$	$=$
$^{\circ}\text{C}$	$=$	$^{\circ}\text{F}$	$=$
-17.8	0.0	5	41.0
-15	5.0	6	42.8
-10	14.0	7	44.6
- 5	23.0	8	46.4
0	32.0	9	48.2
1	33.8	10	50.0
2	35.6	11	51.8
3	37.4	12	53.6
4	39.2	13	55.4

14	57.2	58	136.4
15	59.0	59	138.2
16	60.8	60	140.0
17	62.6	61	141.8
18	64.4	62	143.6
19	66.2	63	145.4
20	68.0	64	147.2
21	69.8	65	149.0
22	71.6	66	150.8
23	73.4	67	152.6
24	75.2	68	154.4
25	77.0	69	156.2
26	78.8	70	158.0
27	80.6	71	159.8
28	82.4	72	161.6
29	84.2	73	163.4
30	86.0	74	165.2
31	87.8	75	167.0
32	89.6	76	168.8
33	91.4	77	170.6
34	93.2	78	172.4
35	95.0	79	174.2
36	96.9	80	176.0
37	98.6	81	177.8
38	100.4	82	179.6
39	102.2	83	181.4
40	104.0	84	183.2
41	105.8	85	185.0
42	107.6	86	186.8
43	109.4	87	188.6
44	111.2	88	190.4
45	113.0	89	192.2
46	114.8	90	194.0
47	116.6	91	195.8
48	118.4	92	197.6
49	120.2	93	199.4
50	122.0	94	201.2
51	123.8	95	203.0
52	125.6	96	204.8
53	127.4	97	206.6
54	129.2	98	208.4
55	131.0	99	210.2
56	132.8	100	212.0
57	134.6		

CUADRO N° 62. Valor nutritivo de varios productos lácteos, por cada 100 gramos.

PRODUCTO	Calo- rias	Protei- nas %	Grasa %	Carbohi- dratos %	Ca mg	P mg	Fe mg	Vitaminas	
								A (U.I)	D (U.I)
L. entera	75	3.4	4.0	4.7	120	100	0.2	70-120	0.6-3.5
L. estandarizada	70	3.4	3.5	4.7	120	100	0.2	70-120	0.6-3.5
L. descremada	35	3.4	0.1	4.7	120	100	0.2	10	0.1
L. humana	65	1.4	3.7	6.8	30	20	0.1	400	3-15.0
Suero mantequilla	35	3.2	0.5	4.5	115	95	0.2	10	0.3
Crema 1	300	2.5	30.0	3.0	85	70	0.1	650-1100	7-24.0
Crema 2	200	3.5	18.0	4.0	100	85	0.2	350-700	5-15.0
Crema 3	150	3.2	13.0	4.5	110	90	0.2	250-400	3-10.0
Mantequilla	750	1.0	82.0	-	12	15	0.2	1500-2800	20-75.0
Queso 1	340	25.0	26.0	2.0	750	630	0.5	700	12.0
Queso 2	300	25.0	20.0	1.5	800	650	0.5	550	10.0
Queso 3	280	28.0	15.0	3.0	850	700	0.5	400	8.0
Queso 4	240	30.0	10.0	3.0	900	750	0.5	250	5.0
Queso 5	180	32.0	5.0	3.0	950	800	0.5	120	2.5
Queso 6	150	33.0	1.0	3.0	1000	850	0.5	30	0.5
Helado 1	196	4.2	10.0	22.4	154	116	-	420	4.0
Helado 2	214	4.2	12.0	22.4	154	116	-	504	5.0
Helado 3	232	4.2	14.0	21.9	154	116	-	588	6.0
Helado 4	245	3.8	16.0	21.4	140	105	-	672	6.0
Helado 5	263	3.8	18.0	21.4	140	105	-	756	7.0

CUADRO N° 63. Composición, peso y gravedad específica.

PRODUCTO	%GRASA	%SNG	kg/LITRO	G.e. a 60°F
Agua	0.00	0.00	1.000	1.0000
Leche descremada	0.30	9.00	1.036	1.0360
Leche entera 1	3.00	8.33	1.032	1.0314
Leche entera 2	3.25	8.49	1.032	1.0319
Leche entera 3	3.50	8.60	1.032	1.0321
Leche entera 4	3.75	8.70	1.032	1.0323
Leche entera 5	4.00	8.79	1.033	1.0325
Leche entera 6	4.25	8.88	1.033	1.0326
Leche entera 7	4.50	8.95	1.033	1.0327
Leche entera 8	4.75	9.02	1.033	1.0328
Leche entera 9	5.00	9.10	1.033	1.0329
Crema 1	10.00	8.10	1.023	1.0230
Crema 2	14.00	7.74	1.017	1.0170
Crema 3	18.00	7.40	1.013	1.0130
Crema 4	22.00	7.02	1.009	1.0090
Crema 5	26.00	6.66	1.006	1.0060
Crema 6	30.00	6.30	1.002	1.0020
Crema 7	34.00	5.94	0.998	0.9980
Crema 8	36.00	5.76	0.996	0.9970
Crema 9	38.00	5.58	0.995	0.9950
Crema 10	40.00	5.40	0.983	0.9930
Crema 11	45.00	4.90	0.987	0.9870

CUADRO N° 64. Cantidad aproximada de leche para cada producto.

PRODUCTO	KILOGRAMOS DE LECHE POR KILOGRAMOS DE PRODUCTO
Mantequilla	22.80
Queso	10.00
Leche entera condensada	2.30
Leche entera evaporada	2.40
Leche entera en polvo	7.60
Crema en polvo	19.00
Queso Cabaña	6.25 (L. Descremada)
Leche descremada en polvo	11.00 (L. Descremada)

BIBLIOGRAFÍA

1. ALAIS, C. Ciencia de la leche; principios de técnica lechera. Trad. de la 2a., ed. en francés por Antonio Lacasa. Barcelona, Continental, 1970. 594 p.
2. ALEXANDER, W.R. Fabricación de queso. Trad. del inglés por Jaime Esain Escobar. Zaragoza, Acribia, 1963. 162 p.
3. AMERICAN DAIRY SCIENCE ASSOCIATION. Dairy industry plant training manual. U.S.A., 1959. 127 p.
4. AMERICAN DRY MILK INSTITUTE, INC. Nonfat dry milk. Bulletin N° 651. Illinois, 1961. 41 p.
5. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, INC. Recommended methods for the microbial examination of foods. New York, 1958. 207 p.
6. —————. Standard methods for the examination of dairy products. 12th. ed. New York, 1967. 304 p.
7. ARBUCKLE, W.S. Ice cream. 3rd., ed. Westport, Connecticut, AVI, 1977. 517 p.
8. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 10th. ed. Washington, D.C., 1965. 957 p.
9. BATEMAN, J.V. Nutrición animal; manual de métodos analíticos. México, D.F., Herrero, 1970. 468 p.

10. BREED, R.S., MURRAY, E.G.D., and SMITH, N.R. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 7th. ed. Baltimore, Williams and Wilkins, 1957. 1094 p.
11. BURDON, K.L., y WILLIAMS, R.P. *Microbiología*. Trad. de la 6a. ed., en inglés por Antonio Oriol Anguera, Carlos de la Vega y Francisco García. México, D.F., Fotocomposición, 1971. 822 p.
12. BURTON, H., PIEN, J., and THIEULIN, G. *La esterilización de la leche*. FAO. 1965, 293 p. Estudios agropecuarios N° 65.
13. CENTRO REGIONAL DE CAPACITACION LECHERA DE LA FAO. *Lechería latinoamericana*. Roma, Vol. 2. 1971. 40 p.
14. COMPAIRE, C. *Quesos, tecnología y control de calidad*. 2a. ed., rev. y amp. Madrid, Ministerio de Agricultura, 1976. 540 p. Manuales técnicos, serie N° 43.
15. DAIRY PRODUCTS LABORATORY, EASTERN UTILIZATION RESEARCH AND DEVELOPMENT DIVISION, AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. *Cheese varieties and descriptions*. Washington, D.C., U.S. Department of agriculture, 1974. 151 p. (Agriculture handbook, N° 54).
16. DAVIS, J.G. *Cheese; basic technology*. New York, Elsevier, 1965. 463 p.
17. DEMETER, K.J. *Lactobacteriología*. Trad., del alemán por Jaime Esain Escobar. Zaragoza, Acribia, 1969. 331 p.
18. -----, y ELBERTZHAGEN, H. *Elementos de microbiología lactológica*. Trad. del alemán por Joaquín Camón Urgel. Zaragoza, Acribia, 1971. 150 p.
19. DEPARTAMENTO DE SANIDAD DEL ESTADO DE NEW YORK. *Manual de tratamientos de aguas*. Trad. del inglés por Raúl Guerrero. México, D.F., Limusa, 1974. 205 p.
20. DE SOROA, J.M. *Industrias lácteas*. Barcelona, Aedos, 1974. 364 p.

21. DILANJAN, S.CH. Fundamentos de la elaboración de quesos. Trad., del alemán por Carlos B. de Quirós. Zaragoza, Acribia. 1976. 127 p.
22. DOAN, F.J. Leche de consumo. The Pennsylvania State University, 1961. 66 p.
23. DUBACH, J., y PULGAR, J.F. Quesos andinos del Perú, Lima, Proyecto queserías nacionales, 1973. 90 p.
24. DUNHAM, J.R., BECHTLE, R.M., and OBERLANDER, M. Chlorinated quaternized hexamine and potassium as preservatives for milk samples. *Journal of Dairy Science* 61(12):1696–1699. 1978.
25. ECKLES, C.H., COMBS, W.B., and MACY, H. Milk and milk products. 4th. ed., New York, McGraw-Hill, 1951. 454 p.
26. FARRALL, A.W. Engineering for dairy and food products. New York, Wiley, 1963. 674 p.
27. FENSKE, T.H., DRAKE, R.M., and EDSON, A.W. Arithmetic in agriculture. Illinois, WEBB, 1951. 260 p.
28. FOLEY, J.A., y OTTERBY, D.E. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum. *Journal of Dairy Science* 61(8):1033–1060. 1978.
29. FOSTER, E.M., et al. Dairy microbiology. New Jersey, Prentice-Hall, 1961. 492 p.
30. —————, and FRAZIER, W.C. Laboratory manual for dairy microbiology. 3rd. ed. Minneapolis, Burgess, 1961. 72 p.
31. FRANDSEN, J.H. Dairy handbook and dictionary. Massachusetts, Frandsen, 1958. 843 p.
32. FRAZIER, W.C. Food microbiology. New York, McGraw-Hill, 1958. 472 p.

33. GILLIES, R.R., and DODDS, T.C. *Bacteriology illustrated*. Baltimore, Williams and Wilkins, 1965. 163 p.
34. GODED, A. *Técnicas modernas aplicadas al análisis de la leche*. Madrid, Dossat, 1966. 445 p.
35. HALES, M.W. *Cultures and starters*. 3rd. ed. Milwaukee, CHR. Hansen's laboratory, Inc. sf. 96 p.
36. HALL, C.W., and TROUT, G.M. *Milk pasteurization*. Connecticut, AVI, 1968. 234 p.
37. HALL, H.S., ROSEN, I., and BLOMBERGSSON, H. *Milk plant Layout*. FAO, 1963. 45 p. *Agricultural studies* N° 59.
38. HANSEN'S LABORATORY, INC. *Cómo hacer quesos fácilmente*. México, Imprefin. sf. 32 p.
39. HARTMAN, A.M., and DRYDEN, L.P. *Vitamins in milk and milk products*. USA American dairy science Association, 1965. 123 p.
40. HERRERA, G. *Apuntes sobre productos lácteos*. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, 1956. (mimeografiado).
41. INSTITUTO CENTROAMERICANO DE INVESTIGACION Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL. *Normas centroamericanas del 34040 al 34046*. Guatemala, C.A. 1976.
42. JENNESS, R., and PATTON, S. *Principles of dairy chemistry*. New York, Wiley, 1959. 446 p.
43. JUDKINS, H.F., and KEENER, H.A. *Milk production and processing*. 3rd., ed. New York, Wiley, 1965. 452 p.
44. KEENEY, P.G. *Elaboración de helados*. The Pennsylvania State University. 1962. 36 p.
45. KOSIKOWSKI, F.V., and MOCQUOT, G. *Recientes progresos en la tecnología del queso*. Roma, FAO, 1958. 253 p. (*Estudios agropecuarios* N° 38).

46. ----- . Cheese and fermented milk foods. New York, Kosikowski, 1966. 429 p.
47. LAZARUS, N.E. Quality control of market milk. Milwaukee, Olsen, 1960. 236 p.
48. LeBARON, A., and BROG, R. An analysis of protein accounting and pricing for milk and it's products. Utah, Agricultural experiment station, 1968. 32 p. (Bulletin 473).
49. LERCHE, M. Inspección veterinaria de la leche. Trad. del alemán por Jaime Esaín Escobar. Zaragoza, Acribia, 1969. 375 p.
50. MAGELSEN, G.C. Texto de productos lácteos. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, 1974. 155 p. (mimeografiado).
51. MILK INDUSTRY FOUNDATION. Manual for milk plant operators. 2nd. ed. Washington, D.C. 1957. 686 p.
52. ----- . Laboratory manual; methods of analysis of milk and its products. Washington, D.C., 1959. 838 p.
53. MOSSEL, A.A., y QUEVEDO, F. Control microbiológico de los alimentos. Lima, Cleiba, 1967. 96 p.
54. NATIONAL DAIRY COUNCIL. Newer knowledge of milk. 3th., ed. Chicago. 1965. 44 p.
55. ----- . Newer knowledge of cheese. 2nd. ed. Chicago. 1967. 48 p.
56. NEWLANDER, J.A., and ATHERTON, H.V. The chemistry and testing of dairy products, 3rd. rev. ed. Milwaukee, Olsen, 1964. 365 p.
57. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Informe de la cuarta reunión del cuadro de expertos FAO/OMS sobre la calidad de la leche. Roma, 1967. 43 p.

58. ----- . Pago de la leche según calidad. Roma, FAO 1973. 98 p. (Estudios agropecuarios N° 89).
59. ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. Higiene de la leche. Ginebra, 1966, 838 p. (Serie de monografías N° 48).
60. ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD Y ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. Normas para el examen de los productos lácteos. 11a. ed., New York, 1963. 540 p. (Publicaciones científicas N° 84).
61. PATTON, S. Tecnología y valor alimenticio de la leche. The Pennsylvania State University, 1964. 40 p.
62. PRICE, W.V., CALBERT, H.E., and OLSON, N.F. Making cheddar cheese from pasteurized milk. The University of Wisconsin, College of agricultural and life sciences, 1971. 25 p. (Bull. N° 464).
63. PULGAR, J.F. Quesos para regiones tropicales. Lima, Proyecto queserías nacionales, 1974. 55 p.
64. RAMOS, M. Leche. México, D.F., 1960. 251 p.
65. REAVES, P.M., y PEGRAM, C.M. El ganado lechero y las industrias lácteas en la granja. Trad., del inglés por Arturo Sárich Durón. México, D.F., Limusa, 1977. 594 p.
66. REVILLA, A. Tecnología de la leche. México, D.F., Herrero. 1974. 160 p.
67. ROADHOUSE, C.L., and HENDERSON, J.L. The market milk industry. New York, McGraw-Hill, 1950. 716 p.
68. SANDERS, G.P. Cheese varieties and descriptions. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, Agr. Handbook N° 54. 1953. 151 p.
69. SCHMIDT, G.H., y VAN VLECK, L.D. Bases científicas de la producción lechera. Trad. del inglés por Pedro Ducar. Zaragoza, Acribia, 1975. 583 p.
70. SCHNEIDER, K. Tratado práctico de los análisis de la leche.

Trad. de la 11a. ed. suiza por Manuel y Ramón Arroyo. Madrid, Dossat, 1960. 221 p.

71. SCHONHERR, W. Manual práctico de análisis de leche. Trad., del alemán por José Ma. Santiago Luque. Zaragoza, Acribia, 1959. 252 p.
72. SEEHAFER, M.E. Elaboración y enlatado aséptico de concentrados lácteos esterilizados. Roma, FAO, 1967. 58 p. (Estudios agropecuarios N° 72).
73. SELLARS, R.L., and BABEL, F.J. Cultures for the manufacture of dairy products. Milwaukee, C.H.R. HANSEN's laboratory, Inc., 1970. 64 p.
74. SHIPE, W.E. et al. Off flavors of milk. *Journal of Dairy Science* 61 (7):855-869. 1978.
75. SOCIETY OF AMERICAN BACTERIOLOGIST. Manual of microbiological methods. New York, McGraw-Hill, 1957. 315 p.
76. SOCIETY OF DAIRY TECHNOLOGY. Manual de plantas de pasteurización. Trad., del inglés por José María Tarragona, Zaragoza, Acribia, 1971. 126 p.
77. SPREER, E. Lactología industrial. Trad., de la 2a. ed. alemana por José R. Muñoz de Arenillos. Zaragoza, Acribia, 1975. 461 p.
78. STANIER, R.Y., and ADELBERG, E.A. The microbial world. 2nd. ed. Englewood, Prentice-Hall, 1963. 753 p.
79. THOMAS, S.B. Técnicas bacteriológicas para el control lactológico. Trad. del inglés por José Tormo Iguacel. Zaragoza, Acribia, 1971. 257 p.
80. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Selected problems in butterfat sampling and testing; Marketing research report N° 482. Washington, D.C. 1961. 34 p.
81. UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH,

- EDUCATION AND WELFARE. Grade "A" pasteurized milk ordinance. Washington, D.C., Public health service publication N° 229, 1967. 185 p.
82. VEISSEYRE, R. Lactología técnica. Trad., de la 2a. ed. francesa por Justino Burgos y José Luis Teresa Heredia, Zaragoza, Acribia, 1972. 643 p.
 83. VIEIRA, DE SA, F. Lechería tropical. Trad. del portugués por Carlos Luis De Cuenca. México, D.F., Uteha, 1965. 348 p.
 84. WEBB, B.H., and JOHNSON, A.H. Fundamentals of dairy chemistry. Connecticut, AVI, 1965. 827 p.
 85. WILLIAMS, C.J., y PETERSON, R.G. Variation in estimates of milk fat, protein, and lactose content associated with various bulk milk sampling programs. *Journal of Dairy Science* 61 (8):1093–1102. 1978.
 86. WILSTER, G.H. Practical buttermaking. 8th. ed. Corvallis, O.S.C. Cooperative association, 1957. 256 p.
 87. —————. Practical cheesemaking. 9th. ed. Corvallis. O.S.U. Book stores, 1964, Pag. irr.
 88. ZURBOG, C.E. Standardizing milk for protein content. *Journal of Dairy Science* 61 (6):801–803. 1978.

INDICE DE MATERIAS

A

Aceite de mantequilla 13
Acidez de la leche 44, 206
 titulable 44, 337
 del calostro 45
 de la crema 176
 de la leche 206
 de la leche con chocolate 339
 del queso 340
 del suero 337

Acidos
 cítrico 78
 grasos 24
 láctico 34, 46
 orgánicos 34

Adulteraciones de la leche 12
 determinación 357

Agentes limpiadores 76
 componentes 77

Agua, contenido de 18, 184
 determinación 357
 (ver humedad)

Alcohol, prueba de 340

Análisis de la mantequilla 360

Azúcar
 en helado 246
 de maíz 247

Azul de metileno 363

B

Babcock, prueba de grasa 343

Bacterias 49
 cómputo 365
 crecimiento 52
 humedad 58

 luz 59
 oxígeno 58
 presión osmótica 58
 reacción iónica 56
 temperatura 56
 vecinos 59
 estructura 51
 medio de cultivo 52
 morfología 51
Bacteriológicas, pruebas 363
Bactofugación 139
Biorización 138

C

Calentamiento 143
Calostro 10
Carbohidratos 31
Catalasa 37
Caroteno 36
Caseína 29
 componentes 29
 usos 30
Cenizas 33
 determinación 34, 356
Clarificado 102
Coagulación 203
Colado de la leche 101
Colesterol 35
Coliformes, cómputo de 373
Colorantes 359
Compuestos
 alcalinos 84
 amoniacales 83
 clorinados 82, 359

concentración 84
 yodados 83
Cómputo
 bacterial 365
 de coliformes 373
 método microscópico 365
 de placas 368
 Congelación de la leche 42, 92
 Conversión de pesos y
 medidas 380
 Crecimiento bacterial 52
 Crema 12, 149
 ácida 12, 149
 batida 12, 160
 cruda 12
 dulce 159
 enfriamiento 171
 estandarización 167
 maduración 172
 neutralización 163
 pasteurización 171
 producción 106
 escurrida 159
 liviana 12
 microorganismos 162
 pesada 12
 plástica 12
 porcentaje de grasa 108
 reacciones químicas 162
 Cuadrado de *Pearson* 113
 Cuajada 204
 Cuajo 204
 Cultivos lácticos 69
 propagación 70
 problemas 71

CH

Chocolate
 leche con 325
 helado de 249
 Cuerpo de la vaca 61

D

Depuración de la leche 101
 métodos 101

Derivados de la leche 149
 Descremado de la leche 103
 Descremadora 105
 abierta 105
 autodepuradora 106
 factores que afectan su
 eficiencia 112
 hermética 106
 Desinfectantes 81
 Desnatado 103
 Desuerado 206
 Determinación de adulteracio-
 nes 357
 agua o humedad 357
 cenizas de leche 356
 concentración de cloro 362
 grasa 343
Babcock 343
Gerber 350
 proteínas 355
 sólidos no grasos 335
 sólidos totales 334
 Dulce de leche 327
 Dulcina 248

E

Emulsificadores 246
 Enfriamiento
 de la crema 171
 de la leche 141
 equipo 93
 velocidad 97
 Enzimas 36
 catalasa 37
 fosfatasa 37
 lactoperoxidasa 36
 lipasa 36
 lisozima 37
 reductasa 37
 xantinoxidasa 37
 Escalas termométricas 380
 Estabilizadores 246
 Estandarización
 de la crema 167
 de la leche 113
 Estasanización 138

Esterilización de la leche 141
 métodos 142
 utensilios y equipos 81
 Esteroles 35
 colesterol 35
 Estructura bacterial 51

F

Factor
 microscópico 365
 de trabajo 366
 Fermentación de la leche 65
 ácida 66
 gaseosa 67
 lipolítica 68
 proteolítica 67
 sabor y olor 68
 Filtración de la leche 102
 Formalina 330
 Fosfatasa 37
 prueba de 341
 Fosfoglicoproteínas 28
 Fosfolípidos 34
 Fosfoproteínas 27
 Fresa
 en leche 325
 en helados 249
 Fuentes de microorganismos 59
 agua 65
 cuerpo de la vaca 61
 insectos 64
 interior de la ubre 59
 medio ambiente 64
 personal 64
 utensilios y equipo 64

G

Gases 34
Gerber, método 350
 Glicéridos 23
 Glicoproteínas 27
 Grasa 19
 composición química 23
 determinación 343
 en crema 346, 351

en leche descremada 347,
 353
 en leche con chocolate 352
 en leche entera 344, 350
 en leche homogenizada 346,
 350
 en quesos 349
 en suero de mantequilla 347,
 353
 en suero de quesos 349, 353
 estructura 20
 helados 245
 leche 19
 mantequilla 167
 propiedades 25
 porcentaje en la crema 108
 quesos 199
 sustracción 358
 Gravedad específica (tabla) 383

H

Helados 13, 244
 almacenamiento 316
 azúcares 246
 composición 244
 congelación 315
 definición 244
 emulsificadores 246
 estabilizadores 246
 grasa 245
 huevos 246
 ingredientes 246
 mezcla 250
 mezcla 250
 complejas 266
 homogenización 314
 maduración 315
 pasteurización 314
 sencillas 250
 sal común 246
 sobreabundamiento 316
 sólidos no grasos 245
 Holoproteínas 27
 Homogenización de la leche 143
 efectos 146
 proceso 147

teorías 145
 Homogenizadora 148
 Hongos 50
 levaduras 50
 mohos 50
 Humectantes 78
 Humedad 58

I

Inhibidores 78
 Inoculación 202
 Insectos 64
 Interior de la ubre 59

J

Jarabe de azúcar invertida 247

L

Láctico, cultivo 69
 Lactoperoxidasa 36
 Lactosa 31
 determinación 32
 importancia 32
 problemas digestivos 33
 reacciones químicas 32
 usos 32
 Leche 7
 ácida 12
 acidez 44, 206
 acidófila 12
 adulterada 12
 agua 18
 baja en grasa 10
 características 9
 de los constituyentes 18
 agua 18
 grasa 19

generales 9
 físicas y químicas 9
 microbiológicas 9
 coagulación 203
 composición 13
 compuesta 11
 concentrada 11
 condensada 11
 cruda 10
 definición 7
 depuración 101
 derivados 149
 descremada 10
 adición 358
 condensada 11
 en polvo 11
 dulces de 327
 entera 10
 condensada 11
 en polvo 11
 estandarización 113
 estandarizada 10
 esterilizada 11
 evaporada 11
 fermentación 65
 fermentada 12
 fresca concentrada 11
 grasa 19
 homogenización 143
 homogenizada 11
 inoculación 202
 normalización 113
 pasteurización 130
 pasteurizada 11
 valor nutritivo 139
 procesamiento 101
 propiedades 38
 calor específico 42
 color 41
 congelación 42
 ebullición 42
 gravedad específica 42
 olor 41
 reacción iónica 44
 sabor 38
 viscosidad 41
 polvo, en 11

quesos 13, 192, 198
 sólidos no grasos 335
 sólidos totales 334
 recombinada 10
 reconstituida 10
 sabores, con 325
 semidescremada 10
 ultrapasteurizada 11
 Levaduras 50
 Limpiadores 76
 ácidos 78
 alcalinos 77
 Limpieza 73
 agentes limpiadores 76
 factores negativos 74
 procedimiento 74
 precauciones 81
 sistemas de 79
 Lipasa 36
 Lipoproteínas 28
 Lisozima 37
 Luz 59

M

Maduración
 crema 172
 mantequilla 172
 mezcla helados 316
 queso 209

Majonnier, método de 355
 Manjar blanco 327
 Mantequilla 13, 160
 aceite de 13
 almacenamiento 191
 análisis 360
 batido 173
 calidad 188
 coloración 173
 composición 160
 conservación 191
 contenido de agua 184
 crema usada 162
 escurrida 13, 159
 grasa 167
 maduración 172

medio ambiente 162
 microorganismos 162
 olores 162
 rala 149
 reacciones químicas 162
 salado 183
 Medios bacteriológicos 52
 Método
Babcock 343
Gerber 350
Majonnier 355
 microscópico 365
 placas 368
Scharer 341
 Mezclas de helados 250
 Microorganismos 49
Milko-Tester 355
 Mohos 50
 Morfología bacterial 51
 Muestras
 métodos 331
 toma de 329

N

Nata 149
 (ver crema)
 Natilla 149
 Neutralización 163
 Neutralizantes 359
 Normalización de la leche 113

O

Olor 41
 Oxígeno 58

P

Pasteurización
 de la crema 171
 de la leche 130
 complemento 139
 control 140
 efecto en el contenido
 bacterial 140
 métodos 131

variantes 138
 de leche para queso 201
Pearson, cuadrado de 113
 Peso específico de la leche 333
 Pesos y medidas, conversión 380
 Pigmentos 36
 caroteno 36
 riboflavina 36
 Placas, método de 368
 Presión osmótica 58
 Proteínas 25
 caseína 29
 composición 26
 determinación 29, 355
 reacciones químicas 28
 suero 30
 Pruebas
 bacteriológicas 363
 físico-químicas 329
 de reducción 363

Q

Queso 13, 192
 calentamiento 206
 clases
 amarillo 210
 andino 211
 asadero 213
 azul 214
 blanco 216
 añejo 216
 fronterizo 217
 molido 218
 panameño 219
 portorriqueño 218
 San Jacinto 220
 Sula 220
 venezolano 221
 Zacatecano 221
 Zamorano 222
 Cabaña 223
Camembert 227
 crema 228
 americano 228
 Chihuahua 229
 con chile 230

Zamorano 229
Cheddar americano 230
 de cuajada lavada 232
 de leche cruda 232
Edam (o queso de bola) 232
Emmental (o suizo) 242
Gouda 233
 de hoja 234
 Monterrey 234
 Monterrey-Zamorano 235
 Parmesano 236
 Parmesano-Sula 237
 procesado 237
 para untar 238
 Zamorano 239
 para untar 240
 suizo (o *Emmental*) 242
 clasificación 193
 coagulación 203
 composición 195
 corte 206
 cuajo 204
 definición 192
 desuerado 206
 grasa 199
 inoculación 202
 leche utilizada 198
 maduración 209
 moldeo 209
 producción 210
 prensado 209
 rendimiento 196
 salado del 207
 Quesillo 240

R

Rancidez 25
 Reacciones iónicas 44, 56
 Reactivo *Minnesota Babcock* 354
 Reductasa 37
 Refrigeración 91
 abierta 95
 cálculos 97
 cerrada 95
 cuartos 96
 directa 94

indirecta 94
 requerimiento 100
 tanques 95
 Reproducción bacterial 56
 Requerimiento de frío 100
 Requesón 241
 Resazurina 363
 Residuos 73
 Riboflavina 36
 Rickettsias 50
Ricotta 241
 Rompopo 326

S

Sabor de la leche 38
 Sacarina 248
 Sacarosa 248
 Salado
 de la mantequilla 183
 del queso 207
 Sales minerales 33
 determinación 34
Scharer, método 341
 Sedimento 331
 composición
 exceso
 prueba 331
 Sistemas de limpieza 79
 Sobreamiento
 helados 316
 mantequilla 179
 Sólidos
 no grasos 335
 totales 334
 Soluciones desinfectantes 84
 Suero 13
 mantequilla 177
 polvo 13
 queso 206

T

Temperatura
 coagulación 206
 crecimiento bacterial 56
 descremar 108, 112

°C y °F 380
 Tensión superficial 21
 Toma de muestras 329
 Trabajo, factor de 366

U

Ultrapasteurización 142
 Utensilios y equipos 62

V

Valor de la crema 377
 Valor nutritivo
 leche pasteurizada 139
 de varios productos 382
 Vainilla
 leche 326
 helados 249
 Virus 50^a
 Viscosidad 41, 176
 Vitaminas 37
 liposolubles 37
 hidrosolubles 37

X

Xantinoxidasa 37

Y

Yogur 323
 batido 324
 natural 323
 sabores 324

Z

Zamorano
 manjar blanco 328
 queso 222, 229, 235, 239