

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



APLICACION DEL SISTEMA AUDIOVISUAL EN LA  
MATERIA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS I  
(PRODUCTOS LACTEOS)

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO  
P R E S E N T A N  
FERNANDO E. LUENGAS HOFFMANN  
SALVADOR LUENGAS HOFFMANN  
MIGUEL MACCISE SAADE



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS. Tesis  
ADM. 204  
FECHA 1980 ~~204~~  
REC. m6 203



JURADO ASIGNADO:

Presidente: Emilio Barragán Hernández  
Vocal: Rubén Berra García Coss  
Secretario: Alejandro Garduño Torres  
1er. Suplente: Luis Raúl Tivar Galvez  
2o. Suplente: Fidel Figueroa Martínez

Sitio donde se desarrolló el tema:

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Química.

Asesor del tema:

Ing. Rubén Berra García y Coss



## I N D I C E

	Pág.
CAPITULO I.	
CONTROL DE CALIDAD.	3
A) Análisis Organolépticos	4
1. Sabor	8
2. Textura	9
B) Cómo se llevan a cabo los Análisis Organolépticos	9
1. Prueba Diferencial	9
2. Pruebas de Preferencia	10
3. Las muestras y su preparación	10
4. Información Acerca de las Muestras	10
5. Temperatura de las Muestras	11
6. Uniformidad de las Muestras	11
7. Codificado de Muestras	11
8. Número de Muestras	11
9. Orden de Presentación	12
10. El Grupo de Jurados	12
11. Selección de Entrenamiento	13
12. Número de Jurados	14
C) Condiciones durante la prueba	14
1. Area de Prueba	14
2. Iluminación	15
3. Horario de Pruebas	15
4. Recipientes.	15
5. Procesos de Catación	15
6. Cuestionarios	16
D) Tipos de Prueba	16
1. Pruebas Diferenciales	16
a). Prueba de Triángulo	16
b). Prueba del Duo-Trío	16

c).	Comparación de Pares	16
d).	Alineamiento	17
e).	Comparación Múltiple	17
f).	Calificando	17
g).	Método del perfil del sabor	17
h).	Prueba de dilución	18
2.	Pruebas de preferencia	18
a).	Comparación en pares	18
b).	Calificando	18
c).	Alineamiento	18
d).	Diseño de los experimentos y métodos para analizar datos	18
3.	Pruebas de consumo	19
E.	Pruebas sensoriales en la industria lechera	19
1.	Discriminación sensorial de la grasa y SNF	20
2.	Técnicas de análisis sensoriales en productos lácteos	21
F.	Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos	22
1.	Análisis Físicoquímicos	24
2.	Pruebas de Laboratorio especiales	25
3.	Análisis Microbiológicos	29

CAPITULO II.  
PANORAMA DE LA INDUSTRIA LACTEA EN MEXICO 34

CAPITULO III		
COMPOSICION DE LA LECHE		42
A.	Introducción	42
B.	Grasa	47
1.	Composición de los Triglicéridos	49
C.	Prótidos (Sustancias Nitrogenadas)	50
1.	Las Proteínas	52
D.	Sustancias Nitrogenadas No Proteícas	53
E.	Glúcidos de la Leche (Carbohidratos)	54
1.	Composición de Glúcidos de la Leche	55
F.	Agua	60

	Pág.
G) Acidos Orgánicos	61
H) Minerales	62
I) Vitaminas de la Leche	62
J) Gases	63
K) Materiales Nitrogenados	64
L) Enzimas	64
1. Lipasa	64
2. Esterasa	65
3. Fosfatasa Alcalina	65
4. Fosfatasa Acida	65
5. Xantin Oxidasa	65
6. Lactoperoxidasa	66
7. Proteasa	66
8. Amilasa	66
9. Catalasa	66
10. Aldolasa	66
11. Anhidrasa Carbónica	67
12. Salolasa	67
13. Lactasa	67
M) Elementos Biológicos de la Leche	67
N) Factores que intervienen en la Composición de la Leche	72
CAPITULO IV	
SABORES DE LA LECHE	83
A) Sabores Absorbidos	83
B) Sabores Químicos	84
1. Sabor Rancio	85
2. Oxidación	86
a. Teorías sobre la Oxidación	87
3. Sabor Quemado	92
4. Sabor a Coco	93
C) Sabores Microbianos	94
1. Sabores Amargos	95
2. Sabor Azucarado ó Acaramelado	95
3. Otros Sabores	95



CAPITULO V		
PROCESO DE LA LECHE		96
A)	Refrigeración	97
B)	Transporte	102
C)	Recibo	102
D)	Estandarización o Normalización	104
E)	Clarificación	104
F)	Pasteurización	105
	1. Métodos de Pasteurización	108
	2. Equipo de Pasteurización	109
	3. Condiciones que debe cumplir un Pasteurizado	110
	4. Aparato de Pasteurización Baja	110
	5. Aparatos de Pasteurización Alta	111
	6. Pasteurizador Parabólico	111
	7. Pasteurizadores Tubulares	111
	8. Pasteurizadores de Placas	112
	9. Material de Refrigeración	113
	10. Recuperadores	113
	11. Funcionamiento de la Pasteurización Alta	114
G)	Homogenización	114
	1. Principios de la Homogenización	115
	2. Formación de Espuma	118
	3. Tensión Superficial	119
	4. Tensión de Cuajada	119
	5. Efecto de la Homogenización en la Grasa y en la Proteína de la Leche	119
	6. Procesos de la Leche Homogenizada	121
	7. Contenido de Grasa	121
	8. Secuencia para Procesar la Leche Homogenizada	121
	9. Temperatura de la Homogenización	123
	10. La Presión de la Homogenización	124
	11. Máquinas	124
	12. Cuidado, Limpieza y Sanidad de la Homogeniza- ción.	125
H)	Envasado de la Leche de consumo	126
	1. Embotelladoras	127
	2. Encapsuladoras	128
	3. Recipientes Desechables	128
	4. Envasado en Recipientes de Plástico	130

CAPITULO VI.  
LECHES EVAPORADAS, CONDENSADA Y EN POLVO.

A)	Conservación de la leche por calentamiento y deshidratación	132
1.	Leches concentradas	132
2.	Composición química	133
B)	Selección	133
1.	Pruebas de recepción	133
C)	Ajuste o estandarización de la leche cruda	136
1.	Técnica de estandarización	136
D)	Procedimientos de concentración	139
1.	Principio de la evaporación	139
2.	Evaporación en efecto simple y múltiple	140
3.	Tipos de evaporadores	141
4.	Capacidad de evaporación	141
5.	Coefficientes de transmisión de calor	142
a).	Coefficientes de película del vapor condensante	142
b).	Coefficientes del lado líquido	143
c).	Coefficientes globales	143
d).	Elección de un evaporador para la industria lechera	146
6.	Turbocompresión y evaporación "por el frío"	146
7.	Termocompresión	148
E)	Proceso de leche concentrada azucarada (leche condensada)	148 149
F)	Proceso de leche concentrada estéril (leche evaporada)	152
1.	Valor y utilización de las leches concentradas	154
G)	Leche en polvo	156
1.	Procedimientos de deshidratación	157
a).	Método de los cilindros o procedimientos Just-Hatmaker	157
b).	Método de la nebulización o spray	158
c).	Método de secado por pulverización de espuma de leche (Foam spray)	160
2.	Proceso de leche en polvo entera por nebulización o secado por aspersión	162
3.	Valor y utilización de la leche en polvo	163

CAPITULO VII  
CREMA Y MANTEQUILLA

A)	Generalidades	165
B)	Composición de la crema	165
1.	El descremado	167
	a) Descremado espontáneo o estático	167
	b) Descremado centrífugo	168
2.	Breve descripción de la descremadora "abierta"	171
3.	Condiciones para un buen descremado	174
4.	Funcionamiento de la descremadora	175
5.	Control y resultados del descremado	175
6.	Elección de las descremadoras	176
7.	Las cremas de granja	176
8.	Apreciación de la calidad de las cremas procedentes de la recogida	179
9.	Cremas de consumo y heladas	180
C)	Fabricación de mantequilla	181
1.	Sistemas de fabricación de mantequilla	183
2.	Objetivos de desacidificación	185
3.	Neutralizantes usados y acción de los mismos sobre la crema	186
4.	Técnica de desacidificación	188
5.	Estandarización, ajuste o normalización de las cremas de granja	191
6.	Lavado de las cremas de granja	191
7.	Pasteurización de la crema	192
	a) Objetivos de pasteurización	193
	b) Condiciones de pasteurización	193
	c) Refrigeración y desodorización de la crema pasteurizada	194
	d) Vacreación	195
8.	Maduración de la crema	197
	a) Necesidad de maduración	197
	b) Aroma de la mantequilla	198
	c) Preparación de fermentos	201
9.	Batido de la crema	203
	a) Teoría del batido	203
	b) Condiciones de batido	205
	c) Agitación	206
	d) Temperatura	206
	e) Acidez	206
10.	Amasado de la mantequilla	207
11.	Equipo de batido y amasado	209

	Pág.
12. Coloración de la mantequilla	210
13. Envasado	211
14. Conservación	211
15. Defectos y alteraciones	214
a). Enranciamiento	216
b). Otros defectos y alteraciones	217
16. Procedimientos continuos de fabricación de mantequilla	220
a) Procedimiento senn	221
b) Procedimiento Fritz	223
c) Procedimiento Alfa	225
d) Procedimiento Golden-Flow	228
17. Control de rendimiento mantequero	230
D) Margarinas	232

## CAPITULO VIII QUESOS

A) Las Proteínas de la Leche. Importancia de la parte protéica de la leche	234
B) La Caseína	234
C) Formación de complejos y polímeros de la caseína	235
D) Caseína Nativa	235
E) Descenso del pH, acción de los ácidos	236
F) Acción de las enzimas proteolíticas. Cuajo	236
G) Coagulación	238
H) El Queso. Definición	240
1. Quesos al cuajo	240
a) Pastas frescas	240
b) Pastas blandas	240
c) Pastas azules	241
d) Pastas prensadas	241
e) Pastas cocidas	241
2. Quesos sin cuajo	242
a) Secos	242
b) De leche descremada	242
3. Quesos de consistencia blanda y semiblanda	242
a) Medio duros	242
b) Duros	242
c) Muy Duros	242

	Pág.
J) Fabricación del Queso	243
1. Maduración de la leche	243
2. Coagulación	243
3. Corte de la cuajada y desuerado	243
4. Moldeo	243
5. Salado	244
6. Maduración	244
K) Microflora del queso durante la maduración	250
1. Microflora láctica	250
2. Microflora superficial	250
3. Mohos internos	250
L) Aroma y sabor de los quesos	251
M) Calidad de la leche para quesería	252
1. Calidad de la leche	252
2. Composición química	253
N) Pasteurización de la leche	254
O) Colorantes para quesos	256
P) Los fermentos en quesería	256
1. Cultivos lácticos	256
2. Cultivos fúngicos	257
Q) Defectos de fabricación	258
1. Quesos de pasta blanda	258
a) Defectos de especie. El azul,	258
1) El azul	258
2) El pelo de gato	258
3) La grasa o piel de sapo	258
4) Manchas negras o pardas	258
b) Defectos de textura	258
1) Pasta seca	258
2) Pasta fundida	258
3) Hinchazón	259
2. Quesos de pasta firme	259
a) Defectos de corteza	259
1) Corteza agrietada o escarchada	259
2) Corteza viscosa	259
3) Corteza mohosa	259
b) Defectos de pasta	259

1) Pasta seca	259
2) Hinchamiento	259
3) Queso de dos colores	260
4) Gusto a jabón	260
<b>3. Quesos de pasta cocida</b>	<b>260</b>
<b>a) Defectos de corteza</b>	<b>260</b>
1) Manchas negras, verdes o pardas	260
2) Morge blanquecina	260
3) Rojo de tablards	260
4) Color vinoso	261
5) Chancros	261
6) Aradores	261
<b>b) Defectos de pasta y de abertura</b>	<b>261</b>
1) Queso sin abertura	261
2) Queso muy abierto	261
3) Queso mil agujeros o hinchazón precoz	261
4) Hinchamiento butírico.	262
5) Queso abierto	262
6) Putrefacción	262
7) Queso cuiteux	262
8) Hinchamiento	262
<b>CAPITULO IX</b>	<b>264</b>
<b>LECHES MODIFICADAS</b>	<b>265</b>
<b>A) Leche maternizada o humanizada</b>	<b>264</b>
<b>B) Leches Vitaminadas</b>	<b>265</b>
1. Leche con vitamina "D"	265
2. Leche mineralizada multivitamínica	266
3. Leche yodada	266
4. Leche con bajo contenido de sodio	266
5. Leche acidificada	267
<b>C) Leche estéril</b>	<b>267</b>
<b>D) Leche de cuajada blanda</b>	<b>267</b>
<b>E) Leches fermentadas</b>	<b>268</b>
<b>Principales leches fermentadas</b>	<b>270</b>
1. Leche agria y suero de leche descremada	270
2. Leches fermentadas en masa	271
3. Koumis	271
4. Leche acidófila	271
5. Leches concentradas fermentadas	272
6. Yoghourth	273
7. Kefir	278
8. Otras leches fermentadas	280

CAPITULO X  
LA LACTOSA

A)	Introducción	281
B)	Estructura Molecular	282
C)	Biosíntesis	283
D)	Propiedades Físicas	284
E)	$\alpha$ -Hidrato	284
F)	Hábitos Cristalinos	285
G)	$\beta$ - Anhídrido	286
H)	$\alpha$ - Anhídrido	286
I)	Mezcla cristalina de $\alpha$ y $\beta$ anhídridos	287
J)	Vidrio de lactos o forma amorfa	287
K)	Dulzura relativa	287
L)	Aplicaciones en tecnología láctea	288
	1. Leche condensada azucarada	288
	2. Leche seca instantánea	289
	3. Suero seco estabilizado	290
M)	Manufactura de $\alpha$ - Lactosa	291
N)	Manufactura de $\beta$ - lactosa	293
O)	Reacciones químicas	294
	1. Hidrólisis	294
	2. Pirólisis	295
P)	Efectos nutricionales y fisiológicos de la lactosa	296
Q)	Usos varios	297

CAPITULO XI  
HELADO

A)	Introducción	298
B)	Principales ingredientes del helado	301
C)	Los sonidos de leche no grasos (MSNF)	301
D)	Azúcares	302
E)	Estabilizadores	302
F)	Emulsificantes	303
G)	Proceso	304
	1. Mezcla base	304
	2. Pasteurización	304
	3. Homogenización	305
	4. Añejamiento de la mezcla	306
	5. Congelación	306
H)	Defectos del helado	307
	1. Sabor	307
	2. Textura y consistencia	308

Como complemento a este trabajo, existe una serie de diapositivas tomadas directamente de la Industria Lechera Mexicana relacionadas con los diferentes temas desarrollados en cada uno de los capítulos de esta tesis.

Este material ha sido donado al Departamento de Alimentos en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.





## INTRODUCCION

Dentro de los problemas más importantes con los que se ha encontrado el hombre a través de su evolución, se encuentra la producción y conservación de alimentos para su sustentación.

Este problema ha crecido proporcionalmente con el incremento de la población y con la falta de alimentos para suplir sus requerimientos.

Esta situación nos ha llevado actualmente a desarrollar tecnologías - que nos permiten producir y conservar nuestros alimentos en forma más eficiente.

Lógicamente este desarrollo requiere de personal mejor capacitado tanto teórica como prácticamente de lo cual deducimos la gran importancia que tiene el tecnólogo de alimentos.

La preparación de estos profesionales, al igual que para muchas otras carreras, requiere de un presupuesto elevado para contar con profesores altamente calificados así como de equipo y condiciones adecuadas para un aprendizaje eficiente.

Se cuenta con diferentes métodos de enseñanza, entre los que destaca, el Audio-Visual tanto por su bajo costo como por su excelente resultados, los cuales han sido ampliamente aprobados.

Esto se debe principalmente a que:

- 1.- Ayuda a tener una constancia y continuidad en los conceptos a enseñar.
- 2.- Ayuda a transmitir conceptos claros.

- 3.- Los impulsos Audio-Visuales recibidos por el estudiante, permiten entender y retener en mejor forma los conceptos por explicarse.

Esta tesis trata de la aplicación del sistema referido en el curso de tecnología de alimentos I (PRODUCTOS LACTEOS). Pensamos que con ésto podemos evitar las deficiencias que se encuentran en una materia esencialmente técnica y que necesitaría contar con un presupuesto alto para eliminarlas.

## CAPITULO I

### CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad actualmente no ha adquirido, en nuestro país, la gran importancia que debería de tener en el desarrollo de productos en la industria alimenticia, ya que con él podemos controlar la calidad de -- los mismos.

El control de calidad se ayuda de una serie de normas que son las reglamenciones que rigen a un producto; en sí estas normas nacieron en el control de calidad por el conjunto de problemas de controlar cualidad y -- cantidades ante una necesidad de satisfacer el consumo humano.

Los alimentos deben de cumplir con un paquete de cualidades que le -- van a dar la aceptación, éstas son:

- a) Propiedades Físicoquímicas.
- b) Propiedades Nutricionales.
- c) Propiedades Microbiológicas.
- d) Propiedades Organolépticas.

A su vez este paquete de cualidades se relacionan con el costo de -- productos, de aquí su importancia en la industria alimenticia.

Para poder estudiar estas cualidades y poder, a su vez estabilizar-- las, el control de calidad hace uso principalmente de los análisis.

Los análisis que se realizan en la industria, son de tres tipos prin-- cipalmente.

- a) Análisis Organolépticos.
- b) Análisis Microbiológicos.
- c) Análisis Físicoquímicos.

#### A.- ANALISIS ORGANOLEPTICOS.

Una evaluación sensorial se hace por medio de los sentidos del gusto, olfato y tacto al ingerir los alimentos. La compleja sensación que resulta de la interacción de nuestros sentidos se usa para medir la calidad de los alimentos en los programas para control de calidad y desarrollo de nuevos productos.

Esta evaluación puede llevarse a cabo por una ó por varios cientos - de personas.

La primera y más sencilla forma de evaluación sensorial la hace el - investigador que desarrolla los nuevos productos alimenticios, toma en - - cuenta su propia evaluación para determinar las diferencias generales de - los productos. La evaluación sensorial se hace de una manera más formal - por grupos de jurados de Laboratorios y Consumidores.

La mayoría de los aspectos de calidad se pueden medir únicamente por jurados sensores, aunque se han hecho avances en el desarrollo de las pruebas objetivas que miden los factores de calidad individuales.

Los instrumentos que miden la textura son probablemente los más conocidos algunos ejemplos son, la prensa de cortar Lee Kramer y el Dispositivo para cortar Warner-Bratzler.

La Cromatografía y Espectometría de masa permiten medir el olor hasta ciertos límites; los colores de los alimentos pueden medirse con véracidad por medio de la Colorimetría. A medida que se desarrollen nuevos instrumentos para medir la calidad, la evaluación sensorial se usará para probar y estandarizar las nuevas pruebas objetivas.

Cuando se usan personas como instrumento de medición es necesario -- llevar un control rígido de todos los métodos de prueba y sus condiciones-

para sobreponer los errores causados por factores Psicológicos; "Error no- es Sinónimo de Equivocación, pero puede incluir toda clase de influencias- extrañas.

La condición física y mental del jurado y la influencia del medio am biente de prueba afectan las pruebas sensoriales; por ejemplo algunas per- sonas pueden tener más agudeza en el sabor por la mañana, otras por la no- che hasta el clima puede tener influencia en la disposición de los jurados.

Pequeños grupos se usan de jurado para probar el sabor de los alimen tos se puede usar también para pruebas de aceptación preliminares; los gru pos de jurados de Laboratorios pueden usarse para determinar:

Los mejores procedimientos de elaboración.

Varietades convenientes de materia prima.

Conocimiento y temperaturas de proceso transferibles.

El efecto de sustituir un ingrediente por algún otro.

Mejores procedimientos de almacenaje.

Efecto de insecticidas y fertilizantes en el sabor de los alimentos.

Efecto del alimento de los animales en el sabor y el mantenimiento de la calidad de la carne o subproductos.

El tamaño óptimo de los pedazos y su importancia.

Efecto del color en la aceptibilidad de los alimentos.

Recetas convenientes para el uso de nuestros productos.

Comparación con los productos de la competencia.

Como se dijo anteriormente, los análisis organolépticos se realizan- mediante las sensaciones del:

Olor,

Sabor,

Textura y

Apariencia.

Cada uno de estos factores, se han desarrollado bastante en los últi

mos años y muchas teorías son las existentes para cada uno de ellos.

Nosotros percibimos, mediante los epitelios olfativos una gran cantidad de olores de los cuales hay que distinguir si son naturales ó artificiales, como es el caso en la leche, del olor a quemado que se debe a radicales SH producidos por el calentamiento en las proteínas, éste es un olor bastante distinguible; o el caso del diacetilo que tiene un sabor y olor a mantequilla o crema.

La clasificación de olores según Zwaar Demaker, es la siguiente:

- 1.- Esteral o de fruta.
- 2.- Aromáticos.

Esteres, aldehídos y acetonas.

- a) Canforáceo - alcanfor -
- b) Especies - pimienta
- c) Anis - lavanda-menta
- d) Rosa - limón - madera
- e) Amigdalinas - aceites y nueces amargas.

3.- Fragantes o balsámicas

- a) Floral - lilia
- b) Balsámico - vainilla
- c) Lino - lirio
- d) Ambrocial - bilis
- e) Aleaceous - ajo, mercaptanos, trimetil aminas (pescado)
- f) Quemado - tabaco, pan quemado
- g) A cabra - transpiración, queso
- h) Repulsivos - plantas narcóticas
- i) Fétidos - proteínas en putrefacción.

Todos estos olores, nos influyen en el sabor.

Existen otras teorías sobre la distribución de olores como es la de Henderson con cuatro grupos.

Para cada clasificación existen grados de intensidad, usados para -- los análisis organolépticos.

Existe una famosa teoría del olor desarrollada estereoquímicamente, -- siendo de las más aceptadas, desarrollada por J. F. Amoore (Teoría del -- fraccionamiento del olfato y sabor).

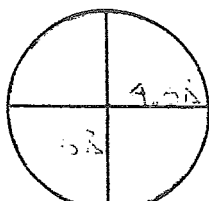
Es una teoría que dice que cada grupo de compuestos tiene ciertas ca -- racterísticas estereoquímicas, con ciertas medidas y formas. Los epite -- lios que las perciben, tienen estas mismas medidas y formas por lo que se -- puede hacer la percepción del olor.

La clasificación de Amoore, también conocida como la teoría de la -- llave-cerradura, toma nuestra nariz como una columna cromatográfica que va -- separando los olores, la clasificación es:

- 1.- Canforaceo - Alcanfor - Repelente de moscas.
- 2.- Musks - olor húmedo - penta decalactona, aceite de angélica.
- 3.- Floral - Fenil etil carbinol - fenil etil metil Rosas.
- 4.- Mentolado - Mentena - Menta.
- 5.- Eteral - Etilen dicloro - Olor a tintorería.
- 6.- Picante - Ac. fórmico - Vinagre.
- 7.- Pútrido - Mercaptanos - Huevo podrido.

Para esta clasificación, tenemos las estructuras estereométricas:

- 1.- Más o menos esféricas

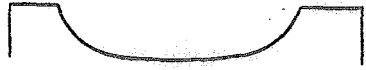
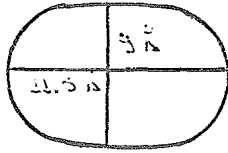


FORMA DEL RECEPTOR  
(PARTE SUSTANTIVA)

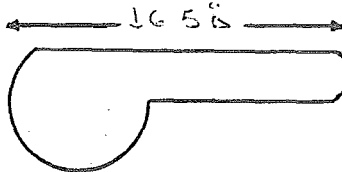




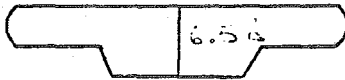
## 2.- Forma de disco. Alargado



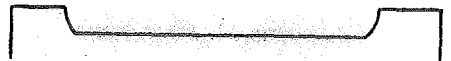
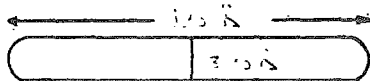
## 3.- Estructura esférica con cola



## 4.- Alargada



## 5.- Bastante alargada



El seis y el siete son la excepción de esta teoría, ya que el primero es electrofílico y por lo tanto busca electrones y el otro es nucleofílico, o sea cumple con una teoría puramente química.

Existe también un sentido que es el del dolor. Dentro de este sentido podemos abarcar el picante y el mordiente (pimienta).

## 1) SABOR.

El sabor va muy relacionado con el olfato, ya que éste da la sensación del gusto como es el caso de la vainilla.

De aquí se deduce una teoría que es muy aceptada y que dice que nosotros sólo diferenciamos cuatro sabores básicos por medio de las papilas -- gustativas de la lengua, éstos son:

- Dulce. Azúcar, se percibe en la punta de la lengua, 1,000 ppm.
- Acido. Acido cítrico, se percibe en el lado de la lengua. 100 ppm.
- Amargo. Quina, se percibe en los lados y la punta.- ppm.
- Salado. Sal, se percibe en los lados y la punta. 5,000 ppm.

## 2) TEXTURA.

Las variantes que hay que considerar son la temperatura y la consistencia propia de los alimentos que vamos a probar.

Otros factores que hay que considerar son:

- a) Primera impresión. (Al ponerse en contacto con la lengua)
- b) Masticación
- c) Elasticidad
- d) Gomocidad
- e) Esfuerzo cortante.

Es aquí donde se puede apreciar la relación existente entre el análisis instrumental y el organoléptico.

## B) COMO SE LLEVAN A CABO LOS ANALISIS ORGANOLEPTICOS.

Los tipos de pruebas existentes son:

Las Pruebas de Diferencia y las Pruebas de Preferencia.

### 1) PRUEBAS DE DIFERENCIA:

En estas pruebas únicamente se les pregunta a los miembros del jurado si existe una diferencia entre dos o más muestras, los gustos o disgustos individuales son hechos a un lado y a cada jurado se le aconseja ser objetivo en su evaluación, puede no gustarle un producto en particular, pe

ro debe enseñársele que constituye la buena ó mala calidad; y a evaluar la muestra sobre la base de las instrucciones recibidas. Está haciendo el pa pel de un instrumento de medición de calidad.

## 2) PRUEBAS DE PREFERENCIA:

Las pruebas de preferencia o aceptación determinan las preferencias populares representativas y se necesita mucha gente en el grupo de jurado.

Los resultados totales obtenidos de grupos de jurados entrenados pueden ser usados para predecir los resultados de preferencia obtenidos de -- grupos compuestos por 100 a 160 personas no entrenadas ó adiestradas. Algunas pruebas son dirigidas a Escala Nacional por firmas especializadas en esta forma; aún después de pruebas extensivas no se puede asegurar que los resultados se puedan aplicar al total de la población.

## 3) LAS MUESTRAS Y SU PREPARACION:

Los miembros del jurado usualmente están influenciados por todas las características del material de prueba. Por consiguiente las muestras de prueba deben ser preparadas y servir tan uniformemente como sea posible.

## 4) INFORMACION ACERCA DE LAS MUESTRAS:

Se debe dar a los jurados la menor información posible acerca de las pruebas, ya que esta información puede influir en los resultados.

Se ha encontrado que si la información dada a los jurados tiene algún significado en razón de su experiencia tendrá influencia en sus respuestas, los jurados encontrarán el sabor que ya estaban esperando encontrar.

En diferentes investigaciones hechas, cuando se les dijo a los jurados que habían usado productos de material de alta calidad sus preferencias fueron altas; mientras que cuando hubo el conocimiento que se usaban productos de material de baja calidad, bajó la preferencia del jurado.

La información de que la comida había sido tratada con materias químicas no especificadas y expuestas a rayos estilizadores no especificados, no alteró las conclusiones del jurado.

#### 5) LA TEMPERATURA DE LAS MUESTRAS:

Deben estar a temperatura uniforme, por lo tanto los problemas mecánicos de servir comida a temperatura constante y uniforme deben tener una atención cuidadosa. La temperatura a la cual usualmente se toman los alimentos es recomendada para las muestras. Sin embargo los sabores germinados son menos sensibles a temperaturas muy altas o muy bajas, lo cual deteriora la percepción del sabor.

#### 6) UNIFORMIDAD DE LAS MUESTRAS:

Para medir las diferencias de sabor en productos de grandes cantidades de fabricación ó unidades como por ejemplo Duraznos enlatados, córtese los pedazos grandes a pedazos más pequeños y mézclense cuidadosamente para obtener una muestra más uniforme. Para probar la calidad de jugos enlatados, ábranse varias latas y mézclese todo el jugo antes de preparar las muestras individuales, ésto nos dará una muestra más uniforme.

#### 7) CODIFICADO DE LAS MUESTRAS:

Las muestras deben ser codificadas de tal manera que los jurados no puedan distinguir las por la clave. Por ejemplo si las muestras se numeran 1, 2, 3 ó letrean A, B, C. se podría cursar un error en los resultados ya que la gente asocia el número 1 ó la letra A con "Primero" ó "Mejor" y puede tener la tendencia a clasificar esta muestra como superior. Se debe asignar una serie de números de 3 cifras a cada muestra para que el jurado reciba muestras codificadas de diferente manera.

#### 8) NUMERO DE MUESTRAS:

Para determinar el número de muestras que se van a presentar en una sesión de prueba, se considera lo siguiente:

La naturaleza del producto.- No se debe de evaluar más de 6 muestras de helado por la temperatura del producto.

La intensidad y complejidad de la propiedad sensorial del producto = que se prueba.-se ha encontrado que con productos suaves como los ejotes y los duraznos enlatados se pueden probar hasta 20 muestras sin que decrezca la habilidad del probador para discriminar.

La experiencia del catador.- Un catador profesional de té, vino o café puede evaluar cientos de muestras en un día.

La cantidad de tiempo y la comodidad disponibles.

#### 9) ORDEN DE PRESENTACION:

El orden como se presentan las muestras a los jurados puede también tener influencia en los resultados. Estudios que se han hecho en el efecto de las secuencias de muestras en la preferencia de comida, han demostrado un efecto de posición (las últimas muestras fueron clasificadas más bajo); un efecto de contraste (sirviendo muestras "Buenas" al principio bajo la evaluación de las muestras "Pobre"); y efecto de convergencia (Tendencia a hacer respuestas similares a estímulos sucesivos); en los efectos de contraste y convergencia se demostró que fueron independientes al efecto de posición. Una presentación al azar compensó estos efectos.

#### 10) EL GRUPO DE JURADOS O CATADORES:

Por razones de economía escójanse a los miembros del jurado de todo el personal disponible, incluyendo personal de oficina, planta e investigación. Debe considerarse como trabajo de rutina, para el personal de la industria alimenticia, servir como jurado. Sin embargo, no se le debe pedir a nadie que evalúe alimentos que no le agradan.

Las personas a quienes concierne la prueba del producto (Desarrollo del Producto y Producción); y las que preparan las muestras de prueba no deben ser incluidas en el grupo de jurados.

Los miembros del jurado deben tener buena salud y deben excusarse -- cuando tengan gripe. Se ha encontrado que los fumadores y no fumadores -- son igualmente útiles para ser jurado. No es aconsejable fumar durante -- las 2 horas antes de una prueba, se ha encontrado que los fumadores fuer-- tes (personas que fuman uno o más paquetes de cigarrros al día), son menos- sensitivos que las personas que no fuman, sin embargo hay excepciones. No existe relación entre la edad y la sensibilidad. Se requiere cierta canti- dad de sensibilidad pero ésto no es tan importante como la experiencia. -- Puede ser que una persona con sensibilidad promedio, con un alto grado de integridad personal, con habilidad para concentrarse, con curiosidad inte- lectual y voluntad para pasar el tiempo haciendo evaluaciones haga un me-- jor trabajo que una persona descuidada con agudeza extrema en el sabor y - olor.

Para mantener interesados a los jurados en el trabajo que se está ha- ciendo, muéstrenseles los resultados cuando cada serie se completa. La im- portancia del trabajo puede ser demostrada llevando las pruebas de una ma- nera controlada y eficiente.

#### 11) SELECCION DE ENTRENAMIENTO:

Se debe seleccionar a los jurados por su habilidad para detectar di- ferencias. Algunas personas que lo hacen bien con algunos productos fre-- cuentemente no lo hacen con otros. Un catador rara vez es igualmente efi- ciente probando toda clase de alimentos.

Los investigadores están en desacuerdo acerca del valor del entrena- miento de los jurados. Se ha constatado que se pueden usar pruebas de pan- tallas para escoger jurados que son capaces de detectar diferencias, y así no sería necesario el entrenamiento.

En el grupo de investigación Operacional de Cadbury Bros. LTD, en -- Bournville, Inglaterra, se seleccionan jurados con paladares suficien- te discriminadores basándose en series de pruebas triangulares con materia- les de confección Típicos.

Se les dá a los jurados un entrenamiento especial de 10 semanas y -- concluyen asistiendo durante 4 semanas a las sesiones formales de una serie de pruebas, antes de que sus juicios se usen realmente; ciertamente es más útil un grupo de jurados específico para el producto y método que se está probando que un grupo de jurados con objetivos generales; los jurados deben de estar familiarizados con el producto y deben saber qué es lo que constituye la buena calidad en él.

Sesiones preliminares pueden ayudar a que quede en claro el significado de los términos descriptivos. Para que estén dentro de la realidad, se deben usar términos que se puedan referir a los estándares objetivos es pecíficos.

## 12) NUMERO DE JURADOS O CATADORES:

Ya que existen muchas variaciones en las pruebas sensoriales, cuando haya más catadores en el grupo de jurado, es más probable que las variaciones individuales se equilibren. Probablemente 4 es el número mínimo aunque la mayoría de los investigadores piensan que debe haber 8 ó 10.

Es preferible un grupo de catadores pequeño pero con gran sensibilidad que un grupo grande con menor sensibilidad.

## C) CONDICIONES DURANTE LA PRUEBA.

### 1) Area de Prueba:

El cuarto donde las pruebas se llevan a cabo pueden ser sencillo o elaborado, pero los catadores deben estar independientes uno del otro en cubículos separados o en sesiones divididas de una mesa grande. No deben tener distracciones, como por ejemplo el ruido.

Si es posible el cuarto debe estar libre de olores y separado, aunque adyacente, del área donde se preparan las muestras. Es útil el aire acondicionado en el área de pruebas, las paredes deben ser de un blanco mate o un gris neutro claro para que el color de la muestra no se vea altera

## 2) Iluminación:

Es esencial tener una iluminación uniforme; una iluminación blanca - natural fluorescente es más recomendable que las luces blancas frías. En el instituto de investigación de alimentos de Ottawa, se usan luces fluorescentes rosas para esconder las diferencias obvias de color de las muestras cuyo sabor se está evaluando.

## 3) Horario de las Pruebas:

La hora del día en que se llevan a cabo las pruebas tienen influencia en los resultados; aunque esto no se puede controlar, si el número de pruebas es grande. Se ha encontrado que las mejores horas para efectuar las pruebas es al finalizar la mañana y la mitad de la tarde. Como los hábitos alimenticios de los jurados afectan los resultados, es deseable que las pruebas no se hagan en un período de 1 hora antes de una comida o 2 horas después.

## 4) Recipientes:

Las muestras se deben presentar en recipientes limpios sin olor y -- sin sabor.

## 5) Procedimientos para catar:

Generalmente se afirma que si el catador se traga la muestra entera o la parte, el resultado de la prueba no cambia, sin embargo se debe instruir al catador para que se use el mismo método con cada muestra en todas las pruebas.

Usense galletas, pan blanco, manzanas, para quitar todos los restos de sabor de la boca entre catación y catación; en ciertos alimentos si se usa agua, debe estar a la temperatura del cuarto, ya que el agua fría reduce la eficiencia de las papilas gustativas.



## 6) Cuestionarios:

Se ha encontrado que los cuestionarios más sencillos son los más eficientes. Los cuestionarios elaborados distraen la atención del jurado y complican las interpretaciones.

La persona que analiza los resultados de la prueba deben usar hojas de resumen separadas.

Se debe preparar un nuevo cuestionario si el método o el objetivo de la prueba se cambia. Si la veracidad se aumenta en los resultados de la prueba, valen la pena el tiempo y esfuerzo necesarios para hacer cuestionarios nuevos.

## D) TIPOS DE PRUEBAS:

### 1) Pruebas de Diferencia:

a) Prueba del Triángulo.- En este tipo de prueba se presentan 3 muestras codificadas al jurado, se le dice que 2 muestras son iguales y se le pide que indique cual es la distinta.

b) La prueba Duo-Trio.- En ésta se presentan tres muestras, una tiene una etiqueta marcada "R" (Referencia) y las otras 2 están codificadas; una de las muestras es igual a la de referencia y la otra es diferente, se le dice al jurado que las identifique, o cuál es la muestra distinta.

c) Prueba de Comparación en Pares.- Aquí se presentan al jurado un par de muestras codificadas, que representan el estándar o control, así como un tratamiento experimental. Se le pide que indique cuál muestra tiene mayor o menor intensidad de una característica específica como por ejemplo dulzura, dureza, etc.

Si se están considerando más de dos tratamientos, cada tratamiento se compara con todos los demás de la serie; el propósito de la prueba se vuelve molesto si se comparan muchos tratamientos. En la mayoría de los casos, el valor de una comparación de pares, puede aumentarse con un reporte del catador acerca de cuantas diferencias encontró.

Las pruebas de pares se usan generalmente para comparar nuevos y viejos procedimientos y también para Control de Calidad. Cuando se reportan los datos no se debe concluir sin tener otros datos que afirmen que un tratamiento menos preferido es de mala calidad. Debe pedirse al jurado -- que clasifique la calidad de cada tratamiento como bueno, aceptable o pobre.

d) Alineamiento.- Se le pide al jurado que alinee varias muestras codificadas de acuerdo a la intensidad de algunas características en particular.

e) Comparación Múltiple.- En ésta se marca con "R" una referencia conocida o una muestra estándar y se le presenta al jurado con varias muestras codificadas; se le pide al jurado que evalúe las muestras comparándolas con la muestra de referencia.

f) Calificando.- Los jurados evalúan las muestras codificadas marcando sus reacciones en una escala graduada descriptiva. La persona que analiza los resultados les da a estas calificaciones valores numéricos.

g) Método de Perfil del Sabor.- Este procedimiento fué desarrollado por Arthur D. Little Incorporated.

Un Laboratorio de jurados pequeños, de 6 - 8 personas, que han sido entrenadas en el método, miden el perfil del sabor de los alimentos. Se usan términos descriptivos y números que equivalgan exactamente a cada miembro del jurado para mostrar la fuerza relativa de cada marca en una escala adecuada. Con este método es posible determinar pequeños grados de diferencia entre dos muestras, el grado de combinación, grados de semejanza y las impresiones generales del producto. Se requiere un conocimiento del sabor considerable para la interpretación de los resultados ya que no se pueden analizar estadísticamente. Este método requiere una gran habilidad, una educación extensa acerca de las sensaciones de olor y sabor, un vivo interés e inteligencia de parte del jurado. Esta técnica ha sido estudiada en detalle por Sjostrom y Caul.

h) Pruebas de Dilución.- Implican la determinación de la identificación en principio del material de estudio. Se describe el sabor de un producto en términos de porcentaje de dilución o como un porcentaje que refleja la cantidad real de olor y sabor detectados.

Se requiere para este método estándares convenientes para la comparación y dilución del material de prueba, está limitado a alimentos que pueden hacerse homogéneos sin afectar el sabor.

## 2) Pruebas de Preferencia:

a) Comparación en Pares.- Esta prueba se usa de manera similar a la usada en pruebas de diferencia; se le pide al jurado cuando está probando las diferencias, identifique que muestra prefiere y diga cuál es el grado de preferencia.

b) Calificando.- Se han desarrollado diferentes tipos de escala para determinar el grado de gusto o desagrado hacia un alimento, estas escalas pueden ponerse en términos de "excelente" "muy bueno", "bueno", "pobre" o de manera similar. Sin embargo la escala de preferencia que probablemente más atención ha recibido durante los últimos 10 años es la escala de nueve puntos Hedónica, según el grado de gusto que se desarrolló en el Quarter - Master Food And Container Institute of the United States. Se dedicó mucho tiempo y esfuerzo para determinar las palabras que expresan el gusto o disgusto de una persona hacia un alimento. Esta escala es el resultado de dichas investigaciones.

c) Alineamiento.- Se sigue el mismo procedimiento que en las pruebas de diferencia, excepto que cuando se usa como prueba de preferencia, el questionario está hecho para que el jurado indique el orden de su preferencia de las muestras.

d) Diseño de los experimentos y métodos.- Para analizar datos:

La seguridad de las pruebas de evaluación sensorial de comida y la veracidad que se les puede otorgar a sus resultados dependen en la estanda

rización de condiciones de prueba y el uso de diseños estadísticos, para el diseño experimental y los análisis.

Debe planearse anticipadamente el experimento para que un modelo matemático sencillo pueda aplicarse a los análisis.

Muchos modelos matemáticos sencillos dependen de la naturaleza, independientemente de los datos, el diseño experimental se introdujo para desarrollar esta independencia y frecuentemente permite aplicar un modelo matemático sencillo.

El diseño experimental hace que las pruebas sean eficientes y evita gasto extra de tiempo y material; la aplicación de un diseño experimental debe ser probada por un estadista.

Elección al azar de las muestras y orden en la presentación ayuda a eliminar errores; la replicación de las pruebas refuerza los resultados.

### 3) Pruebas de Consumo.

Este tipo de pruebas es usado para medir el consumo y aceptación -- del producto aunque el destino de un producto alimenticio depende de la aceptación del consumidor, estudios formales de la preferencia de los consumidores son recientes. Las pruebas de consumidores están completamente separadas de los Laboratorios Jurídicos los cuales no prueban ni predicen las reacciones del consumidor.

Una prueba de consumo sería cubrir una gran parte del público para quien el producto es enfocado.

Por estas condiciones las pruebas de consumo son dirigidas por Compañías Especializadas.

## E) PRUEBAS SENSORIALES EN LA INDUSTRIA LECHERA.

Los productos de la leche normalmente no están sujetos a los mismos

sistemas de pruebas sensoriales tan cuidadosamente controladas como las que se usan en algunas ramas de la Industria alimenticia.

Los Laboratorios de control están restringidos a pruebas de Laboratorio simples y moderadas, la clasificación de mantequilla, queso, crema, etc. es hecha por personal experimentado y práctico, pero no calificado científicamente, los cuales usan sus propios términos.

Cuando ocurren defectos especiales, el problema normalmente se investiga en un Laboratorio central cuyo equipó está compuesto por graduados los cuales son las únicas personas capacitadas para unir las pruebas sensoriales con las de Laboratorio.

Grupos de jurados de catadores de alimentos especialmente entrenados; son la excepción en la industria de la leche.

Cuando existe la más mínima queja de algún producto, éste debe ser examinado organolépticamente por 3 personas experimentadas, preferentemente científicos graduados, trabajando completamente independientes, y los resultados no deben ser comparados hasta que los exámenes estén completos, cualquier sugestión o comentario de una persona puede influir en otra, especialmente en un trabajador de menos grado. Las descripciones de productos echados a perder (por contaminación), hechas por trabajadores en la industria, son frecuentemente conflictivas y dicha información usualmente no es satisfactoria para usarse como base para investigación.

#### 1) DISCRIMINACION SENSORIAL DE LA GRASA Y SNF (SOLIDOS NO GRASOS EN LA LECHE).

La grasa tiene una considerable influencia en el sabor y atractivo físico de muchos alimentos, es bien reconocido que la leche descremada sabe diferente, delgada, sin cuerpo y menos atractiva que la leche entera; y también que el alto contenido de grasa y los grandes glóbulos amarillos de la leche de Jersey y Guernsey la hacen más atractiva, aunque posiblemente menos dirigible que la leche Friesian o Shorthorn, estas evaluacio-

nes generales se aplican a muchos productos lácteos (leche, crema, yogurt, leche con chocolate y queso). Un contenido muy alto de grasa puede hacer un producto poco digerible o enfermizo, de esta manera la leche con chocolate con un contenido normal de grasa (aprox. 4%) es demasiado rica para la mayoría de los paladares y por eso la grasa de la leche se reduce al 2%. El queso crema que contiene más del 60% en grasa es demasiado graso y no muy apetitoso, fácilmente se vuelve mantequilla cruda.

En todos los estudios acerca del "Efecto de la grasa y Efecto SNF", es muy importante asegurarse que se tiene leche normal de buena calidad - Bacteriológica, libre de sabores adquiridos por alimento, absorbidos o de algún otro tipo.

## 2) TECNICAS DE ANALISIS SENSORIALES EN PRODUCTOS LACTEOS.

Básicamente, los métodos para análisis sensoriales o exámenes organolépticos de productos lácteos, son idénticos a los de otros alimentos - (Métodos descritos en este capítulo). Los sabores son frecuentemente "Delicados" y la estandarización de la temperatura es importante, especialmente porque la mayoría de los productos lácteos están almacenados a bajas temperaturas.

Cuando se prueba leche en latas o recipientes, es de suma importancia tomar nota de cuándo fué la última vez que se quitó la tapa ó estandarizar el período de cierre, algunos olores son muy fuertes cuando se quita la tapa por primera vez y luego desaparecen cuando la leche está expuesta a la atmósfera.

Hay técnicas simples para medir los umbrales olfativos de aldehidos y compuestos de sulfuros responsables del olor de algunos alimentos.

Es importante enfatizar la necesidad de los análisis organolépticos en los productos lácteos.

## F) ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.

Como se comentó anteriormente, estos análisis son prácticas de laboratorio, de aquí la gran importancia de contar con un Laboratorio adecuado.

En lácteos, la función de este Laboratorio es la de controlar todos los procesos técnicos que tienen lugar en la fábrica.

Ello sólo es posible cuando el laboratorio cuenta con el suficiente personal técnico al que se permite tener iniciativas no sólo en lo concierne a la verificación de pruebas, sino lo que es mucho más importante, en su interpretación.

En sí el tamaño del Laboratorio depende mucho de la función que realiza la fábrica y de las pruebas que en él hayan de realizarse.

Ya dentro del control de calidad en lácteos, en general se consideran los siguientes conceptos:

- A) Calidad físicoquímica.- La riqueza de la leche en sus diferentes componentes y posibles cambios.
- B) Calidad bacteriológica. Está relacionada con la cantidad y naturaleza de los gérmenes presentes en la leche en un momento dado.

Para medir o apreciar estas calidades, tenemos dos métodos que son:

- A) Las pruebas fáciles de ejecución rápida que solamente precisan material sencillo y equipo poco costoso. Su precisión es limitada y en ciertos casos su valor es escaso por su falta de especialidad.
- B) Los Métodos analíticos más o menos complejos que no pueden realizarse más que en laboratorios bien equipados y personal preparado.

Cualquiera que sea el método empleado, la toma de muestra tiene un papel muy importante. El disponer de buenas muestras es la base fundamental de todos los análisis y salvo que éstas se obtengan convenientemente, los resultados obtenidos, por más cuidado que se ponga, carecen de valor. La importancia del muestreo no siempre recibe la atención que merece, ni siquiera en algunos casos en que la realizan personas experimentadas.

La técnica Lactológica necesita muestras para pruebas Bacteriológicas y químicas que presentan aspectos totalmente distintos. En las pruebas bacteriológicas las condiciones de asepsia y de esterilidad de los recipientes es muy importante; en las pruebas químicas, la homogeneidad de la muestra es un factor importante para los resultados que se obtengan.

Estas muestras se deben tomar adecuadamente según el análisis que se vaya a efectuar. Una buena prueba de ello lo constituye el muestreo de la leche, para llevar a cabo las pruebas del azul de metileno, grasa y extracto seco magro. Inicialmente se tomaba la muestra del tanque de pesado, -- ello constituye indudablemente el mejor método de obtener una buena muestra apta para determinar la grasa, pero las pruebas bacteriológicas exigen ciertas consideraciones, ¿Qué ocurre cuando a una leche sucia le sigue otra de buena calidad?. La contaminación que indudablemente ocurre ¿es significativa?, la respuesta correcta es que depende cuánto se haya contaminado la leche y del tratamiento recibido por la muestra. Si la diferencia en la calidad de las leches no es muy grande (por ejemplo del orden de 10:1 -- como cuando los recuentos son de un millón y cien mil) y la leche se analiza inmediatamente, mediante una prueba rápida tal como la de la resazurina o la del azul de metileno a 37°C, el error no suele ser significativo; no obstante, si la diferencia es grande, por ejemplo cuenta de (diez mil y -- diez millones) o si la muestra se analiza mediante una prueba que requiere mucho tiempo, como la del azul de metileno a 18°C o si se conserva cierto tiempo, por ejemplo más de 24 horas después de obtenida, el error es muy significativo y el resultado completamente falso. La solución ideal es homogenizar mediante agitadores especiales estériles todos los cántaros enviados por los productores y obtener una muestra de todos ellos (mezcla de muestras) en un recipiente estéril.



Sin embargo, esto constituye un procedimiento tedioso y en la práctica es mejor tomar una muestra asépticamente de dos o tres cántaros, -- sin homogenización previa para los análisis bacteriológicos y otra del -- tanque de pesado, en un recipiente no estéril, para los análisis químicos; una comprobación eficiente en el muelle de descarga eliminará las leches de mala calidad, permitiendo de esta forma la obtención de muestras para fines bacteriológicos en el tanque de pesado.

Una vez teniendo la muestra representativa, podemos llevar a cabo los análisis físicoquímicos y microbiológicos según sea el destino que le demos a esta muestra.

#### 1) ANALISIS FISICOQUIMICOS.

Estos análisis los podemos dividir en dos partes, en una tendremos los análisis o pruebas de plataforma que son aquellos que se realizan -- cuando se recibe la leche en una planta y en la otra parte tendremos las pruebas de laboratorio y especiales, las cuales, son más tardadas, van en focadas a un determinado componente o adulteración y necesitan de equipo y personal más especializado.

Dentro de las pruebas de plataforma tenemos:

- a.- Temperatura: La leche debe ser entregada a la planta durante -- las siguientes dos horas que siguen al ordeño, para evitar el rápido crecimiento bacteriano que ocasiona la disminución de -- su calidad y su rápida descomposición; de lo contrario, la leche debe refrigerarse después del ordeño y mantenerse entre -- 0-4°C hasta su procesamiento. La determinación de la temperatura es un buen indicio (aunque no necesariamente) del cuidado que se ha tenido en la granja o durante su transporte para tratar de conservarla en óptimas condiciones.
- b.- Sedimento: La prueba tiene por objeto establecer la presencia de materiales extraños en la leche, los cuales además de ser --

inaceptados en un producto de buena calidad, indican que éste ha sido producido o procesado en condiciones inadecuadas de limpieza y saneamiento que a veces no son determinadas por métodos microbiológicos. En la prueba se usan filtros de algodón blanco, tubos de sedimentación tipo aspirante y serie de discos patrones o patrones fotográficos.

- c.- Densidad: Prueba lactométrica (lactómetro). La leche tiene un peso específico determinado que varía considerablemente con el contenido de grasa y sólidos totales, por lo tanto nos ayuda a determinar adulteraciones originadas por una separación de la grasa o por adición de leche descremada o agua.

Esta determinación puede hacerse también por el método del Pícnómetro (AOAC) o mediante una balanza de Mhr Westphal.

## 2) PRUEBAS DE LABORATORIO ESPECIALES.

- a.- Acidez: Esta prueba nos ayuda a establecer la calidad de la leche. Se usa el método de titulación con NaOH 0.1N usando fenolftaleína en solución alcohólica como indicador.
- b.- pH: El pH normal de la leche fresca es de 6.5 a 6.7 valores superiores se observan en leches mastíticas, mientras que valores inferiores indican acidificación posiblemente por fermentación de la lactosa. Se usa un Potenciómetro.
- c.- Prueba de Alcohol: El etanol de 70 mezclado con volumen igual de leche, produce una floculación o coagulación del producto cuando tiene una acidez alta o pH bajo. Una prueba del alcohol positiva indica además poca estabilidad de la leche al calor.
- d.- Sólidos Totales: Las pruebas anteriores pueden ir acompañadas de una prueba de cenizas y de sólidos totales para ver si hay adición de sólidos o álcalis. Hay tablas especiales con la determinación de grasa, densidad y cenizas para obtener sólidos-totales.

La determinación de sólidos totales puede efectuarse por una variedad de métodos que pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- A) Métodos Gravimétricos: Fundamentados en la evaporación -- del agua de una muestra conocida y la pesada del residuo-seco. La evaporación puede efectuarse por diferentes técnicas como son:
    - a) AOAC - 1970.
    - b) Mojonnier.
    - c) IR - Newlander.
    - d) Método Dietert.
    - e) Balanza para humedad (Brabender)
  - B) Métodos Basados en la Medición de una Determinada Propie--dad Proporcional en Cierta Sentido al Contenido de Sólidos Totales; tenemos:
    - a) Determinación del peso específico y uso de fórmulas especiales. Usando la balanza de Mhr-Westphal, Picnóme--tro, Lactómetro.
    - b) El método de Diarison mediante la medición de ondas Ul--trasónicas en la leche a dos diferentes temperaturas.
  - C) Métodos Volumétricos que permiten la determinación del - - agua contenida en la muestra por técnicas volumétricas, tales como:
    - a) Destilación con tolueno (AOAC).
    - b) Método de Kar 1-Fischer.
- e.- Grasa: En las industrias lácteas la determinación de grasa es de primerísima importancia ya que ésta influye directamente en el precio de la leche y sus derivados. Por consiguiente esta prueba constituye una de las determinaciones más importantes -

en un laboratorio lactológico, donde se aplica tanto a la leche cruda como a los productos en procesamiento o ya elaborados.

Los métodos que se utilizan para esta determinación se pueden clasificar en tres grupos:

A) Métodos Volumétricos.- Que utilizan agentes químicos (Ac.- Sulfúrico, detergentes) para lograr la ruptura de la emulsión y la separación de la grasa para poderla medir.

1.- Método de Babcock.

2.- Método de Gerber.

B) Métodos Gravimétricos. Aquellos que utilizan disolventes apropiados (éter etílico, éter de petróleo) para extraer la grasa, que luego de la evaporación de los disolventes, se determina mediante la pesada del extracto seco.

1.- Método de Roesse - Gottlieb.

2.- Modificación de Mojonnier.

C) Métodos fundamentales en la medición de una propiedad de la leche, proporcional en algún sentido a su contenido de grasa v.g., la turbidez de una muestra homogenizada y diluída como ocurre en el aparato danés: Mitlkotester o a la velocidad de ondas ultrasónicas a través de la leche a diferentes temperaturas, como ocurre en el aparato Diarisen o a la absorción de radiaciones infrarrojas por los grupos carboxilos de los triglicéridos, como ocurre en el analizador IRMA y que además con RMN nos puede dar la clase de grasa que se tiene y que nos sirve para determinar adulteraciones.

f.- Una de las prácticas fraudulentas más comunes o frecuentes en la producción e industria de la leche es la adición de agua --

con el objeto de aumentar su volumen. Este fraude ha recibido especial atención tanto de las autoridades como de las industrias del ramo, en virtud de las repercusiones de índole legal y económico involucradas en dicha práctica. Los métodos que pueden aplicarse a la determinación de agua adicionadas en la leche, están basadas en la medición de una propiedad física que varía proporcionalmente con el porcentaje de agua incorporada al producto tal como ocurre con el punto de congelación, el índice de refracción, el peso específico, la conductividad eléctrica, de donde se derivan respectivamente los métodos crioscópicos, refractométrico, lactométrico y conductimétrico.

- g.- Lactosa\* Para la determinación de la lactosa podemos tener dos métodos que son el Polarimétrico, si la muestra está pura y -- otro método químico que es por titulación con solución Fehling.
- h.- Caseína.- Numerosos métodos pueden aplicarse a la determinación cuantitativa de proteínas en la leche, éstos pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- A) Métodos químicos.      Determinación de nitrógeno total.  
    Método de Kjeldahl macro y micro.  
    Método de Nessler.  
    Método gasométrico de Dumas.

Los resultados obtenidos por estos métodos son ligeramente elevados ya que se determina el nitrógeno de las proteínas, pero hay otras sustancias que no lo son (urea, creatina, creatinina, adenina, ácido úrico, etc.), cuyo nitrógeno está incluido en el resultado. No obstante son los métodos más usados.

- B) Métodos gravimétricos.      Basados en la precipitación de la proteína desecación y pesada del -- precipitado proteico. Son análisis que se emplean dentro de la industria láctea para análisis de rutina.

- C) Métodos volumétricos. Método de Sorensen - Casdevante  
Método de Hart por centrifugación.
- D) Métodos Fotométricos. Métodos Fotocolorimétricos (utiliza el negro amide).  
Método del Biuret.  
Método de Fehling.  
Métodos espectofotométricos.  
Métodos por fijación de colorantes.
- E) Métodos Refractométricos.
- F) Métodos por Electroforesis.

i.- Fosfato Residual. Prueba que se hace a las leches pasteurizadas. La pasteurización tiene por objeto la destrucción de micro organismos y enzimas; dentro de éstas se encuentra la fosfatasa que produce un material orgánico con radical fosfórico, si el calentamiento es el adecuado hay destrucción total de esta enzima, si no existirá al igual que su material, ésto se puede determinar por el método de liberación de fenol a partir de una fenol fosfatodisódica.

### 3.- ANALISIS MICROBIOLÓGICOS.

Estos análisis nos darán la calidad bacteriológica de la leche, ten dremos dos métodos para obtener esta calidad.

a.- Métodos directos.- Existen numerosos métodos, los más precisos y significativos son aquellos que permiten la enumeración de los gérmenes pero también son los más delicados y más largos, además no pueden realizarse nada más que en laboratorios bien equipados.

El análisis bacteriológico de la leche exige en principio, el

recuento de la flota total y de los grupos microbianos más importantes, especialmente desde el punto de vista higiénico y técnico, como son bacterias patógenas, coliformes, termoresistentes, esporulados, productores de gas, etc. Evidentemente este sistema no se utiliza para controles de rutina.

Los métodos más importantes son:

- A) Microflora total por cultivo
- B) Recuento directo al microscopio
- C) Investigación de determinados grupos microbianos.

b.- Métodos Indirectos.- Son pruebas simples y rápidas cuyo valor es muy desigual, pero que nos da una idea de la calidad bacteriológica de la leche rápidamente.

Los más importantes son:

- A) Acidez, por titulación.
- B) Estabilidad.
  - La prueba de alcohol.
  - La prueba de la ebullición.
  - Lactofermentación.
  - Prueba de la filtración.
- C) Pruebas basadas en la reducción de colorantes.
  - Prueba del azul de metileno o de la reductosa.
  - Prueba de la resazurina.
  - Prueba de la fosfatasa.

Para tener una idea de la aplicación de los resultados de los análisis para clasificar la calidad de la leche, tenemos las siguientes clasificaciones:

CLASIFICACION DE LA LECHE. INDICE DE CALIDAD.a. Sistema recomendado por el American Dry Milk Institute:

Clasificación	RECUESTO MICROBIANO DE PLACA O EXAMEN MICROSCOPICO DIRECTO.	Azul de metileno Horas de reducción	Resazurina 1 Hr. Color
Clase 1	menos de 500000/cc	más de 4 1/2	morada
Clase 2	no más de 3000000/cc	más de 2 1/2	alfasema
Clase 3	no más de 10000000/cc	más de 1 hora	rosa
Clase 4	Superior a 10000000/cc	menos de 1 hora	decoloración completa (blanca).

b. Contenido Microbiano:

Recuento de Placa o microscópico directo US (leche cruda para pasteurizar)

Número de colonias por C.C.	Clase
Menos de 200.00	Grado A
Menos de 1,000.00	Grado B
Superior 1,000.00	Grado C

c. Índice colibacilar:

Clase	Verano	Invierno
A negativo en	1/100	1/10
B negativo en	1/1,000	1/100
C negativo en	1/10,000	1/10,000

d. Ensayo de ebullición:

Número de horas a 18°C hasta cuajar por ebullición

e. Sedimento - Lacteofiltración:

Escala de 10 valores (USA)



f. Acidez:

de 15.5 a 16.5	Buena +++++
De 17 a 18	Aceptable +++++
De 18.5 a 19.5	Regular +++++
De 20 a 22	Mala

g. Descarga Celular:

	Número de células
Clase I	menos de 300,000/ml
Clase II	más de 300,000 y menos de 900,000/ml

h. Pruebas organolépticas (USA) A.D.S.A.

Olor y sabor	Clase
Simple y ligero a pasto	Buena
Pasto ligero a establo y ligero a oxidado	Regular
Fuerte a pasto o establo o ligero a rancio, oxidado, amarga	Deficiente
Fuerte a establo, ácido	Mala (aceptable sólo para algunos sub- productos)
Muy ácida, podrido, etc.	Muy mala - inaceptable.

<u>i.</u> Azul de metileno	37°C	USA
Grado	Tiempo	Clase
1 Reducción superior a	8 horas	excelente
2 reducción entre	6-8 horas	buena
3 reducción	2-6 horas	regular
4 reducción menor de	2 horas	mala

j Resazurina 1 hora (maldivan)

## Grado

1	sin reducción	Excelente
2	morado pronunciado	Buena
3	morado claro a rosa	Regular
4	rosa a rosa claro	Mala
5	blanco	Muy mala



## CAPITULO II

### PANORAMA DE LA INDUSTRIA LACTEA EN MEXICO.

Los siguientes datos sacados de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, corresponden a la población de ganado lechero (Bovino y Caprino) a nivel nacional en los años de 1971, 72, 73 y 74. Vemos que el aumento en % por año con respecto al anterior es de:

BOVINO		CAPRINO	
1972	2.95%	1972	.99%
1973	2. %	1973	9.73%
1974	1. %	1974	— - 13.33%

Con respecto a los datos de ganado lechero y sus productos en los años de 1971, 72 y 73 tenemos que el aumento en % con respecto al anterior es:

AÑO	TOTAL DE CABEZAS (INCLUYE-HOLANDES SUIZO, JERSEY, -- CRIOLLO OTRAS - RAZAS.	VACAS ORDE- ÑADAS	PRODUCCION DE LECHE Lts	VACAS SECAS	CREMA	QUESO Kg.	MANTE- QUILLA Kg.	CABRAS ORDEÑA DAS.	PRODUCCION DE LECHE Lts.
1972	2.24%	3.93%	- 16%	3.1%	.99%	1.43%	-3.67%	86.93%	1.42%
1973	.90%	.98%	2.54%	.09%	114.7 %	-1.31%	0.01%	.009%	.01%

Con los resultados obtenidos se deduce que a nivel nacional, es una industria que se encuentra estancada y con desarrollo muy bajo.

POBLACION DE GANADO

ENTIDADES	1971		1972		1973		1974	
	BOVINOS CABEZAS	CAPRINOS CABEZAS	BOVINOS CABEZAS	CAPRINOS CABEZAS	BOVINOS CABEZAS	CAPRINOS CABEZAS	BOVINOS CABEZAS	CAPRINOS CABEZAS
AGUASCALIENTES	108 168	85 582	111 413	86 438	112 527	873 023	131 792	30 623
BAJA CALIFORNIA	81 135	383 855	83 569	387 694	84 404	391 570	88 326	395 842
BAJA CALIFORNIA T	190 220	391 828	195 926	395 746	197 885	399 703	158 112	156 095
CAMPECHE	125 931	161	129 708	475	133 652	479	133 401	488
COAHUILA	741 041	818 390	763 303	826 574	770 936	834 839	818 000	933 300
COLIMA	370 549	83 186	381 665	84 018	385 481	84 858	393 688	85 784
CHIAPAS	1 344 444	35 007	1 384 777	35 357	1 398 624	35 710	1 415 885	38 099
CHIHUAHUA	2 784 890	331 669	2 868 436	334 986	2 925 804	338 335	2 010 097	106 307
DISTRITO FEDERAL	58 826	14 279	60 590	14 422	61 195	14 566	62 419	14 857
DURANGO	972 782	387 125	991 665	390 996	1 011 498	394 905	948 200	123 420
GUANAJUATO	726 166	129 780	747 950	131 078	755 429	132 388	478 576	318 162
GUERRERO	971 600	583 011	1 000 748	588 841	1 010 755	594 729	1 020 762	594 617
HIDALGO	474 355	244 801	488 585	247 249	493 470	249 721	523 339	254 715
JALISCO	1 781 922	319 092	1 835 879	322 283	1 851 732	325 505	2 099 474	255 846
ESTADO DE MEXICO	946 143	124 911	974 527	126 160	983 272	127 421	1 023 837	131 256
MICHOACAN	1 255 935	364 078	1 293 613	367 719	1 319 485	371 396	1 790 100	349 860
MORELOS	271 100	59 439	279 233	60 033	282 025	60 633	290 513	62 459
NAYARIT	401 460	34 350	413 503	34 694	417 638	35 040	637 500	16 320
NUEVO LEON	603 326	653 342	621 425	659 875	640 067	666 473	659 868	686 533
OAXACA	1 081 998	822 347	1 114 457	830 570	1 125 601	838 875	1 148 113	855 652
PUEBLA	895 299	672 516	922 157	679 241	931 376	686 033	950 465	699 753
QUERETARO	308 328	115 855	317 577	117 013	320 752	118 183	327 167	120 546
QUINTANA ROO	25 381	323	26 142	326	26 403	329	26 931	337
SAN LUIS POTOSI	782 742	634 306	806 224	640 649	814 286	647 055	848 057	659 996
SINALOA	646 163	177 399	665 547	179 173	682 202	180 964	685 646	184 583
SONORA	1 506 227	93 211	1 551 413	94 143	1 566 927	95 084	1 944 482	79 986
TABASCO	652 717	397	672 298	400	685 743	404	692 600	411
TAMAULIPAS	653 900	257 999	673 517	260 579	680 252	263 184	717 857	262 554
TLAXCALA	111 094	36 838	114 426	37 206	115 570	37 578	111 734	38 329
VERACRUZ	3 620 303	179 101	3 728 912	180 892	3 940 379	182 700	3 841 525	186 354
YUCATAN	402 041	20 080	414 102	20 281	422 384	20 483	426 607	20 892
ZACATECAS	1 378 760	852 043	1 409 019	860 563	1 437 199	869 168	1 451 571	886 551
TOTALES	26 264 976	8 906 610	27 041 806	8 995 674	27 584 953	9 871 334	27 862 643	8 556 420

GANADO LECHERO Y SUS PRODUCTOS, AÑO 1971

ENTIDADES	TOTAL DE CABEZAS	HOLANDES		SUIZO		JERSEY		OTRAS RAZAS	
		FINO	CRUZADO	FINO	CRUZADO	FINO	CRUZADO	FINO	CRUZADO
AGUASCALIENTES	102 945	14 565	29 250	-	-	912	11 863	869	14 058
BAJA CALIFORNIA E	53 345	-	-	571	2 517	1 985	2 670	11 834	14 381
BAJA CALIFORNIA T	133 412	-	14 674	12	1 210	39	107	16 015	20 742
CAMPECHE	93 173	498	5 083	453	6 998	39	107	458	12 988
COAHUILA	135 929	16 576	20 764	1 040	5 685	1 784	4 484	8 642	14 510
COLIMA	144 954	2 426	25 630	3 032	3 840	1 911	6 745	5 301	30 026
CHIAPAS	848 702	26 911	72 006	95 958	193 346	6 809	20 050	17 270	115 663
CHIHUAHUA	397 216	8 066	40 102	295	605	1 683	5 087	15 855	64 119
DISTRITO FEDERAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DURANGO	379 984	7 754	38 379	2 385	4 755	2 103	6 335	1 987	88 771
GUANAJUATO	282 182	25 262	30 841	2 701	3 410	7 343	12 511	22 335	23 031
GUERRERO	297 557	5 673	12 853	1 380	5 150	883	2 974	15 470	89 473
HIDALGO	170 729	6 216	10 087	3 525	37 298	46	158	4 944	16 849
JALISCO	676 183	25 629	156 499	4 414	20 524	4 426	5 672	34 415	54 504
MEXICO	321 623	47 054	56 573	3 202	5 896	7 363	35 399	6 127	13 702
MICHOACAN	655 049	30 849	71 731	2 664	8 515	6 664	11 459	18 484	43 539
MORELOS	92 789	18 053	22 115	4 650	11 823	-	15 975	-	527
NAYARIT	201 430	20 765	30 678	768	2 903	245	316	3 342	15 790
NUEVO LEON	74 607	4 024	4 409	715	2 492	1 545	3 772	1 868	9 301
OAXACA	235 464	262	4 304	403	939	5	6 870	1 291	30 523
PUEBLA	189 221	20 444	40 019	2 150	21 306	1 578	23 638	1 956	12 626
QUERETARO	38 216	5 185	8 202	1 049	1 427	195	373	13	1 473
QUINTANA ROO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAN LUIS POTOSI	287 390	21 070	34 659	10 006	21 555	5 995	7 461	8 644	20 147
SINALOA	399 916	4 778	17 656	1 159	3 450	1 697	4 711	37 143	169 640
SONORA	284 605	3 274	21 009	-	105	-	-	-	85 017
TABASCO	170 105	9 888	20 190	2 328	24 670	679	810	15 420	55 070
TAMAULIPAS	65 533	2 496	3 277	488	933	185	668	2 472	226 020
TLAXCALA	25 949	10 176	11 382	109	150	56	88	10	46
VERACRUZ	1 292 705	39 650	46 144	159 913	210 622	56 581	78 902	87 101	173 728
YUCATAN	24 923	298	1 974	22	223	135	153	1 452	4 190
ZACATECAS	281 843	9 024	28 536	7 992	15 673	1 899	2 825	31 088	42 646
TOTAL	8 304 334	386 866	879 476	312 813	615 403	112 761	279 405	359 478	1 245 111

CRIOLLO	VACAS ORDERNADAS	PRODUCCION LECHE Lt	PROMEDIO DIARIO	VACAS SECAS	CREMA	Kg QUESO	MANTE- QUILLA	CABRAS ORDERNADAS	PRODUCCION LECHE
31 923	26 266	66 927 130	6.98	20 623	38 376	201 540	16 336	12 250	1 950 000
20 387	13 420	31 349 120	6.40	15 217	-	81 508	-	1 200	468 000
70 756	26 421	51 240 525	5.31	13 287	-	888 504	48 600	4 400	393 000
66 639	16 401	25 336 110	4.23	7 376	-	36 300	-	130	24 750
62 444	44 761	123 974 178	7.59	32 790	300 000	711 600	106 860	215 617	19 345 650
66 043	48 039	68 267 045	3.89	30 319	-	14 760	-	5 700	283 500
300 639	214 233	326 941 815	4.18	116 201	410 748	887 700	220 608	4 185	861 750
261 404	102 350	244 323 498	5.88	96 650	50 172	637 272	108 360	29 425	2 792 250
227 515	127 960	214 751 765	5.00	69 414	22 969	1 207 020	11 229	58 096	4 290 750
154 748	56 923	133 645 480	6.43	21 614	305 760	730 080	5 960	166 315	23 809 800
163 701	63 485	185 376 200	8.00	38 140	332 400	812 520	27 240	3 150	172 500
91 606	20 380	81 825 700	11.86	18 858	54 112	74 550	3 000	755	75 750
370 300	119 412	283 514 200	6.50	82 930	156 408	1 182 532	128 652	66 103	11 129 550
146 307	75 837	188 746 619	6.82	25 370	115 476	258 132	39 252	788	123 450
461 144	150 002	260 445 529	4.76	90 823	520 200	1 020 390	76 260	48 460	5 600 700
19 650	16 188	52 454 450	8.88	6 135	13 980	24 360	1 860	1 843	142 500
126 623	39 005	74 472 775	5.23	64 888	8 888	250 500	20 436	125	6 750
46 481	19 417	37 635 854	4.58	14 077	128 736	104 580	600	96 983	11 798 700
190 867	39 945	77 861 698	5.34	35 309	18 280	393 348	239 424	810	43 500
65 504	45 216	127 849 645	7.75	40 854	67 752	122 100	25 776	1 682	149 550
20 299	11 743	31 642 215	7.38	8 147	9 600	129 144	720	13 575	1 406 250
157 853	57 556	118 551 270	5.64	64 909	41 100	896 232	18 800	114 488	8 614 350
159 682	66 789	231 559 650	9.50	50 855	11 300	1 847 650	6 004	21 600	4 212 000
175 200	76 195	196 388 930	7.06	60 701	3 125	1 754 484	19 080	21 095	2 091 750
41 050	35 519	51 004 431	3.93	43 311	1 500	22 300	105 600	-	-
32 406	14 908	36 221 892	6.66	12 516	43 000	255 264	3 200	12 100	952 500
3 448	7 385	21 531 715	7.99	4 693	220	10 625	60	580	87 000
440 064	195 812	425 615 917	5.96	227 203	45 240	1 182 132	2 736	12 150	3 637 500
16 476	7 800	17 082 000	6.00	2 657	-	-	-	1 217	228 900
142 160	65 401	103 913 205	4.35	56 582	27 108	980 568	2 904	13 690	1 192 050
4 113 021	1 791 349	3 859 002 139	6.33	1 357 221	2 726 442	16 643 387	11 299 457	927 312	105 416 700

GANADO LECHERO Y SUS PRODUCTOS. AÑO 1972

ENTIDADES	TOTAL DE	HOLANDES		SUIZO		JERSEY		OTRAS	RAZAS	
	CABEZAS	FINO	CRUZADO	FINO	CRUZADO	FINO	CRUZADO	FINO	CRUZADO	CRIOULLO
AGUASCALIENTES	103 971	14 710	29 542	-	-	921	11 881	372	14 198	32 247
BAJA CALIFORNIA E.	54 886	-	-	576	2 542	2 004	2 697	11 952	14 525	20 590
BAJA CALIFORNIA T.	124 794	-	14 821	14	1 222	42	108	16 175	20 949	71 473
CAMPECHE	94 103	503	5 134	457	6 967	41	106	462	13 128	67 305
COAHUILA	137 288	16 742	20 972	1 050	5 742	1 802	4 529	8 728	14 655	63 068
COLIMA	146 401	2 450	25 876	3 062	3 878	1 930	6 812	5 354	30 326	66 703
CHIAPAS	857 189	27 180	72 726	96 918	195 279	6 877	20 250	17 443	116 820	303 696
CHIHUAHUA	401 180	8 147	40 503	298	611	1 700	5 138	16 013	64 760	264 018
DISTRITO FEDERAL	58 624	22 226	11 367	284	397	1 707	6 338	-	128	16 727
DURANGO	383 783	7 831	38 763	2 409	4 802	2 124	6 398	2 007	89 659	229 790
GUANAJUATO	285 002	25 515	31 149	2 728	3 444	7 416	12 636	22 558	23 261	156 295
GUERRERO	300 533	5 730	12 981	1 394	5 201	892	3 004	15 625	90 368	165 398
HIDALGO	172 436	6 278	10 188	3 560	37 671	48	159	4 993	17 017	95 522
JALISCO	682 944	25 885	158 064	4 458	20 729	4 470	5 729	34 759	54 847	374 003
MEXICO	324 838	47 524	57 138	3 234	5 955	7 437	35 753	6 188	13 839	147 707
MICHOACAN	661 597	31 157	72 448	2 690	8 600	6 731	11 573	18 669	43 974	446 576
MORELOS	93 719	18 233	22 336	4 696	11 941	-	16 135	-	532	19 846
NAYARIT	203 444	20 973	30 985	756	2 932	247	319	3 375	15 948	127 889
NUEVO LEON	75 353	4 064	4 453	722	2 517	1 560	3 810	1 887	9 394	46 946
OAXACA	237 852	265	4 347	434	948	9	6 999	1 303	30 826	192 776
PUEBLA	191 111	20 648	40 419	2 171	21 519	1 594	23 874	1 975	12 752	66 159
QUERETARO	38 601	5 237	8 282	1 059	1 441	197	377	16	1 588	20 502
QUINTANA ROO	78	10	12	-	-	8	15	9	10	14
SAN LUIS POTOSI	290 262	21 281	35 005	10 106	21 770	6 055	7 536	8 730	20 348	159 431
SINALOA	403 909	4 826	17 832	1 170	3 484	1 710	4 758	37 514	171 336	161 270
SONORA	287 452	3 307	21 219	-	107	-	-	-	85 867	177 952
TABASCO	171 806	9 987	20 392	2 351	29 917	686	818	15 574	55 621	41 460
TAMAULIPAS	66 189	2 521	3 310	493	942	187	675	2 503	22 828	23 730
TLAXCALA	26 212	10 278	11 950	110	151	58	89	10	49	3 517
VERACRUZ	1 305 630	40 046	46 605	161 512	212 728	57 147	76 691	87 972	175 465	444 464
YUCATAN	25 175	300	1 994	25	225	137	155	1 476	4 232	16 641
ZACATECAS	284 661	9 114	28 821	8 072	15 830	1 918	2 853	31 399	43 072	143 582
TOTAL	8 491 023	412 968	899 646	316 829	624 492	117 655	281 305	375 031	272 224	4 090 878



VACAS ORDENADAS	PRODUCCION LECHE LTS.	PROMEDIO DIARIO	VACAS SECAS	CREMA	QUESO	MANTE- QUILLA	CABRAS ORDENADAS	PRODUCCION LECHE
26 528	55 708 800	7.0	20 829	38 759	203 555	16 398	12 372	1 948 590
13 554	26 267 400	6.46	15 369	-	82 323	-	1 212	472 680
26 685	42 669 300	5.33	13 420	-	897 389	49 086	4 444	396 930
16 565	21 021 000	4.23	7 450	-	36 666	-	132	24 997
95 208	103 209 900	5.61	33 118	303 000	718 716	107 928	217 773	19 539 016
48 519	57 078 200	3.92	30 622	-	14 907	-	5 757	286 335
216 375	274 564 800	4.23	117 363	414 855	896 577	222 814	4 226	970 367
103 373	183 280 200	5.91	97 616	50 673	643 645	109 443	29 719	2 820 172
38 601	53 385 300	4.61	13 214	-	-	-	-	-
129 239	199 674 300	5.15	70 180	23 199 1	209 090	11 341	58 676	4 333 657
57 492	111 266 900	6.45	21 830	308 818	737 381	6 020	167 978	24 047 898
64 120	140 422 800	7.30	38 521	335 724	820 645	27 512	3 181	174 225
20 584	60 887 400	9.86	19 046	54 653	76 305	3 030	762	76 507
120 606	236 267 100	6.53	83 759	157 272 1	194 559	129 938	66 764	11 240 845
76 696	157 610 400	6.85	25 624	116 570	260 713	39 644	796 675	124 684
151 502	217 708 500	4.79	91 731	525 402 1	036 656	77 023	48 944	5 656 707
16 350	43 703 700	8.91	6 196	14 120	24 604	1 879	1 861	143 925
99 395	62 165 400	5.26	65 537	8 969	253 005	20 640	128	6 817
19 611	27 180 900	4.62	14 218	130 023	105 625	606	97 953	11 916 687
40 344	64 994 100	5.37	35 662	18 463	397 281	241 818	818	43 935
45 668	106 315 200	7.76	41 262	68 429	123 321	26 034	1 699	151 045
11 860	26 364 900	7.41	8 228	9 696	130 435	727	13 509	1 420 312
46	58 200	4.21	35	-	-	-	-	-
58 131	98 880 900	5.67	65 559	41 511	905 194	18 988	115 632	8 700 493
67 497	192 859 500	9.53	51 363	11 413 1	866 126	6 064	21 816	4 254 120
76 997	163 687 500	7.09	61 308	3 156 1	772 029	19 271	21 305	2 112 667
35 874	42 726 000	3.97	43 733	1 515	22 523	106 656	-	-
15 757	30 211 900	6.69	12 141	43 430	257 817	3 232	12 221	962 025
7 438	17 921 700	8.01	4 743	223	10 731	62	586	87 872
197 760	357 765 900	6.03	229 475	45 692 1	193 953	2 763	12 271	3 673 875
7 878	14 369 400	6.08	2 683	-	-	-	1 229	231 189
66 055	86 796 300	4.38	57 148	27 379	990 373	2 933	13 826	1 203 970
1 861 873	3 276 991 200	5.97	1.399 411	2.753 644	16882 138	1.251 850	1 733 469	106 922 632

GANADO LECHERO Y SUS PRODUCTOS AÑO 1973.

ENTIDADES	TOTAL DE CABEZAS	HOLANDES		SUIZO		JERSEY		OTRAS FINO	RAZAS CRUZADO	CRIOLLO
		FINO	CRUZADO	FINO	CRUZADO	FINO	CRUZADO			
AGUASCALIENTES	104 076	14 724	29 571	-	-	923	11 993	374	14 212	32 279
BAJA CALIFORNIA E	59 491	-	-	579	2 544	2 006	2 699	11 964	14 539	20 610
BAJA CALIFORNIA T	124 298	-	14 836	17	1 223	42	109	16 191	20 970	71 534
CAMPECHE	94 266	508	5 139	457	6 973	43	107	463	13 141	67 371
COAHUILA	137 419	16 758	20 991	1 051	5 747	1 803	4 533	8 736	14 664	63 131
COLIMA	146 544	2 453	25 911	3 065	3 881	1 932	6 818	5 359	30 536	66 769
CHIAPAS	858 241	27 207	72 798	97 014	195 474	6 883	20 270	17 460	116 936	303 999
CHIHUAHUA	401 589	8 155	40 543	299	612	1 702	5 143	16 029	64 824	264 282
DISTRITO FEDERAL	58 688	22 248	11 378	286	398	1 709	6 394	-	128	16 143
DURANGO	384 233	7 909	38 801	2 411	4 806	2 126	6 404	2 009	89 748	230 019
GUANAJUATO	288 283	25 540	311 380	2 730	3 447	7 423	12 643	22 580	23 284	156 451
GUERRERO	302 830	5 735	12 993	1 395	5 206	893	3 007	15 640	90 458	165 503
HIDALGO	172 609	6 284	10 198	3 562	37 708	49	162	4 997	17 034	92 614
JALISCO	688 622	27 910	158 222	4 462	20 749	4 474	5 734	34 793	54 901	374 377
MEXICO	345 158	57 571	57 195	3 237	5 960	7 444	35 788	6 194	13 852	147 919
MICHOACAN	662 259	33 188	72 520	2 692	8 608	5 743	11 584	18 687	44 017	466 220
MORELOS	93 810	18 251	22 358	4 700	11 952	-	16 151	-	533	19 865
NAYARIT	203 647	20 993	31 015	778	2 934	249	321	3 378	15 963	128 016
NUEVO LEON	93 427	4 068	4 457	726	2 519	1 561	3 813	1 888	9 403	46 996
OAXACA	238 088	266	4 351	436	949	11	6 945	1 304	30 858	192 968
PUEBLA	191 297	20 668	40 459	2 173	21 540	1 595	23 897	1 976	12 764	66 225
QUERETARO	38 643	5 242	8 242	1 060	1 442	198	379	19	1 489	20 522
QUINTANA ROO	106	12	15	3	5	9	16	9	13	17
SAN LUIS POTOSI	297 549	21 302	35 040	10 116	21 791	6 061	7 543	8 738	20 368	159 590
SINALOA	404 309	4 830	17 849	1 171	3 487	1 712	4 762	37 551	171 507	161 440
SONORA	287 760	3 310	21 240	-	110	-	17	3	85 952	177 128
TABASCO	171 975	9 996	20 412	2 353	24 941	688	819	15 589	55 676	41 501
TAMAULIPAS	66 255	2 523	3 313	494	944	188	676	2 505	22 850	32 762
TLAXCALA	26 243	10 288	11 961	113	151	58	90	12	50	3 520
VERACRUZ	1306 931	43 086	46 651	161 673	212 940	57 204	79 770	88 059	175 640	444 908
YUCATAN	35 202	302	1 995	26	226	138	155	1 467	4 236	16 657
ZACATECAS	287 941	9 123	28 849	8 080	15 845	1 919	2 855	31 430	43 115	143 725
T O T A L	8 567 839	420 450	900 533	317 160	625 112	118 786	281 602	375 404	1 273 486	4 195 055

VACAS OR DEÑADAS	PRODUCCION LECHE LTS	PROMEDIO DIARIO	VACAS SECAS	CREMA	QUESO	MANTE- QUILLA	CABRAS OR DEÑADAS	PRODUCCION LECHE LTS.
26 793	55 764 508	7.1	20 849	38 762	203 575	16 400	12 374	1 946 784
13 689	26 293 667	6.5	15 384	110	82 331	-	1 214	472 727
26 951	42 711 969	5.4	13 433	136	897 478	49 090	4 445	396 930
16 730	21 042 021	4.3	7 457	-	36 666	-	134	24 999
45 660	103 313 109	7.7	33 151	330 300	718 787	107 939	217 790	19 541 059
49 004	57 115 258	4.0	30 652	26	14 909	-	5 758	286 363
218 538	274 839 364	4.3	117 480	414 896	896 666	222 836	4 227	870 454
104 406	183 463 480	6.0	97 713	50 678	643 709	109 453	29 720	2 820 444
38 987	53 438 585	4.7	13 227	-	-	-	-	-
130 531	199 873 974	5.2	70 178	1209 210	987 193	11 344	58 680	4 334 090
58 066	111 358 146	6.52	21 851	737 454	737 454	6 022	167 989	24 050 302
64 771	144 054 320	7.4	38 559	820 727	820 727	27 514	3 183	174 242
20 789	60 943 287	9.9	19 065	76 312	76 312	3 032	764	76 514
121 813	236 503 367	6.7	83 842	1194 678	1194 478	129 950	66 770	11 241 969
77 462	157 768 010	6.9	25 649	116 581	260 739	39 647	796 754	124 696
153 017	217 926 208	4.8	91 822	525 464	1036 756	77 030	48 948	5 657 272
16 513	43 747 403	9.0	6 202	14 122	24 606	1 880	1 863	143 939
139 788	62 227 565	5.4	65 602	8 970	253 030	20 642	131	6 818
19 807	27 208 080	4.7	14 232	130 036	105 365	609	97 962	11 917 878
40 747	65 059 094	5.5	35 695	18 464	397 320	241 842	820	43 939
46 124	106 421 515	7.9	41 303	68 435	130 448	26 036	1 699	151 060
11 978	26 391 264	7.5	8 236	9 698	130 449	729	13 510	1 420 454
49	58 258	4.3	38	-	-	-	-	-
58 712	98 979 780	5.8	65 624	41 515	905 284	18 990	115 643	8 701 363
68 131	193 052 359	9.7	51 414	11 414	1866 312	6 065	21 818	4 254 545
77 726	163 851 187	7.2	61 369	3 158	1772 206	19 273	21 307	2 112 878
36 232	42 768 726	4.0	43 766	1 517	22 525	106 666	-	-
15 207	30 249 519	6.8	12 653	43 434	257 842	3 233	12 223	962 121
7 532	17 939 621	8.2	4 747	226	10 733	65	587	87 880
199 747	358 128 665	6.1	229 704	45 696	1194 072	2 765	12 273	3 674 242
7 956	14 333 769	6.2	2 685	-	-	-	1 230	231 212
66 715	86 888 096	4.5	57 205	27 381	990 472	2 936	13 827	1 204 090
1 880 160	3 360 248 156	6.3	1 400 800	5 912 120	16661 597	1 251 987	1 733 640	106 943 264

### CAPITULO III

#### COMPOSICION DE LA LECHE.

##### A) INTRODUCCION

La leche es uno de los principales alimentos dentro de la dieta del hombre. La leche se cree usada desde tiempos prehistóricos y sus derivados ya son mencionados en el antiguo testamento y en el Hindoo Vedas el cual fué escrito entre el año 2000 - 1400 A.C.

Es difícil decir hasta que punto tenían desarrollada su tecnología; en 1619, Bartolettes de Mantua mencionó como únicos constituyentes de la leche el cuajo, el suero y la grasa (mantequilla). En 1633, él mismo escribió sobre un azúcar que había obtenido del suero (lactosa) - por evaporación. Bauchardat en 1857, definió la presencia de lacteoalbúmina. Trazos de minerales fueron encontrados por Bunge en 1889. En 1881 y 1897 se encuentran la peroxidasa y la proteasa. De 1900 a la fecha, la composición de la leche ha sido grandemente estudiada al igual que otras series de características como son las físicoquímicas y las bioquímicas.

Se considera a la leche como "la secreción láctea, prácticamente libre de calostro, obtenida en el ordeño de una ó más vacas sanas; y que la cual (leche) no contenga menos de 8 1/4% de sólidos lácteos no grasos y no menos del 3 1/4% de grasa.

El calostro es la primera leche secretada por la vaca después de parir y es diferente de la leche normal tanto física como químicamente.

Los valores aproximados de los componentes de la leche son:

Agua	87%	=	88%
Grasa	3.5%	=	4.5% (emulsión)
Proteínas	3	=	3.5% (coloide)
Lactosa	4	=	5 % (solución)
Minerales	.7	=	.7 % (iones)

La leche de cabra tiene una composición similar a la de vaca, sus valores medios son: 3.3% de proteínas, 4.5% de grasa y 4.4% de lactosa. La leche de oveja es mucho más rica en sólidos totales teniendo 5.6% de proteínas, 7.5% de grasa y 4.4% de lactosa.

El valor nutritivo de la leche la hace uno de los principales alimentos dentro de la dieta del hombre, la cual lo podemos observar en la siguiente tabla:

	Kcal.	Proteína (g)	Ca. (mg)	Vitamina A		B1 (mg)	B2 (mg)
				Invierno (UI)	Verano (UI)		
Por 28 g	19	0.9	34	30	40	0.02	0.04
Por 570 ml	380	.18	680	600	850	0.2	0.8
Proporción de la ración diaria	1/6	1/3	100%	1/4	1/3	1/5	1/2
Por 570 ml							

Estas cifras muestran que 570 ml. diarios de leche proporcionan una gran parte de las proteínas, el calcio, la riboflavina y la vitamina A necesarios. 570 ml. diarios de leche descremada, o el equivalente de leche en polvo, proporcionan también buenas cantidades de proteínas, calcio y riboflavina y es más económica pero es deficiente en grasa y, por consiguiente en vitamina A.

En comparación nutritiva de la leche fresca con otros alimentos tenemos la siguiente tabla con los valores medios de varios componentes de diferentes alimentos:

PRODUCTO	CALORIAS por 100gs.	PROTEINA %	GRASA %	CARBOHIDRATOS %	mg de Ca en 100 gs.
Leche	75	3.4	4.0	4.7	120
Huevos	160	13.0	11.0	0.7	50
Carne	130	20.0	5.0	0.0	12
Verduras	40	2.0	0.3	7.5	25
Manzanas	50	0.5	0.2	12.0	12

Se observa que la leche es uno de los alimentos más completos dentro de la dieta del hombre. Tiene un valor energético de un promedio de 650 - calorías, el 94% de la proteína es digerible, el 95% de la grasa es también digerible, la lactosa es un 100% digerible, es fuente de Ca y de Vitaminas A, D, E, B1, B2, B6, B12, y C.

En relación a la alimentación del lactante, se ve que cada día se -- usa más la alimentación artificial debido a la comodidad o que a menudo -- existen factores imponderables que obligan a la madre a prescindir de la - alimentación natural.

No hay acuerdo general sobre cual es la mejor alimentación artificial, se usa habitualmente la leche entera en polvo, ésta es más costosa - que la leche descremada que contiene menos calorías y que carece de vitamina A, aunque se puede usar para alimentar niños, si se repone la grasa y - la vitamina A. No obstante, persiste el problema de como adaptar mejor la leche de vaca, única utilizada en nuestro medio, a las necesidades del lac tante, pues existen notables diferencias entre la materna y la de vaca, co mo se puede ver en el siguiente cuadro:

(Las cifras se refieren a tantos por cientos).

	Proteínas	Grasas	Azúcares	Sales Minerales
Leche materna	1.3	3.8	6.7	0.28
Leche de vaca	3.5	4.0	4.8	0.8

La diferencia más importante radica en la leche de vaca tiene tres veces más proteínas y sales minerales que la de la mujer. La razón estriba en que el ternero se desarrolla más de prisa que el lactante humano, por lo cual la naturaleza le proporciona una alimentación más rica en estas substancias decisivas para el crecimiento. Esto puede verse en el siguiente cuadro:

CLASE DE LECHE	DIAS QUE TARDA LA CRIA EN DUPLICAR EL PESO QUE TIENE AL NACER.	COMPOSICION DE LA LECHE RESPECTIVAMENTE	
		Proteínas	Sales Minerales
Mujer	120	1.30%	0.28%
Yegua	60	2.14%	0.35%
Vaca	47	3.50	0.75%
Cabra	22	3.76	0.85
Oveja	15	5.15	0.93
Cerda	14	6.20	1.07
Perra	9	9.72	0.91

Para la alimentación humana se han elaborado distintos tipos de leche que son:

- 1.- Leche entera en polvo que, como su nombre lo indica, es simplemente leche entera evaporada hasta quedar seca.
- 2.- La leche descremada en polvo no contiene grasa.
- 3.- La leche en polvo semidescremada que se usa en ocasiones para la alimentación infantil.
- 4.- La leche evaporada o condensada sin endulzar, que se vende habitualmente en latas y que ha sido concentrada hasta un 26% de sólidos o sea, algo por encima del doble de la concentración de la leche fresca. Esta se enriquece a menudo, agregándole Vitamina D y cuando se destina a alimentación infantil, pueden añadirse vitaminas.

5.- Leche condensada es leche endulzada que puede ser descremada ó entera y tiene una cantidad considerable de azúcar añadida. Como es relativamente pobre en proteínas y como el producto descremado está desprovisto de grasa y por lo tanto, de vitamina A, esta leche no es adecuada para alimentación infantil.

Todos estos tipos de leche tienen una composición diferente a la leche fresca como se puede apreciar en la siguiente tabla, además de mostrar la gran importancia de la leche, ya que un vaso lleno de leche en la dieta, que es una porción razonable para incluir en el menú, proporciona casi la mitad del calcio requerido, la quinta parte de riboflavina y la décima parte de proteína y vitamina A de la ración diaria del adulto.

Además la leche y sus derivados se pueden incorporar a una gran variedad de platillos para satisfacer estas necesidades.

Valor nutritivo de leches en polvo y condensadas.

A<sub>1</sub>- por 28 gr. de material en polvo o líquido concentrado;

A<sub>2</sub>- por 570ml. cuando se diluye para obtener el equivalente a leche fresca; B - fracción de la ración diaria del adulto proporcionada -- por 570 ml. de leche reconstituida.

(Valores promedios).



		Kcal	Proteína (g)	C (mg)	A (UI)	B <sub>1</sub> (mg)	B <sub>2</sub> (mg)
En polvo descremada 7 partes de agua	A <sub>1</sub>	100	10	360	10	0.13	0.44
	A <sub>2</sub>	250	25	900	25	0.33	1.10
	B <sup>2</sup>	1/10	1/2	200%	-	1/3	2/3
En polvo entera 7 partes de agua	A <sub>1</sub>	140	7	250	340	0.09	0.33
	A <sub>2</sub>	350	18	600	850	0.22	0.82
	B <sup>2</sup>	1/7	1/3	100%	1/3	1/5	1/2
Condensada entera sin endulzar (26% de sólidos) 1 parte de agua	A <sub>1</sub>	40	2	75	90	0.22	0.09
	A <sub>2</sub>	400	20	750	900	0.2	0.90
	B <sup>2</sup>	1/6	2/5	150%	1/3	1/5	1/2
Condensada descre- mada, endulzada -- (71% de sólidos) 5 partes de agua	A <sub>1</sub>	80	3	100	-	0.03	0.11
	A <sub>2</sub>	270	10	350	-	0.10	0.37
	B <sup>2</sup>	1/10	1/5	3/5	-	1/10	1/4
Leche entera fresca	B	1/6	1/3	100%	2/3	1/5	1/3

## B) GRASA

En la leche se encuentran tres clases de sustancias asociadas:

- a.- La materia grasa, propiamente dicha, constituida por triglicéridos, que supone alrededor del 98% del conjunto.
- b.- Los fosfolípidos (grasas fosforadas): 0.5 a 1%.
- c.- Otras sustancias "insaponificables" diferentes de las precedentes desde el punto de vista químico, pero insoluble en el agua y solubles en la grasa: alrededor del 1%.

Tenemos de las tres clases de sustancias:

Triglicéridos de AC. grasas,

Diglicéridos,  
Monoglicéridos,  
Ceto ácidos glicéridos,  
Gliceril ester,  
A. C. grasos libres  
Fosfolípidos,  
Cerebrócidos,  
Esteroles,  
Carbónilos libres,  
Carotenóides,  
Vitaminas (A, D, E, K)

Las sustancias de los dos últimos grupos se encuentran en pequeñas cantidades, a pesar de ello tienen una gran importancia en lo que concierne a las propiedades físicas (fosfolípidos) ó biológicas (insaponificables) de la grasa de la leche.

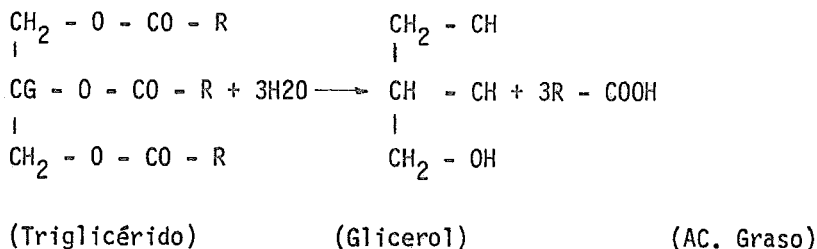
Los lípidos se encuentran dispersos en la leche en forma globular. Esta dispersión es inestable, y las sustancias que las componen, son las más fáciles de extraer de la leche sin modificar los otros componentes. De este estado se derivan consecuencias prácticas importantes como es el descremado.

La materia grasa es el componente de la leche que varía en mayor proporción. Diversos factores influyen sobre esta variación como es la alimentación, ordeña y raza de la vaca entre otras es el único componente de la leche determinando sistemáticamente como objeto de estimar el valor del producto y las aptitudes del ganado lechero.

La materia grasa se altera más lentamente que la lactosa; sus modificaciones no provocan grandes cambios en la estructura físicoquímica de la leche, pero son importantes por ser causas de la aparición de sabores desagradables.

## 1 COMPOSICION DE LOS TRIGLICERIDOS.

Los triglicéridos son ésteres del glicerol y de ácidos grasos alifáticos. Los radicales ácidos R. pueden ser idénticos o diferentes (glicéridos mixtos). Estos ésteres pueden dejar libres sus componentes por hidrólisis, con fijación de tres moléculas de agua:



En la materia grasa de la leche se han encontrado una gran variedad de ácidos grasos; se han identificado unos sesenta. Es el único producto que tiene AC. butírico y cáprico.

Como están arreglados en los ésteres o como se encuentran formando, con el glicerol, esto todavía no está resuelto, sin embargo existen las siguientes teorías:

- a.- Del mono ácido o simple triglicérido con AC. grasos iguales.
- b.- De la distribución equilibrada, cada ácido graso tiene la potencia de estar por lo menos una vez en el triglicérido.
- c.- De la distribución al azar.

En la primera, ya probada de ser incorrecta, se supone que naturalmente los triglicéridos están formados de una sola clase de ácidos grasos. Los experimentos basados en oxidación y cristalografía muestran que muchos triglicéridos naturales están constituidos por AC. grasos saturados y no saturados.

En la segunda teoría se aceptan ciertas desviaciones; ésta establece

un ácido graso que tiende a tener una distribución tan grande como posible en el triglicérido.

Según ésta cualquier AC. graso puede estar presente en un 1/3 de la molécula. Teniendo toda la misma tendencia, estarían presentes por lo menos una vez en el triglicérido. Si lo llevamos a estadísticas tenemos:

$$\begin{aligned} O(ABC) & & X &= \text{NO DE ACIDOS GRASOS (60)} \\ X(X-1) (X-2) &= & & 205, 320 \text{ DIF. TRIGLICERIDOS} \end{aligned}$$

La tercera teoría supone la probabilidad de:

$$\begin{aligned} G(AAA) &= X \\ G(ABA) &= X(X-1) \\ G(ABC) &= X(X-1)(X-1)(X-2) = 216\ 000 \text{ DIF.} \end{aligned}$$

Es imposible que haya esta cantidad de triglicéridos en la leche,-- por lo que se han descartado estas teorías.

Estudios hechos con lipasa han demostrado que no todos los AC. grasos se han formado por probabilidad; se ha encontrado que el AC. butírico predomina en las posiciones alfa en el triglicérido y que los AC. saturados y de peso mayor en la posición beta: sin embargo el palmítico se encuentra en esa posición. Se está llegando a la conclusión de que hay una programación en cuestión de cantidad de AC. grasos para formar los triglicéridos, hasta ahora se han identificado unos 140 diferentes.

### C. PROTIDOS. (SUSTANCIAS NITROGENADAS).

Las sustancias nitrogenadas forman la parte más compleja de la leche y la peor conocida en su composición y en las transformaciones que pueden experimentar. Los nuevos métodos de examen y análisis han aportado un gran número de resultados que muchas veces son difíciles de interpretar. La caracterización de sustancias recientemente descubiertas suele ser incompleta; ello es motivo de cierta confusión en lo referente a su nomenclatura.

La importancia de la parte protídica de la leche es muy grande por varias razones:

- a.- Las sustancias nitrogenadas se encuentran entre las más abundantes y aunque en los rumiantes los lípidos se hallan aproximadamente en la misma proporción, en otras leches constituye la fracción dominante.
- b.- Las propiedades físicoquímicas más importantes de la leche especialmente las relacionadas con su estabilidad, derivan de la presencia de prótidos.
- c.- Desde el punto de vista nutritivo, los prótidos constituyen la parte más importante de la leche. Contiene todos los A. A. esenciales para el hombre; contiene también histidina. Su composición en A.A. sulfurados es débil. El contenido de lisina al contrario es alto, lo que explica su eficiencia para suplementar los regímenes ricos en cereales en los cuales la deficiencia principal es la lisina.
- d.- Algunas proteínas del lactosuero tienen actividades biológicas: Enzimas, inhibidores, anticuerpos. Las proteínas de la leche, como las de la sangre son características de cada especie por sus propiedades inmunológicas.

Las sustancias nitrogenadas encontradas en la leche son muy variadas. La primera proporción que se le dió a la leche de estos constituyentes fué:

Caseína	80%	3-4% de sólidos-no
Lactoalbúmina	20%	grasos en la leche

Posteriormente se clasificó según su comportamiento frente a diferentes agentes precipitantes en : Caseína, globulina, albúmina, proteosa-peptona y sustancias nitrogenadas no protéicas.

Separando por grupos estos constituyentes tenemos:

### 1). LAS PROTEINAS.

Estas sustancias se caracterizan por un elevado peso molecular, comprendido entre 15,000 y 200,000 y por un conjunto de propiedades que se derivan de esta característica y de la estructura peptídica. No atraviesan las membranas dializables y se precipitan fácilmente de su solución por diversos reactivos, especialmente los ácidos tricloroacéticos y fosfotúngstico, así como las sales minerales a concentración elevada.

- a.- La Caseína Entera: Es un complejo de proteínas fosforadas y - - constituye la parte nitrogenada más característica de la leche; no existe ninguna sustancia parecida, ni en la sangre ni en los tejidos. La caseína precipita sólo cuando se acidifica la leche hasta pH 4.6 ó cuando se encuentra bajo la acción de una enzima específica: El cuajo. Por ello se le ha llamado proteína-insoluble de la leche. Es la fracción más abundante en la leche, sobre todo en la de los rumiantes.

Esta caseína entera se encuentra dividida en:

Caseína ALFA	-	66%	
Caseína BETA	-	29%	Total de Caseína Entera
Caseína GAMA	-	5%	

Posteriormente se encontró la K. caseína que ayuda en la coagulación de quesos.

- b.- Las Proteínas del Lactosuero o Proteínas Solubles:

Se trata de una mezcla de Haloproteínas (que no contienen más - que aminoácidos) y de glicoproteínas, (que contienen también -- glúcidos). La más abundante tiene las propiedades: de las albúminas y de las globulinas. Se insolubiliza por el calor antes de los 100°C, una parte de estas proteínas no sintetiza en la - glándula mamaria; normalmente se encuentran en pequeñas cantida

des (0.6 - 0.8 g/1) en la leche de vaca.

c.- Las Proteosas-Peptonas: Son sustancias con un volumen molecular intermedio entre el de las proteínas y el de los péptidos. En la leche abunda poco.

#### D). SUSTANCIAS NITROGENADAS NO PROTEICAS.

Constituyen una parte escasa, pero que comprende un gran número de sustancias con peso molecular inferior a 500. Estas sustancias son dializables, y permanecen en solución en las condiciones en que se produce la precipitación de las proteínas. Su estructura química es muy variada; junto a los aminoácidos libres se encuentra urea, creatina, nucleótidos, etc., no parece que existan polipéptidos en la leche.

Las proporciones relativas de estas sustancias son características de cada especie de mamífero en la especie bovina, las variaciones individuales parece que son de poca importancia, en lo que a la leche normal se refiere en las leches fisiológicas anormales y en las patológicas, la distribución de las sustancias nitrogenadas se encuentran alteradas.

Los valores medidos para la leche de vaca son:

P R O P O R C I O N E S			
	Relativas		gr./litro
Prótidos totales	100		32
Caseína entera	78	100	25
Caseína		40	10.0
Caseína $\beta$		30	7.5
Caseína $\chi$		15	3.8
Diversos		15	3.7
Proteínas del Suero	17	100	5.4
$\beta$ - Lactoglobulina		50	2.70
$\alpha$ - Lactoalbúmina		22	1.20
Globulinas (euglobulinas)		12	0.65
(Pseudoglobulinas)			
Suero-albúmina (albúmina del suero sanguíneo)		5	0.25
Proteosas - Peptonas		10	0.60
Sustancias nitrogenadas no proteínicas	5	1.6	

## E) GLUCIDOS DE LA LECHE (CARBOHIDRATOS)

El tanto por ciento del carbohidrato en la leche es de 4.8-5%.

La leche contiene glúcidos libres, dializables y glúcidos combinados con las glicoproteínas, no dializables. Desde el punto de vista químico - se distinguen:

- a.- Glúcidos Neutros: Lactosa y poliósidos que contienen lactosa y fucosa; pueden encontrarse libres o combinados.
- b.- Glúcidos Nitrogenados, glucosamina N-acetilada y galactosamina N-acetilada; se encuentran siempre ligados a glúcidos neutros.
- c.- Glúcidos Acidos: Acidos siálicos, ligados siempre a glúcidos neutros o nitrogenados.

Aparte de la lactosa, la proporción de glúcidos es siempre pequeña - en la leche perfecta, y más elevada en la leche calostrada, segregada durante los tres primeros días posteriores al nacimiento.

La leche humana contiene mayor proporción de glúcidos de este tipo - que la de los rumiantes, pero su evolución en el curso de la lactación es paralela a la de éstos.

## 1) COMPOSICION GLUCIDICA DE LA LECHE (G/LT.) (SEGUN J. MONTREVIL)

	Leche Humana		Leche de Vaca	
	Calostro	Leche Perfecta	Calostro	Leche Perfecta
Lactosa	32	62	28	50
Poliósidos libres	23	12	2.5	1
Glúcidos Combinados	9	1	2.7	0.26



## 2) LACTOSA.- ASPECTOS BIOLOGICOS.

Lactosa es el único glúcido libre que existe en cantidad importante en todas las leches; es también el componente más abundante, el más simple y el más constante en proporción. Es el elemento más abundante en la leche humana como en la de vaca (en algunas razas de bovinos como la Jersey. El contenido de la materia grasa puede sobrepasar al de lactosa). La primera corrección que se hace a la leche de vaca para asemejarla a la humana, es la adición de azúcar.

La sangre contiene glucosa, pero no lactosa, excepto en la leche, la lactosa es un azúcar muy rara en la naturaleza. Se sintetiza en la mama a partir de la glucosa sanguínea y en los rumiantes a partir de ácidos volátiles.

La lactosa es el factor que limita a la producción de leche, es decir, que la cantidad de leche producida depende de las posibilidades de síntesis de la lactosa en la mama (es el elemento soluble más abundante y su actividad osmótica es mucho más elevada que la de otros componentes).

Desde el punto de vista biológico, la lactosa se distingue de los azúcares comunes por su estabilidad en el trayecto digestivo, para los seres humanos es la única fuente de galactosa.

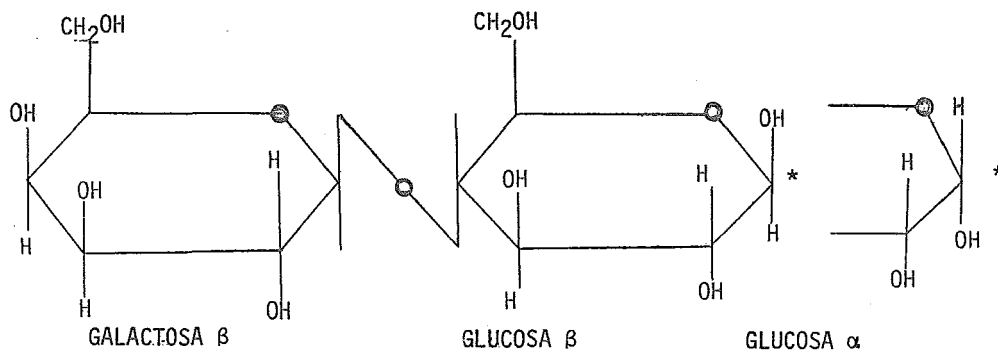
Es el componente más habil frente a la acción microbiana, es fácilmente presa de bacterias de diversos tipos que la transforman en ácido láctico y en otros ácidos alifáticos.

### a) ESTRUCTORA Y BIOSINTESIS.

La lactosa es una hexobiosa (galactócido - 1-4 glucosa)

$C_{12} H_{22} O_{11}$  De peso molecular = 342.

Existe bajo dos formas insómeras, que son las más importantes, y que se diferencian únicamente en la posición de un OH en el carbono de la glucosa (isomería ciclánica).



Los isómeros no se distinguen más que por sus propiedades físicas:

#### Isómeros de la Lactosa

	α	β
Poder rotatorio	H <sub>2</sub> O 89	35
Temperatura de fusión	202°	252°
Concentración de equilibrio a 15°	38%	62%
Cristalización de la Solución		

Saturadas:

	α Hidratada	β Anhidra
Por encima de 94°		
Por debajo de 94°		
Solubilidad inicial a 15°(g/100g H <sub>2</sub> O)	7	50
Solubilidad inicial a 100°(g/100g H <sub>2</sub> O)	70	95

Se conoce la forma hidratada  $\alpha$  C<sub>12</sub> H<sub>22</sub> O<sub>11</sub> H<sub>2</sub>O. Estas tres fórmulas están en equilibrio según las condiciones físicas. Existe probablemente un doble equilibrio.

Lactosa anhidra ( α o β )    Lactosa hidratada ( α o β )  
 Lactosa α (anhidra ó hidratada)    Lactosa β (anhidra ó hidratada)

La lactosa está, por lo tanto, formada por la unión Beta de una molécula de  $\beta$  galactosa y una molécula glucosa  $\alpha$  6  $\beta$ . El grupo aldehídico - de la primera está unido al enlace y el segundo, está libre (en forma pseudo-aldehídica).

Uno de los puntos más importantes de la lactosa es su biosíntesis, - los pasos son:

- 1.- D - glucosa + ATP  $\rightarrow$  D glucosa 6 Fosfato + ADP.  
(Esta reacción se lleva a cabo en presencia de la exoquinasa).
- 2.- Dg 6F  $\rightleftharpoons$   $\alpha$  D glucosa 1 fosfato (en presencia de fosfo glucomutasa).
- 3.-  $\alpha$  Dg 1F + Uridina 5 trifosfato -  $\rightarrow$  Uridina 5 pirofosfato (en presencia de la pirofosfato Uridin Transferaza y de la uridina - destro glucosil piro fosfatasa).
- 4.- Uridin 5 Piro fosfato 1Dg  $\rightleftharpoons$  Uridina 5 Pirof. 1 D galactosa (en presencia de Uridina 5 D galactosil Pirofosfato 4 Opimerasa o galacto (valdenasa).
- 5.- Uridin 5 pF 1 Dg + D glucosa  $\rightarrow$  Uridin 5 pirofosfato + lactosa- (en presencia de la galactosil transferasa).

#### b) CRISTALIZACION.

Como se había dicho anteriormente, la  $\alpha$  y  $\beta$  lactosa siempre están en una continua mutarotación.

La lactosa ordinaria (azúcar de la leche comercial), que se obtiene por cristalización por debajo de la temperatura crítica de 93.5°, en soluciones saturadas, se encuentran bajo la forma de  $\alpha$  Hidratada:  $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$

El tiempo de cristalización es importante para el tipo de cristales que se obtienen, forma de prisma. La forma anhidra se obtiene por deseca-

ción al vacío con calefacción moderada (100°) es un polvo muy hidrosκόpico de cristales amorfos. La forma  $\beta$  = anhidra cristaliza de las soluciones - concentradas a una temperatura superior a los 94°, son cristales amorfos, - es más soluble que la  $\alpha$  Anhidra y más dulce; la forma  $\beta$  - hidratada no ha sido aislada. Si se somete la leche a una desecación prácticamente instantánea, en el polvo se encontrarán las dos formas,  $\alpha$  y  $\beta$

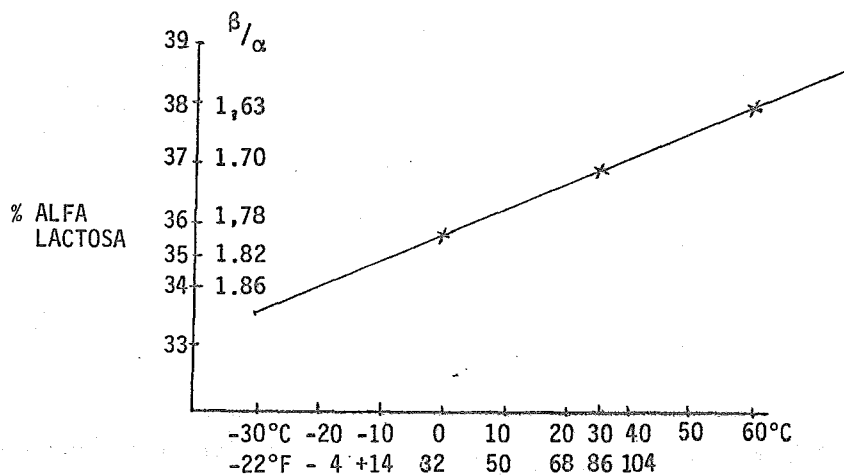
En una atmósfera húmeda, la lactosa  $\alpha$  - anhidra se convierte en  $\alpha$  -- hidratada por debajo de los 94°, pero por arriba de esta temperatura, se - convierte en lactosa  $\beta$  - anhidra.

El tamaño de los cristales obtenidos es muy importante ya que los -- que están por debajo de 10 micras no son palpables por la lengua, se vuelven palpables a partir de 16 micras.

Cuando se disuelve lactosa en agua, se observan algunas modificaciones en el poder rotatorio y en la solubilidad. A la temperatura ambiente, la rotación específica baja lentamente de 89° a 55°, en unas 24 horas (mucho más rápidamente si se alcaliniza el medio).

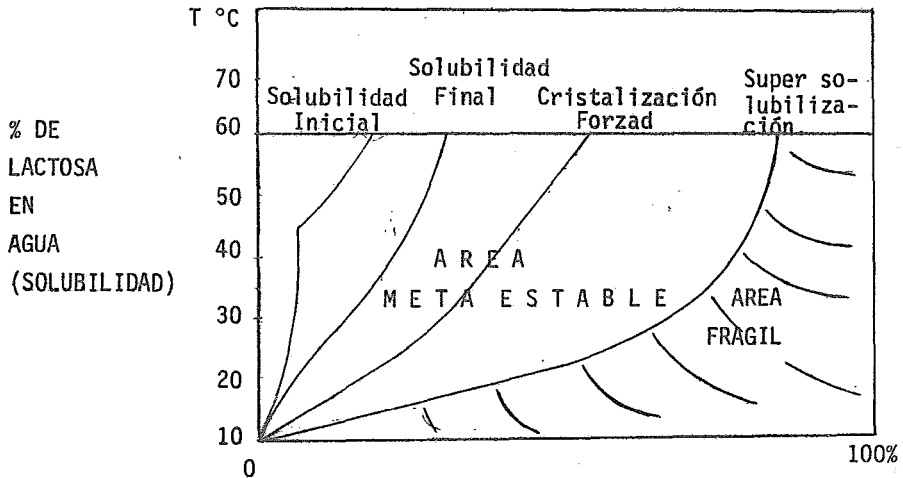
Esta rotación final 55°, es la del equilibrio  $\alpha \rightleftharpoons \beta$  a 15° se encuentra en solución una parte de  $\alpha$  + 1.63 partes de  $\beta$  lactosa (38% de  $\alpha$  y 62% de  $\beta$ ); es el fenómeno de la mutorotación, la mezcla de alfa y beta es sumamente amorfa. Varía la relación  $\beta / \alpha$  con la temperatura como podemos ver en la siguiente gráfica:

Efecto de la temperatura en el punto de equilibrio de la rotación de  $\beta$  a  $\alpha$  lactosa:



Este efecto de la temperatura se debe a la continua mutó rotación en que se encuentra el  $\alpha$  y  $\beta$  lactosa. Podemos regular con la temperatura la cantidad del tipo de lactosa que queremos cristalizar y la solubilidad de la mezcla que queremos obtener. Para ésta también nos ayuda la relación  $\beta/\alpha$  a mayor temperatura nuestro equilibrio de mutó rotación disminuye.

La temperatura es un factor importante en la solubilidad de la lactosa. Como se muestra en la siguiente gráfica:



La lactosa tiene la propiedad de tener soluciones sobre saturadas -- sin llegar a cristalizar solamente controlando la temperatura, si ésta varía se presenta una cristalización brusca; como se puede apreciar en la gráfica.

#### F) AGUA.

La leche tiene como término medio 87.5% de agua. (Alrededor de 900g por litro), que se encuentra en dos estados:

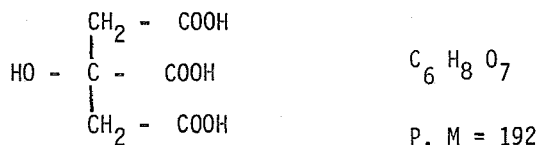
- a.- Agua Libre.- La mayor parte del agua constituye el disolvente - de la lactosa y las sales, es independiente de las sustancias - insolubles; aparte de ser el medio de disolución también es el - de suspensión de proteínas y minerales, y de emulsión de la gra - sa. O sea que en la leche se encuentran diferentes propiedades - físicoquímicas.
- b.- Agua Ligada.- Una pequeña parte del agua se encuentra enérgica - mente retenida por las sustancias insolubles. No forma parte -

de la fase hídrica verdadera y no disuelve, como aquella, la lactosa.

Los procedimientos analíticos o industriales destinados a la obtención de leche deshidratada, encuentran más dificultades para eliminar el agua ligada que la libre. Desde este punto de vista, se la puede comparar al agua de cristalización de algunas sales minerales.

### G) ACIDOS ORGANICOS.

- a).- AC. Cítrico: Se encuentran en notable proporción en la leche de vaca (1.8%). No se encuentra en cantidad apreciable en la sangre y otros humores, pero es abundante en los huesos. Se le ha considerado como un producto de acumulación de reacciones rápidas del ciclo de Krebs.



Interviene en el estado de equilibrio del calcio. Es utilizado por los microorganismos, especialmente por los que intervienen en la fermentación láctica aromáticas de las cremas y mantequillas.

- b).- AC. Láctico: Sólo existe como indicios en la leche fresca, con un porcentaje medio de 30 mg/lt. Es ante todo, el resultado de la fermentación láctica, y, dentro de la industria láctea puede presentar un carácter beneficioso o perjudicial.
- c).- Otros: La leche contiene otros en muy pequeñas cantidades como es el ácido neuramínico, ácidos grasos libres y los AA. libres; tenemos los ácidos alifáticos de bajo P.H. especialmente los --

ácidos fórmicos y acético en proporciones aproximadas al 0.040- y 0.038% respectivamente.

#### H). MINERALES

Las materias minerales se encuentran en todas las leches en una proporción que varía de 3 a 10 g/litro. Se trata, por lo tanto, de una fracción pequeña en la relación con los lípidos, glúcidos y próticos pero no - por ésto dejan de ser importantes, algunos datos sobre éstos son:

Cobre: 100 - 200 mg/lt.- En ciertas condiciones causantes de la oxidación, que actúa como catalizador de esta reacción.

Manganeso - 20-30 mg/lt.- Esencial para la producción de arginina en el hígado.

Zinc - 3 500 mg/lt.- Importante en la asimilación de proteínas.

Fierro 100 - 900 mg/lt.- En determinadas condiciones actúa como catalizador de la reacción de oxidación.

Magnesio - 0.14%. Importante en formación de enzimas.

Cloro (NaCl) 1.1.- Es importante porque al subir su concentración, se sabe que la vaca estuvo enferma de mastitis (enfermedad de la ubre).

Otros son:

Potasio	(K <sub>2</sub> O]	=	1.6%
Sodio	(NA <sub>2</sub> O)	=	0.5
Calcio	(CaO )	=	1.3
Fósforo	(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	=	0.3

#### I) VITAMINAS EN LA LECHE.

La leche contiene casi todas las vitaminas pertenecientes a los grandes grupos.



- a.- Vitaminas liposolubles (A - de 0.1 ml/lit.- 0.27 mg/lit.  
D-5 a 20 U.I. y E - 2.5 mg/lit-0 g de Grasa).

Van asociadas a la materia grasa; por esta razón se encuentran en la crema y en la mantequilla tras el desnatado, y no se hallan en la leche desnatada ni en el lactosuero. Su contenido -- obedece a la influencia de factores exógenos: Alimentación y radiaciones solares; por lo tanto es muy variable.

La leche contiene una proporción ínfima de vitamina K y de ácido tiocárbico o lipídico.

- b.- Vitaminas Hidrosolubles:

B (Riboflavina): 1.5 mg/lit., P.P.- Trazas, B<sub>6</sub> (Pirodoxina) Trazas B<sub>12</sub> (Cobalamina) - Trazas, Vitamina B<sub>1</sub> (Tiamina) 1 mg/lit.,- Vitamina C - 20 mg/lit.

Se encuentran en la fase acuosa: La leche desnatada y lactosuero (la mantequilla no la contiene). La riqueza de la leche en estas vitaminas de pende poco de las influencias exteriores; por ello su contenido varía poco.

Las vitaminas del grupo B que se encuentran en la leche de los rumiantes, proceden de los forrajes solamente en una pequeña parte; su origen principal se encuentra en la biosíntesis de las bacterias del rumiante. Tenemos: algunas vitaminas se inactivan por el calor, la oxidación a la fotolisis. La actitud vitamínica puede por ello reducirse en el curso de -- los tratamientos industriales, pero estas modificaciones se limitan a algunas solamente.

## J) GASES.

Tras el ordeño, la leche puede contener hasta un 8% en volumen de -- gas, del cual 6.5% es carbónico. Esta cantidad se reduce en contacto con la atmósfera; la proporción de Co<sub>2</sub> disminuye hasta el 4%, pero la de los -- gases del aire, nitrógeno y oxígeno, se eleva sensiblemente (O<sub>2</sub> 0.5%, N<sub>2</sub>: - 1.3%).

Este equilibrio corresponde a la solubilidad de  $N_2$  y  $O_2$  en el agua.- Una parte del  $CO_2$  se equilibra con la forma bicarbonato, que puede existir en los complejos no iónicos con el calcio.

El oxígeno, que es perjudicial a las grasas y vitaminas, pueden rebajarse a valores despreciables combinado el calor con el vacío.

Los productos volátiles que se encuentran en la leche (trazas) como-aldehídos, cetonas, alcoholes, pueden eliminarse por arrastre con vapor de agua al vacío.

#### K. MATERIALES NITROGENADOS.

Amonio, aminoácidos, urea, creatina, creatinina, antina, ácido orótico, - trazas.

#### L. ENZIMAS.

La leche contiene un gran número de enzimas. Una enzima es un catalizador biológico elaborado por la célula viva, las enzimas de la leche -- son elaboradas por las células del tejido mamario. Las enzimas producidas por bacterias en la leche, no pueden ser consideradas como constituyentes--normales de ésta. Las enzimas son proteínas que se desnaturalizan a altas temperaturas; poseen un pH óptimo de acción y tienen especificidad por -- ciertos sustractos.

Entre otras enzimas tenemos:

##### 1.- LIPASA.-

Es una enzima que cataliza la hidrólisis de grasa a glicerol y áci-- dos grasos. Causa acidez y produce el sabor rancio. Es inactivada por ca lentamiento de la leche a  $55^{\circ}C$  por 30 min. La acción de la lipasa puede -- ser reforzada por la homogenización o por agitación por ésto se usa natu-- ralmente un tratamiento térmico antes de la homogenización, ésto es para -- inactivarla.

## 2. ESTERASA.-

Es la enzima que cataliza la hidrólisis de esteres. La lipasa también es una esterasa pero no se consideran iguales. Se encuentran en la leche tres tipos de esterasas: Aesteresa (Arylesterasa). Tiene actividad sobre fenil acetato, pero no tiene actividad sobre tributirina. Resistente a los inhibidores del tipo de los organofosforados.

Esterasa (esterasa alifática, lipasa), Hidrolisa tributirina, lentamente sobre fenil propionato y fenil acetato. Su proporción en la leche no está bien aclarada.

Esterasa (Cholinesterasa) activa sobre fenil propionato.

## 3. FOSFATASA ALCALINA.

Cataliza la hidrólisis de fosfatos orgánicos pasándolos a alcohol o a fenol y ácido fosfórico. Es una enzima natural de la leche la cual es destruída durante la pasteurización; se usa como índice para ver una buena pasteurización ya que es una de las más resistentes al calor y es producida además por microorganismos. Su pH óptimo es cercano a 9.6

## 4. FOSFATASA ACIDA.

Esta es sensible a los rayos solares y ultravioletas pero es bastante resistente al calor ya que requiere de 96°C durante 5 minutos para su entera destrucción.

## 5. XANTIN OXIDASA.

Es una enzima que cataliza la adición de oxígenos a sustancias o la eliminación del hidrógeno a las mismas, en este caso recibe el nombre de deshidrogenasa.

Es una enzima que cataliza la oxidación de aldehídos, nos da el sabor oxidado. No es destruída por calentamiento durante una media hora a 65°C. su pH óptimo es 5.3 - 5.4.

#### 6. LACTOPEROXIDASA.

Es la enzima que cataliza la transferencia de oxígeno de peróxido a otras sustancias. Su pH óptimo es de 6.8 y las temperaturas de pasteurización no la inactivan.

#### 7. PROTEASA.

Cataliza la hidrólisis de las uniones de proteínas a moléculas menores como peptonas, péptidos, A. A. y amonio. La proteasa es un constituyente normal de la leche. La proteasa actúa sobre la caseína en un medio neutro y ligeramente alcalino; su pH óptimo es de 8.5 y es inactivada por el calor a 75-80°C y en sol. Acida es destruida a 72°C en 10 min.

#### 8. AMILASA.

Es una enzima que cataliza la hidrólisis del almidón a dextrina o maltosa. La dextrinificación es producida por la alfa amilasa y la sacarificación por la beta. En la leche se encontró la acción de las dos amilasas la alfa es inactivada por calor a 55°C durante 30 min. y la beta a 65°C.

#### 9. CATALASA.

Es la enzima que cataliza la descomposición del hidroperóxido a agua y oxígeno inactivo. La leche contiene una cantidad de esta enzima la cual se ve aumentada en la lactación. Un aumento de catalasa va acompañada de un número apreciable de bacterias o leucocitos en la leche. De aquí que se use como índice para ver leches sanas o cuando las vacas están enfermas de las ubres. Su máxima actividad es a 0°C y a un pH de 6.8 - 7. Es destruida por calentamiento a 65-70°C.

#### 10. ALDOLASA.

Esta enzima cambia la 1 - 6 difosfato en dihidroacetato fosfato y fosfogliceril aldehído. Es completamente inactivada por calentamiento a 44°C en 20 min.

### 11. ANHIDRASA CARBONICA.

Cataliza la hidratación de bióxido de carbono y la reacción reversible, la deshidratación del ácido carbónico. Es una enzima que tiene Zn - y que es muy importante en el cuerpo de los animales. Su presencia en la leche quizás se deba a procesos secretorios.

### 12. SALOLASA.

Hidroliza los salicilatos (fenil salicilato). Se encuentra presente en las glándulas mamarias.

### 13. LACTASA.

Cataliza la hidrólisis de la lactosa a glucosa y galactosa. La presencia o ausencia de lactasa en la leche no está bien definida.

## M. ELEMENTOS BIOLÓGICOS DE LA LECHE.

La leche, incluso recogida asépticamente, y proviniendo de un animal sano, contiene siempre células. Estas células son de dos tipos:

- a) Células procedentes de las glándulas mamarias y de la sangre.
- b) Microorganismo diversos que se encuentran normalmente en el canal del pezón. Si el animal está enfermo, se añaden a estos microorganismos normales otros que atraviesan el epitelio mamario.

### Células.

Son numerosas y variadas. Al lado de elementos epiteliales, se encuentran leucocitos procedentes de la sangre y de la linfa. Los diversos grupos de leucocitos están representados por mononucleares, linfocitos y polinucleares. La observación microscópica de estos elementos celulares tiene gran importancia para observar el valor higiénico de la leche. Se denomina fórmula a la relación:

M	<u>No de mononucleares</u>
P	<u>No de polinucleares</u>

En una leche normal esta relación está próxima a 1 y siempre es mayor de .5, ciertas leches anormales, patológicas, presentan células peculiares: Grande mononucleares lipófagos, células granulosas, cuerpos en crecimiento.

#### Microorganismos.

La leche contiene normalmente no sólo los microorganismos que ya poseía al salir de la mamá, sino los procedentes de contaminaciones diversas que tienen lugar en el curso del manejo de que debe ser objeto. Casi todos los microorganismos pueden proliferar con gran facilidad en la leche, que constituye un excelente medio de cultivo.

Los microorganismos de la leche pertenecen a los mohos, levaduras y bacterias.

#### Mohos.

Los mohos comprenden los hongos de la clase Siphomycetos o Phyconycetos, Asconycetos y Fungi imperfecti (hongos imperfectos).

Entre los primeros, hongos de micelio no tabicado, únicamente los géneros Mucor y Rhizopus se observan con bastante frecuencia en la leche y los productos lácteos. Las especies Mucornucedo y Rhizopus Nigricans son responsables de ciertos accidentes en la fabricación de quesos de pasta blanda (producen manchas negras).

Los Ascomycetos, hongos de micelio tabicado, están representados -- por los géneros Asperguillus y Ponicillum. Las especies son: Asperguillus glaucus y penicillum glaucum (esporas verdes), P. álbum (esporas azules cuando están maduras) y P. candidum (esporas blancas). Todos intervienen en la maduración de quesos.

De los hongos perfectos tenemos el género Geotrichum, Monilia y Cla  
dosporium.

Todos los hongos son muy aerobios. Tienen preferencia por el medio ácido y principalmente por la leche en vías de acidificación láctica. Al calizan el medio para atacar el ácido láctico. La mayoría de los mohos segregan lipasa enérgicas que hidrolizan las grasas y proteasas que degradan las proteínas.

#### Levaduras.

En la leche de las especies más importantes son Saccharomyces Frá  
giles y Saccharomyces lactis, que transforma a la lactosa en alcohol; se le encuentra en particular en las leches fermentadas.

El género Cryptococcaceae también se encuentra presente con especies con productos lácteos, como la leche condensada y quesos de pasta blanda.

#### Bacterias.

Las bacterias saprofitas que se encuentran corrientemente en la leche pertenecen al grupo de las bacterias lácticas. Pertenecen a la familia Lactobacteriaceae (gram positiva, microaerofilas o anaerobias facultativas, no producen catalasa y por lo tanto no degradan al  $H_2O_2$ , no reducen los nitratos, poco o nada proteolíticas. A veces en los quesos pueden intervenir en la degradación de la caseína, fermentan los azúcares en condiciones diversas. Ciertas especies producen, a expensas de la glucosa, 85 a 95% de ácido láctico; se denominan homofermentativas. Otras producen 50% de ácido láctico, 20 a 35% de anhídrido carbónico y 20 a 25% de alcohol y de ácido láctico; son las heterofermentativas.

La familia comprende dos tribus las Streptococcaceae y las Lactobacillae.

La primera comprende dos géneros; Streptococcus y Leuconostoc; mien

tras que la tribu lactobacillae sólo comprende uno: El género *Lactobacillus*.

#### Género *Streptococcus*.

Bacterias Lácticas homofermentativas. Tiene el grupo Pyogenes, Viridans, que intervienen en la acidificación y maduración de los quesos de pasta cocida y es parte de la flora del Yoghourt; son los agentes de coagulación espontánea (*L. Streptococcus cremoris*). Ayudan en la conservación de los productos y fabricación de mantequilla; enterococos, son gérmenes proteolíticos.

#### Género *Leuconostoc*.

Heterofermentativas, fermentan los azúcares produciendo una cantidad limitada de ácido láctico. Raramente coagulan la leche; utilizados para el fermento de mantequilla.

#### Género *Lactobacillus*.

Bacterias que acidifican la leche menos rápidamente que los *S. Lácticos* pero que son capaces de producir una acidificación mayor, ya que resisten más la acidez. Su actividad proteolítica es más importante. Los *Lactobacillus* se cultivan con dificultad, pues exigen medios perfectamente adaptados a su necesidad. Tenemos:

#### Homofermentativos.

##### a) Termofilos.

Se desarrollan bien a 45°C. Tenemos por ejemplo a los *L. acidophilus* (importante en la flora intestinal), *L. bulgaricus* (muy acidificante, y uno de los constituyentes de la flora de yoghurt), *L. helveticus* (interviene en la maduración de los quesos de pasta cocida), *L. lactis* (importante en los quesos de pasta cocida).



## b) Mesófilos.

Se desarrollan a 30°C. Sus caracteres proteolíticos nos explican su intervención en los quesos de pasta dura.

## Heterofermentativos.

Producen a partir de los azúcares notable cantidad de alcohol y de anhídrido carbónico; tenemos: *L. fermenti* (termofilo, responsable de la abertura de los quesos de pasta dura), *L. brevis* (presente en los quesos), *L. caucasicus* (uno de los fermentadores del Kefir).

Encontramos otras bacterias saprofitas de grupos muy variados, sobre todo si la leche no fué recogida cuidadosamente. Como: Eterobacterias representadas por las coliformes, como son de origen fecal son signo de contaminación; segregan catalasa y fermentan la lactosa. Es el caso de *Escherichia coli*, *Klebsiella*.

Encontramos bacterias propiónicas (pasan el ácido láctico o propiónico y anhídrido carbónico), bacterias butíricas (transforman los lácteos en ácido butírico), bacterias proteolíticas (algunas segregan cuajo y la coagulan), bacterias lipolíticas (hidrolizan los triglicéridos).

## Gérmenes Patógenos.

Numerosos gérmenes patógenos, procedentes del hombre o del animal, pueden proliferar en la leche. Los primeros: Typhi y Paratyphi, *Shigella*, disenterias, *S. Escarlatine*, *Escherichia Coli* y el virus de la Poliomielitis. Entre los segundos, *Mycobacterium tuberculosis bovis*, *brucella abortus* y *brucella melitis* (bacilus de la fiebre de Malta), *S.* y *Stafilococos* de la mamitis (gérmenes que provocan infecciones humanas) y el virus de la fiebre aftosa.

La mayor parte de estos gérmenes prácticamente no provocan modificaciones en la leche y no pueden ponerse de manifiesto más que por análisis bacteriológicos.

## N. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA COMPOSICION DE LA LECHE.

En la leche, por la influencia de diferentes factores podemos encontrar variaciones en el % de sus componentes; por ejemplo el agua varía -- del 85% al 90%; la grasa, del 4 al 8%; la caseína del 2.3 al 4%; la albúmina, del 0.4 al 1%; la lactosa, del 3.5 al 6%; y los minerales, del 0.5- al 0.9%. La característica principal que se debe observar aquí, es que - el agua y la grasa son los constituyentes más variables. La leche que se eleva en grasa es baja en agua y viceversa.

El contenido de minerales varía menos que el de cualquier otro cons- tituyente.

Dentro de las causas principales de estos cambios, tenemos:

### 1) Raza de la Vaca:

En la tabla 1, encontramos el porcentaje medio de los componen-- tes de la leche de los seis tipos principales de razas de vacas- lecheras. Obsérvese que a medida que el porcentaje de grasa au- menta, el porcentaje de sólidos no grasos en la leche también -- aumenta, aún cuando a un ritmo más lento.

Sin embargo, estas cifras son promedio; el hato de cualquier ra- za a menudo produce leche de composición considerable diferente- de un hato a otro de la misma raza.

TABLA 1  
TÍPICA COMPOSICIÓN (EN %) DE DIFERENTES RAZAS.

RAZA	AGUA	GRASA	PROT.	LACT.	MIN.	SOLIDOS NO GRASOS	TOTAL DE SOLIDOS
Guernsey	85.35	5.05	3.90	4.96	0.74	9.60	14.65
Jersey	85.47	5.05	3.78	5.00	0.70	9.48	14.53
Ayrshire	86.97	4.03	3.51	4.81	0.68	9.00	13.03
Brown Suizo	86.87	3.85	3.48	5.08	0.72	9.28	13.13
Shorton	87.43	3.63	3.32	4.89	0.73	8.94	12.57
Holstein	87.72	3.41	3.32	4.87	0.68	8.87	12.28

## 2) El animal individual y el hato:

La leche procedente de vacas individuales entre las mismas razas, varía mucho en su composición. Algunas vacas de cualquier raza tienen pruebas bajas, algunas tienen pruebas altas, y otras, se acercan al promedio. El asunto de pruebas altas ó bajas es a menudo una característica familiar. Sea que la madre o el padre tenga mayor o menor influencia con la transmisión de la grasa en la leche de su prole, y lo mucho o lo poco que lo uno o lo otro tenga que ver con ella, es una cuestión abierta. Nosotros subrayamos la producción de grasa en lugar de grasa únicamente. La grasa se sintetiza en la ubre independientemente de los otros -- constituyentes. La vaca tiene la habilidad de producir una de--terminada cantidad de grasa y una determinada cantidad de otros--constituyentes de la leche. La prueba de la grasa es sencilla--mente la proporción que existe entre los dos componentes.

## 3) El período de Lactancia:

El período de lactancia es el comprendido entre los partos durante los cuales la vaca produce leche; el período normal de 10 meses. Cuando la vaca pare, la primera leche que secreta se llama calostro. Físicamente difiere de la leche normal en que es más-

espesa y amarilla; químicamente, contiene más caseína, albúmina, globulina, cloruros y otros minerales que la leche normal y menos lactosa. La composición media del calostro es:

Agua	71.69%
Grasa	3.37%
Caseína	4.83%
Globulina y albúmina	15.85%
Lactosa	2.48%
Minerales	1.78%

Se ha demostrado que lo que anteriormente se creía como un elevado contenido de albúmina, es en realidad globulina en su mayor parte. Este contenido de globulina puede variar desde tan alto como el 13% en el primer período del calostro.

El calostro también contiene varias veces la cantidad normal de varias vitaminas, tiene un efecto laxante y es especialmente valioso para el becerro recién nacido. Los cambios del calostro a leche se efectúan entre el período de 2 a 10 días, y la leche se considera generalmente apta para el consumo humano después de la sexta ordeña siguiente al parto.

#### 4) Condiciones de la Vaca en el Parto:

Si una vaca es excesivamente gorda, la prueba de su leche es anormalmente alta durante un período de dos meses después del parto. Es conveniente procurar que las vacas paren en buenas condiciones, ya que la prueba de su leche es más alta después del parto y producen más intensamente y durante más tiempo (todas estas pruebas van relacionadas con la grasa).

#### 5) La primera producción de leche y la última:

La primera leche producida por una vaca, en una determinada prueba de la ordeña, es mucho más baja que los rezagos o última leche. Si dividimos la ordeñanza en cuatro etapas, vemos que la grasa tiende a subir conforme al ordeño. Lo podemos ver en la

siguiente tabla:

CAMBIOS EN EL PORCENTAJE DE GRASA (EN %) EN LA LECHE DURANTE EL-  
ORDEÑO.

	Vaca No. 1	Vaca No. 2	Vaca No. 3
1a. Porción	0.57	2.09	1.73
2a. Porción	1.82	2.66	2.65
3a. Porción	4.15	3.66	3.82
4a. Porción			
Desnude de la Teta	5.56	6.42	4.80

6) Leche de diferentes Secciones de la Ubre:

La leche de diferentes secciones de la ubre da distintos resulta-  
dos en las pruebas. Es evidente que si uno espera tener una - -  
prueba precisa de la leche de una vaca en una ordeña determina--  
da, cada sección de la ubre deberá ordeñarse hasta que se agote.  
La variación se debe probablemente al hecho de que las distintas  
secciones de la ubre son glándulas independientes y funcionan en  
forma diferente.

7) La Ordeña y el Ejercicio:

Si las vacas se ordeñan a intervalos regulares, la leche general-  
mente da pruebas más altas, después de intervalos más cortos. --  
Se sabe que la influencia sobre la grasa es mucho mayor que so--  
bre los sólidos no grasos.

Cuanto más regular sea el período de ordeña será la variación.

Existen una serie de teorías respecto a la composición de la le-  
che según el tiempo de ordeñanza; cuando se deja pasar mucho - -  
tiempo, la leche se acumula en el útero produciéndose una pre- -  
sión que permite un fenómeno de reabsorción de la grasa, lacto--  
sa, calcio y fósforo, bajando su cantidad y aumentando el % de -

proteínas, lactosa y cloruros.

El % de grasa también se ve variada por una mala ordeña, la ordeñanza debe llegar hasta el desnude de la teta (última fricción), si se olvida, el % de grasa disminuirá en ésta, y aumentará en la próxima ordeñanza.

Los experimentos en que los períodos de ordeñanza se han mantenido constantes, la ordeña de la mañana es ligeramente menor en --grasa que la ordeña de la tarde.

Esta diferencia se debe evidentemente al efecto del ejercicio - que la vaca hace durante el día. Se ha demostrado que las vacas que hacen ejercicio caminando, aumentan ligeramente la prueba de su leche.

#### 8) El Proceso del ordeño.

Como se ha visto, la leche es diferente en composición dependiendo de la sección de la ubre de que provenga. Las tetas ordeñadas primero, tienen más grasa que las ordeñadas al último, esto lo podemos apreciar en una ordeña a mano, ya que en la ordeña mecánica se obtiene una leche más estandar.

Los malos procedimientos de ordeña pueden fácilmente dar una pérdida en la producción, lo mismo que el mal funcionamiento de uno o más cuartos debido a la mastitis y por lo consiguiente un cambio en la composición de la leche.

Para eliminar la leche de la ubre en forma completa y adecuada, se deben comprender los principios básicos del proceso de la ordeña. Con la ordeña a mano, se oprime la cisterna del tetón en la base de ésta y se exprime para que la leche salga. (Fig. 1)

La ordeña mecánica, es proceso completamente diferente. En la mayor parte de las ordeñadoras mecánicas se aplica continuamente vacío al extremo del tetón, para una forma alternada, sobre el -

exterior de la taza forradora del mismo. Esta aplicación pulsante de vacío tiene un promedio de 48 a 60 veces por minuto. Contrario a lo que mucha gente cree, la leche no se exprime del tetón al adquirir la taza forradora, la condición mostrada en la figura 2 B. Esta acción da masaje a la teta y ayuda a impedir el congestionamiento de sus paredes. La leche se elimina del tetón cuando aplica el vacío a la parte exterior de la taza forradora, como se muestra en la figura 2A. El nivel de vacío generalmente varía entre 10 y 16 plg. de mercurio, dependiendo del tipo de máquina por marca. Figura 2.

Fig. 1. Ilustración del proceso implicado en la ordeña a mano.-

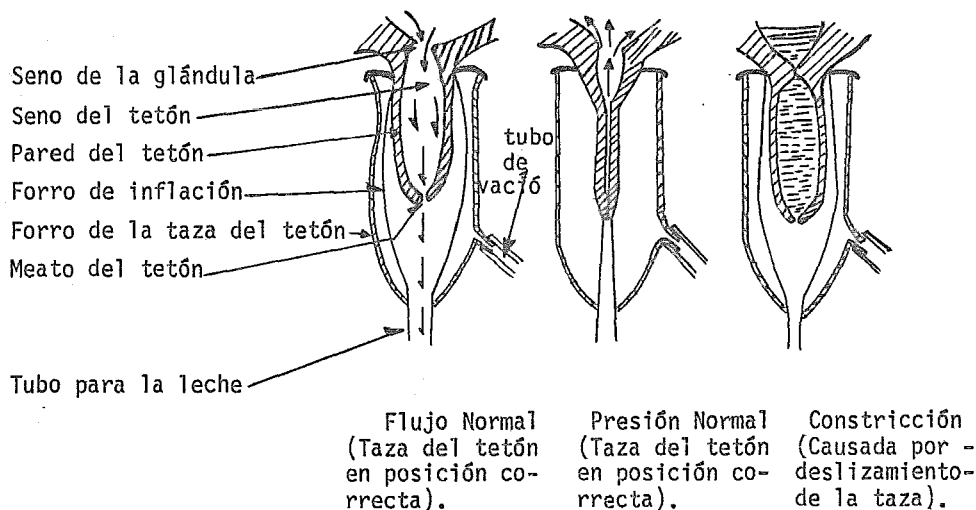
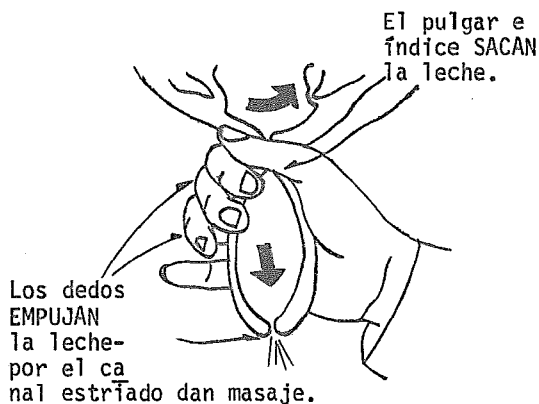


Fig. 2. Ordeña mecánica.

Continuar la operación de ordeña después de que la leche se haya agotado, puede dar como resultado la inhibición de los tetones - de la ubre (constricción), como se ve en la fig. 2C.

9) Cambio de Vaquero:

La vaca pronto se acostumbra a determinado vaquero y si se hace un cambio, es posible que varíe el porcentaje de grasa de la leche. Puede aumentar o disminuir hasta que la vaca se acostumbre al cambio.

10) La Estación del Año:

Las pruebas de la leche son más elevadas durante el Otoño e Invierno que durante la primavera y el verano.

Nadie sabe exactamente el por qué esto sea así. El efecto de la elevada temperatura y la excesiva humedad sobre el cuerpo de las vacas, parece ser la causa principal. Los experimentos han demostrado que esto no se debe principalmente a la pastura verde - como comúnmente se creía. Las cifras de la siguiente tabla muestran el % de grasa y de sólidos no grasos durante un período de 10 meses en la leche de 9 vacas que parieron en enero. Se observará que la grasa bajó más en junio y julio que en invierno y -- que el porcentaje de los sólidos no grasos descendió hasta casi el doble. (Tabla No. 3)

11) Edad de la Vaca:

Se considera que una vaca está en su plenitud, del tercero al - sexto período de lactancia, inclusive, todos los datos disponibles indican que el porcentaje de grasa cambia muy poco durante sus primeros seis períodos de lactancia. Después de este tiempo, existe una disminución gradual y si una vaca continúa produciendo leche de los 14 a los 16 años de edad, las pruebas pueden ser de 0.5 al 1% más bajas que la leche que produjo estando en su plenitud.



TABLA No. 3

VARIACION DE LA GRASA Y LOS SOLIDOS NO GRASOS PROVOCADA POR LA ESTACION DEL AÑO.

M E S	PORCENTAJE DE GRASA	PORCENTAJE DE SOLIDOS NO GRASOS
Enero	3.95	8.70
Febrero	3.93	8.77
Marzo	3.70	8.50
Abril	3.68	8.50
Mayo	3.76	8.62
Junio	3.61	8.23
Julio	3.62	8.10
Agosto	3.77	8.20
Septiembre	3.83	8.53
Octubre	4.02	8.72

Storrs, Bull. 94.

Las reducciones mayores ocurren, desde luego, cuando las vacas - rindieron su producción más elevada de la leche encontrándose en su plenitud.

## 12) Alimento:

La mayor parte de granjeros atribuyen generalmente cualquier cambio en la prueba de la leche a la alimentación. Se han efectuado muchos experimentos sobre este tema. Aunque los resultados - difieren un tanto, en su aspecto principal están de acuerdo en - demostrar que aún cuando esos cambios súbitos o radicales en la - alimentación pueden afectar el porcentaje de grasa en la leche, - no es posible que los cambios de alimento proporcionen un aumento material o permanente en el contenido de grasa. Después de -



Los cambios de alimentación y cambios sobre el contenido de grasa, pronto tiende a regresar a su nivel normal en la vaca o en el hato afectado.

13) El Período del Celo:

La prueba de la leche de una vaca cuando se encuentra en celo - tiene poca importancia y generalmente no constituye una indicación exacta de lo que podría ser la prueba de la leche 24 horas después. El porcentaje de la grasa puede subir o bajar dependiendo de la vaca.

14) Excitación:

La vaca generalmente se aloja bajo condiciones de tranquilidad.- Aún bajo esas condiciones puede variar su leche de ordeña y de día a día.

Las condiciones del ambiente posiblemente causen cierta excitación, tales como las que prevalecen en una exhibición de ganado o en una feria, y que pueden conducir a altas variaciones en la prueba de la leche.

15) Cambios Súbitos e Importantes de la Temperatura:

Los cambios de la temperatura molestan al organismo de la vaca y afectan tanto a la calidad de la leche, a la cantidad de leche que producen, como a una prueba de la misma. La prueba puede variar en cualquier forma.

16) Enfermedades:

Cuando se enferma una vaca, su leche puede ser anormal.

Las pruebas pueden ser más elevadas o más bajas que su promedio. No se puede tener confianza en una prueba tomada en esas condiciones.

### 17) Influencia de las Drogas:

Se ha creído que las pruebas extremadamente elevadas en ocasiones, se deben al uso de varias drogas en la alimentación de la vaca. Los experimentos sobre este asunto demuestran que no puede confiarse en las drogas para producir pruebas uniformemente elevadas. En realidad, el uso de ellas puede causar una reducción en la prueba y también en el flujo de la leche.

### 18) Combinación de Factores:

La combinación de factores antes mencionados puede ser causa de la variación en el porcentaje de la grasa. Parece casi increíble que la prueba de la leche de una vaca puede ser de 3.5% de grasa a las 6 a.m. y de 5% cuando se ordeña solo unas cuantas horas después.

### 19) Factores que Afectan el Contenido de Minerales:

Son varios los factores que afectan el contenido de minerales en la leche, lo mismo que la proporción de las diferentes sales presentes. Es bien sabido que la variación del contenido de minerales de una leche a otra, es sumamente marcada en ocasiones. Las infecciones de la ubre, tales como la mastitis, aumentan el contenido de minerales y cloruros en la leche. El contenido mineral, que es elevado en la leche del calostro, disminuye a un nivel que permanece constante en la mayor parte del período de lactancia, y aumenta nuevamente hasta el final de dicho período. -- Los experimentos están en conflicto tocando al efecto de los alimentos sobre el contenido de minerales. Evidentemente, los cambios de alimentación tienen poco efecto, si hay alguno, sobre el contenido de los minerales en la leche. El desarrollo bacteriano en la leche tiende a disminuir el contenido cíctrico de ésta. La proporción de las diferentes sales en los minerales de la leche tiende a disminuir de acuerdo con la estación del año; el porcentaje de calcio y magnesio es mayor a fines del invierno.

Las condiciones en que están los establos si es que no cambia gradualmente la composición de la leche, definitivamente si afecta sus propiedades organolépticas, la leche tendrá el sabor insano, cebada, humedad y otros si las condiciones son inadecuadas.

Las condiciones de cuidado de las vacas y su saneamiento es de vital importancia.



## CAPITULO IV

### SABORES DE LA LECHE.

La leche puede adquirir una serie de sabores diferentes al suyo; - Los puede adquirir por diferentes causas, las cuales podemos dividir en:

Sabores: Absorbido - alimentación (por consumo; aparato digestivo)  
                            absorción (por vías respiratorias y transpiración).

Químicos,  
Microbianos.

#### A) SABORES ABSORBIDOS

Existe la teoría de que el trayecto que sigue este fenómeno de adquirir otros sabores, es que los compuestos flavorantes son simplemente - transportados por la sangre a los tejidos de secreción en la ubre y de -- aquí a la leche.

Los sabores absorbidos pueden ser por:

- 1) Alimento,
- 2) Hierba,
- 3) Ganado o vacas,
- 4) De establo
- 5) Sucio.

Los dos primeros son debidos a la alimentación que se le da a las vacas, el tercero es por una cetosis o sucede cuando acaba de parir la va

ca, es un sabor detectable hasta 25 - 100 p.p.m.

Los dos últimos sabores son adquiridos por las condiciones del establo.

Por alimento tenemos los siguientes sabores entre otros:

Ensilaje,  
Alfalfa,  
Coles,  
Cebada,  
Heno húmedo

Por hierba son:

Cebolla  
Ajo,  
Hierba mala,  
Muzgo  
Mostaza, etc.

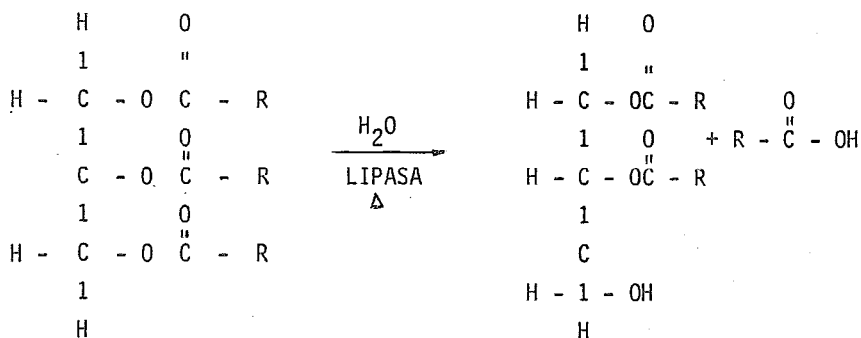
Todos estos sabores son causados en la leche por condiciones inadecuadas de los establos como es aereación, cuidados y saneamiento de las -- vacas, limpieza de los establos y por un mal manejo de la leche. Lo cual la pone en contacto con microorganismos que le producen estos sabores y -- otros más.

## B) SABORES QUIMICOS

- a) Rancidez
- b) Oxidación
- c) Quemado
- d) Coco (dodegalactonas)

## 1) SABOR RANCIO

Este es causado por la hidrólisis de triglicéridos dando ácidos grasos libres. La reacción es catalizada por la lipasa, enzima hallada normalmente en la leche. Esta enzima tiene la característica de atacar la posición alfa en el triglicérido:



Tenemos otro tipo de rancidez que no es enzimática sino hidrolítica y es provocada por calentamiento.

La rancidez, en contra de los otros sabores, puede ser deseada o no, o sea en algunos productos es un defecto pero en otros como en el caso de crema agria es deseada.

No todos los ácidos grasos producen rancidez, los de peso molecular más bajo son los más olorosos, estos son: Butírico, olor a sudor.

- Caproico - Olor a vaca o sucio
- Caprílico - Olor a vaca, cabra o sucio
- Cáprico - Sabor amargo, jabonoso, rancio
- Láurico - Sabor amargo, rancio

Algunos de estos ácidos grasos pueden ser sintetizados por microorganismos los que constituyen otro problema de conservación, o también pue-



den ser liberados por la lipasa sintetizada por microorganismos. Cuando la lipasa es eliminada, en el almacenamiento se puede presentar por estos -- microorganismos.

Las enzimas las eliminamos con la pasteurización, si ésta se hace - mal puede presentarse una reactivación de enzima y provocan la rancidez o sea es por falta de un calentamiento adecuado. Tenemos que a mayor acidez, mayor rancidez.

Si tenemos ácidos grasos libres, lipasa y triglicéridos, ¿porqué -- unas leches presentan rancidez y otras no?. Este es el porqué.

Es necesario el contacto, catalizado por medios físicos, como es la agitación. La cual la podemos tener cuando se transporta la leche.

Un mal calentamiento o mal enfriamiento también puede dar la rancidez; una mala homogenización también. En frío la lipasa libera ácidos grasos de cadena corta que son los peores.

Se tiene más rancidez en leches que vienen de los últimos períodos-- de la lactancia.

Tenemos dos tipos de lipasa, una actúa a un pH de 4-5 y otra a un - pH de 7. La lipasa es una proteína de bajo PM que está actuando en combinación con la alfa caseína en la fase acuosa de la leche, esta proteína -- tiene radicales SH que se supone son activos o sea que esta enzima se puede inactivar por calentamiento o por bloqueo de sus centros activos con -- sustancias no tóxicas. Su actividad está catalizada por calor, activado-- res específicos de los grupos -SH y por agentes oxidantes como es el cobre.

## 2) OXIDACION

Es el ataque del oxígeno a un lípido formando una unión con éste. - La leche se puede dividir en tres tipos según su susceptibilidad a este fe nómeno, éstas son:

## 1.- Espontáneas:

Es la que sufre la oxidación dentro de un período de 48 horas - a partir de la hora en que se ordeñó a la vaca.

## 2.- Susceptibles:

Añadiéndoles iones cúpricos, dentro de 48 horas sufre la oxidación.

## 3.- No Susceptible; O Resistente:

Las que aunque se contaminen con iones, no presentan la oxidación.

Los principales ácidos grasos susceptibles a la oxidación son no saturados y son el linoléico, linolénico y arquidónico. Para que se lleve a cabo la oxidación. Deben de estar libres de ácidos grasos o sea que primero hay una hidrólisis de los triglicéridos (rancidez) y después se presenta la oxidación.

## a) TEORIAS SOBRE LA OXIDACION.

Existen dos teorías sobre el fenómeno de la oxidación, la primera es:

## A.- No Enzimática

Es la susceptibilidad de la leche en ciertas condiciones y en presencia de oxígeno, se supone que el factor importante para que se lleve a cabo o no, es la capacidad de potencial redox existente en la leche.

## B.- Enzimática

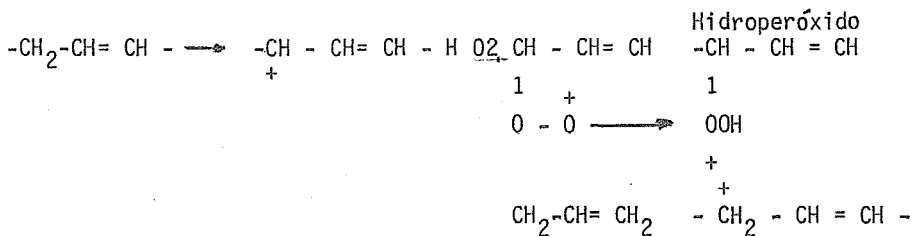
Es mediante la oleinasa la cual ataca al ácido olético, produciendo este sabor característico.

Otras teorías dicen que interviene la xantin oxidasa pero los resultados muestran que la oxidación es llevada espontáneamente pero no en base a la actividad enzimática.

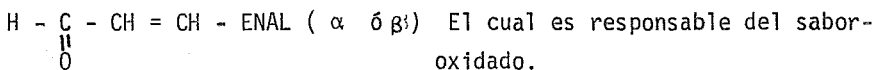
Importante a esto es que la actividad enzimática no es un factor limitante a la oxidación.

Hay pruebas de que existen las dos teorías pero no se sabe cual predomina.

La reacción que sucede es debida al ataque del oxígeno al carbono adyacente a la doble ligadura en el ácido graso con la formación del hidroperóxido que pasa al alfa o beta enales. La reacción se lleva a cabo por radicales libres:



El hidroperóxido es muy inestable y pasa al enal.



La oxidación de lípidos puede estar catalizada por:

#### 1.- Temperatura de Almacenamiento:

Hay una serie de teorías existentes sobre esto, pero sin embargo, es aceptado que la leche sin tratar es más susceptible a la oxidación a -- 40°C que a 20°C ya que a bajas temperaturas hay mayor disolución de oxígeno, por otro lado las bacterias quedan inactivadas y las enzimas muy poco en esta temperatura la leche queda protegida de una rancidez, el por qué no ha quedado bien claro. A altas temperaturas la disolución de oxígeno es menor, la actividad bacteriana es mayor y hay pequeña hidrólisis de triglicéridos lo que nos lleva a una rancidez y oxidación.

En leches tratadas ya se puede conservar a bajas temperaturas ya - que sufren el proceso de pasteurización en el cual se eliminan las bacterias y la homogenización que nos evita la oxidación y por lo tanto la disolución de oxígeno ya no es tan importante.

## 2.- Catálisis por Trazas de Metal (Iones Metálicos).

Tales como cobre, fierro y el níquel que también puede catalizar la oxidación. El cobre es más activo ya que se combina con las grasas; éstos iones catalizan la reacción de oxidación.

Aluminio, estaño, zinc, plomo y acero son prácticamente inertes en este respecto.

El manganeso se ha reportado como retardador de la reacción (X)

## 3.- Luz

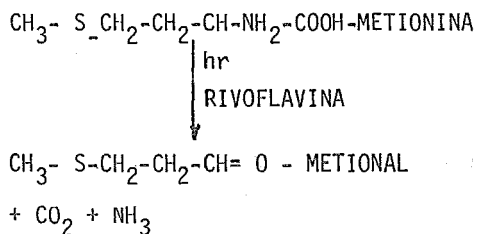
El efecto que pueda causar ésta depende del tiempo de exposición, - longitud de onda, intensidad de la fuente y aquí hablamos no sólo de la -- luz natural, sino también de otras fuentes como son luces de almacenamiento, (incandescentes, fluorescentes, etc.); o sea la luz es un factor que - influye en la preservación de la leche por la siguiente razón:

Tenemos dos tipos de sabores oxidados: El primero o sabor oxidado-activado (por la luz) y la segunda que es el sabor oxidado.

El primero es debido a las proteínas de la leche especialmente la-- degradación de la metionina a metional. La riboflavin es activada por la luz y juega un papel importante en la reacción ya que actúa como catalizador; su eliminación evita el sabor activado pero no evita el otro.

Generalmente la leche no homogenizada presenta el sabor oxidado pero la homogenizada presenta el sabor oxidado activado, ya que la homogenización produce el efecto de protección en contra del sabor oxidado pero im parte a la leche la facilidad del activado.

Esto es posible dado a que la radiación ayuda a la formación de radicales libres, la riboflavina acarrea la energía solar a las proteínas, el sabor oxidado resulta entonces por la acción de los ultravioletas sobre el a.a. metionina. Dado que es uno de los constituyentes de las proteínas, es necesario primero que éste sea desalojado de las proteínas para que que de libre, si no se lleva a cabo la reacción, la homogenización rompe las proteínas por la presión y facilita este estado libre del a. a. El mecanismo que es por radicales libres, se puede expresar como sigue:



El metional es el primer producto de esta reacción, sin embargo otros productos orgánicos sulfurados y  $\text{H}_2\text{S}$  han sido identificados y señalados como causantes de este sabor oxidado activado.

Como dato tenemos que una parte de metional en 20 000 000 de partes de leche, se pueden palpar organolépticamente.

#### 4.- Acido Ascórbico

Experimentos llevados por Othón y Brown en donde crema lavada libre de ácido ascórbico, fue contaminada con CU y almacenada por tres días, no presentó oxidación. Otros probaron la resistencia a la oxidación en leche expuesta a la luz pero libres de ácido ascórbico. Estos experimentos y otros han probado la necesidad de la presencia de ácido ascórbico para la oxidación. Sin embargo otros investigadores encontraron que añadiendo ácido ascórbico a una leche susceptible a la oxidación no se presentó esta reacción. Futuras investigaciones dieron los siguientes datos:

El ácido ascórbico en concentraciones de 5 - 25 mg/lit. sirve como oxidante y en concentraciones de 50 mg/lit. o más inhibe la reacción de oxidación.

En una leche bronca, tenemos unos 20 mg/lit. y en una pasteurizada-- 5 mg/lit. o sea que actúa como factor oxidante. Cuando el ácido se le agrega a la leche, éste actúa como agente reductor ya que se oxida más fácilmente que la grasa de la leche. ;

En concentraciones bajas actúa como agente oxidante, se forma una sal de éste quedando en equilibrio con su sal (dehidro ascórbico) aproximadamente en una proporción de 1.1 ó menor.

#### 5.- Calentamiento.

El calentamiento ejerce una protección principalmente por la producción de radicales -SH. La acción protectora es óptima a 170°F.

Por el calentamiento, se desnaturalizan las proteínas sobre todo la beta lactoglobulina, se destruye la tercera estructura de las proteínas y se forman radicales -SH que captan más fácilmente el oxígeno y por lo tanto retardan la oxidación, pero esto nos provoca además un sabor a quemado en la leche, por lo que este calentamiento se tiene que regular.

#### DATOS OPTIMOS PARA LA PREVENCION DE LA OXIDACION

Crema - 88°C/5 min.

Leche condensada 76.5°C/8 min.

Leche en polvo 76.5°C/20 min.

#### 6.- Antioxidantes

Tenemos dos tipos diferentes:

- a) Mecánicos - Homogenización  
Pasteurización.

## b) Químicos.

### Homogenización.

La grasa son núcleos de fosfolípidos que tienen los ácidos grasos orientados hacia afuera mediante la homogenización que es una estabilización a la oxidación y a la rancidez, estos núcleos de grasa de aproximadamente 5 micras pasan a núcleos menores de aproximadamente 1 micra. Esto se logra haciendo pasar la grasa por orificios pequeños a una presión de unas 2500 psias.

Con los núcleos más chicos se aumenta la superficie de contacto la cual va a ser más susceptible al oxígeno y por lo tanto a la oxidación, pero esto no pasa ya que lo que sucede en la homogenización es una reorientación de los fosfolípidos en donde los ácidos grasos se invierten y se orientan hacia dentro siendo menos sensibles a la oxidación.

La pasteurización nos da el efecto del calentamiento produciéndonos los radicales -SH los cuales captan más fácilmente el oxígeno.

De los oxidantes químicos tenemos el ácido ascórbico el cual ya ha sido tratado. Este no se usa mucho ya que nos produce acidez.

Otro antioxidante que está prohibido es el  $H_2O_2$  el cual es bueno en determinadas condiciones y proporciones.

Otros compuestos son aquellos que tienen grupos hidrofénolicos en onto o para, se supone que estos compuestos interrumpen la cadena de reacción de radicales libres y por lo tanto previenen la formación de hidroperóxidos y la oxidación.

## 3) SABOR QUEMADO

Es producido por la temperatura y la formación de radicales -SH que nos dan el sabor a quemado. Una de las temperaturas que más se usan es la de 170°F a ésta se supone que es cuando se presentan los radicales -SH y -

se comienza a producir el olor a quemado, si la leche se refrigera el sabor se elimina.

170°F - SH - Olor a quemado - por refrigeración se elimina.

Ligeramente arriba de 170°F - SH - olor a quemado por refrigeración se elimina.

Justamente arriba de 170°F la desnaturalización de proteínas es total, el olor y sabor es fuerte y por refrigeración se incrementa más.

Esto ha sido tratado de ser explicado por tres científicos que son:

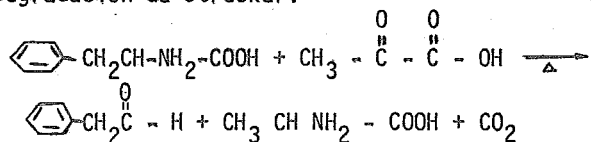
Cooked.- Que dice, que las radicales - SH vienen de la desnaturalización de las proteínas y principalmente de la beta lactoglobulina.

Brown.- Nos habla sobre el calor y nos dice que es por la reacción de Maillard la cual se lleva a cabo entre una a.a. libre y el azúcar.

Caramel.- Nos habla sobre el sabor. Hay dos teorías:

- 1.- Polimerización (de azúcares)
- 2.- Lactosa descompuesta más a.a.

Degradación de Strecker.



La producción alta de radicales SH y la descomposición de la metionina nos da el sabor a carne guisada.

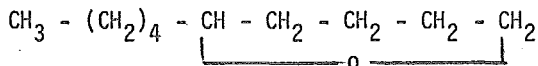
#### 4) SABOR A COCO

Producido por las lactonas que es la oxidación de un ácido graso en el mismo ácido graso (ac. grasos no saturados); provenientes del efecto --



del calor sobre la grasa:

S decalactona:



Otras son:

S dodecalactona

Gama dodecalactona

S tetradecalactona

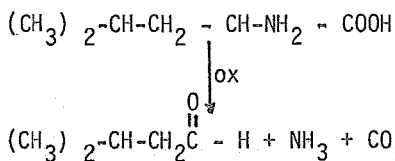
### C) SABORES MICROBIANOS

No han sido intensamente estudiados, las bacterias nos pueden producir ácidos orgánicos, aldehidos, cetonas, ésteres, alcoholes, los cuales nos darán sabores.

Las bacterias dentro de la leche son un problema ya que sus enzimas también nos producen lipólisis e hidrólisis.

Por mecanismos bioquímicos de descarboxilación y desaminación los a.a. pueden convertirse en aldehidos saborizantes, el *S. lactis* género mal tígenes, se cree el culpable de esta reacción y de la producción de aldehidos los cuales nos producen un sabor a malta en concentraciones tan bajas como de 0.5 ppm.

La reacción es:



Otros sabores debidos a microorganismos son:

Aroma y sabor agrio o ácido.

Tenemos varios tipos que son:

- a) Limpio.- Provocado por *St. lactis* u otros géneros lácticos.
- b) Aromático.- Provocado por *St. lácticos* que se desarrollan simultáneamente con especies de leuconostós formando sustancias aromáticas.
- c) Penetrantes.- Son especies productoras de ácidos grasos volátiles (acético, fórmico, futírico), como son bacterias coliformes, *clostridium*. Estos sabores son perjudiciales.

#### 1) SABORES AMARGOS.

Suele proceder de la proteólisis, pero puede ser por la lipólisis o de la fermentación de la lactosa.

La leche en los últimos períodos de la lactancia es algo amarga.

El sabor amargo lo producen bacterias coliformes y levaduras no esporágenas, algunos cocos y actinomicetos (amargo mohoso).

#### 2) SABOR A SOCARRADO O ACARAMELADO

Debido por *Streptococcus lactis* (var. *maltigenes*).

#### 3) OTROS SABORES.

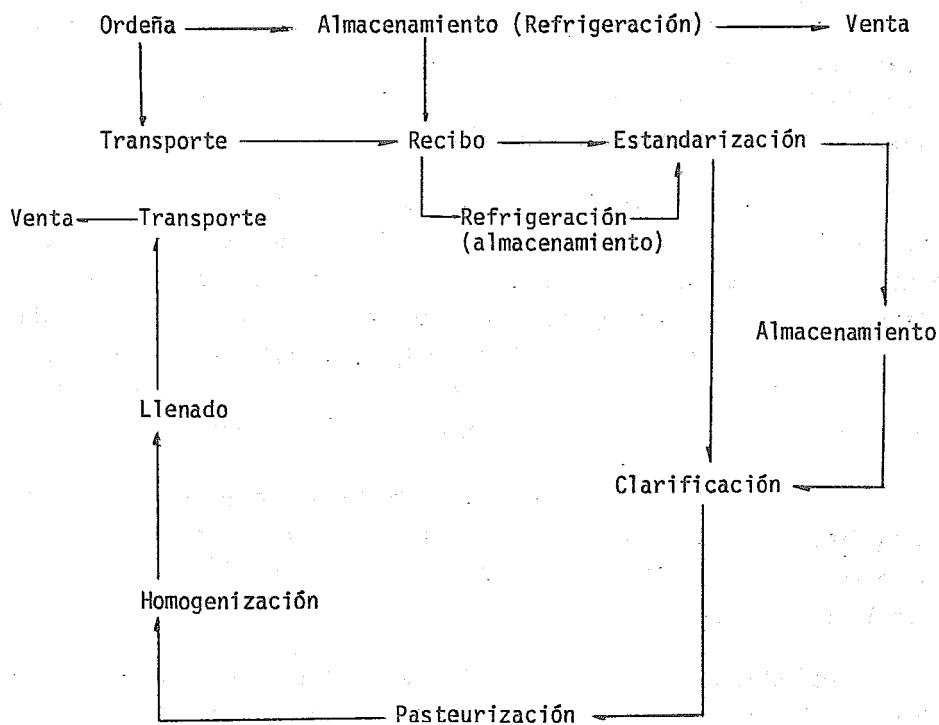
- a) Granero.- *Aerobacter oxytocum*
- b) Jabón.- *Pseudomona sapoláctica* (produce NH<sub>3</sub>).
- c) Nabo.- *Escherichia coli* y *Ps. fluorescens*.
- d) Malta.- Producido por los micrococos amarillos de la ubre.
- e) Patata.- *Pseudomonas*.
- f) Pescado.- *Ps. ichthyosmia* o diversos cocos que producen trimetilamina a partir de la lecitina.
- g) Tierra.- Actinomicetos.



## CAPITULO V

## PROCESO DE LA LECHE

Para una mayor conservación de la leche es sometida a un proceso industrial cuyo diagrama de flujo es el siguiente:



## 5.1.- REFRIGERACION

Sólo raras veces se consume o se transforma la leche inmediatamente después del ordeño. Casi siempre transcurre cierto tiempo entre su recogida y su expedición a la planta.

El problema consiste en acondicionarla durante este período de manera que conserve íntegramente sus cualidades iniciales.

Al salir de la ubre la leche está a una temperatura de unos 35 o 37°C; aunque el ordeño se haya hecho en condiciones óptimas esta leche tiene microorganismos, y a esa temperatura se multiplica rápidamente y acidifican la leche. Para detener, o al menos limitar su proliferación, es necesario enfriar inmediatamente el líquido.

Por otra parte si el ordeño se efectúa en condiciones deficientes de limpieza y la leche contiene junto con los microorganismos, impurezas microscópicas que hay que eliminar por filtración, como es el caso de pajás, pelos, polvos, partículas de excrementos, etc. (esto se hace mediante un tamiz el cual debe de estar en perfectas condiciones de limpieza para que no sea foco de infección y nos contamine más la leche, este tamiz hay que esterilizarlo cada vez que se use). La proliferación será mayor.

En la planta, en principio, no se trata de conservar la leche muchos días, sino solamente durante las horas que median entre el ordeño y la entrega al consumidor o a la fábrica procesadora. Para ello basta bajar la temperatura a unos 10°C.

Por otra parte la refrigeración debe efectuarse cuanto antes. No hay que olvidar que la leche presenta una fase germicida en las dos horas que siguen al ordeño, es precisamente en este lapso de tiempo cuando se debe actuar.

El enfriamiento tiene lugar necesariamente mediante el intercambio de calor entre la leche y un fluido frío. Cuanto más baja es la temperatu

ra del fluido cuanto más rápido es el enfriamiento. También influye la naturaleza del líquido, ya que, por ejemplo, el agua rebaja 20 veces más rápidamente la temperatura de la leche que el aire. Los cambios térmicos pueden acelerarse y por lo tanto la refrigeración, ya sea agitado el líquido, la leche o ambos a la vez.

En la práctica se puede recurrir a tres fuentes de frío:

Agua,

Hielo,

Un líquido frigorífico de fácil evaporación (refrigeración mecánica).

El agua fría constituye el fluido refrigerante más utilizado. Su empleo es cómodo y económico, pero limita sobre manera la profundidad de la refrigeración ya que difícilmente se consigue enfriar la leche a una temperatura mayor de dos grados a la del agua. Con cualquier sistema de refrigeración hay que disponer de 3 a 5 litros de agua para enfriar uno de leche. Los bidones en que viene la leche son sumergidos en un tanque donde se encuentra el agua o hielo.

Con el hielo es posible rebajar la temperatura de la leche hasta el nivel deseado, pero su empleo exige disponer constantemente de él, cosa que por desgracia, no es fácil en muchos lugares.

La refrigeración mecánica constituye la solución racional. Las máquinas frigoríficas utilizables son de compresión mecánica, estas se basan en el descenso de la temperatura producida por la evaporación forzada de un líquido como amoníaco, cloruro de metilo, freón, etc. Consta de:

- a) Un evaporador que tiene la forma de serpentín y en el que se evapora el líquido.
- b) Un compresor
- c) Un condensador
- d) Una válvula de expansión.

Se enfría previamente un líquido, que puede ser agua o salmuera -  
 incongelable y este líquido es el que se utiliza posteriormente para en-  
 friar la leche.

La ventaja de estas últimas máquinas reside en su facilidad de ma-  
 nejo y su seguridad. Por el contrario, su instalación más complicada --  
 viene a ser a veces un serio inconveniente.

Los dispositivos de refrigeración de la leche pueden agruparse en-  
 dos tipos:

a) Dispositivos por corriente.

Este se puede clasificar en dos categorías según que la leche dis-  
 curra en capa fina, en contacto con el recipiente que tiene el líquido re-  
 frigerante o que, por el contrario, éste corra sobre el recipiente que  
 tiene la leche. En los primeros, ya que son aparatos de superficie la ra-  
 pidez del enfriamiento es bastante rápida. El mayor inconveniente reside  
 en que la leche se expone a un amplio contacto con la atmósfera y que son  
 poco prácticos para limpiarlos y esterilizarlos. Por ello, muchas veces-  
 constituyen fuentes de contaminación de la leche.

Los segundos presentan la ventaja de ser relativamente baratos. --  
 Pueden adaptarse al ritmo del ordeño, sin embargo como todos los aparatos  
 que usan agua, tiene unas posibilidades bastante limitadas.

b) Dispositivos por inmersión.

Aquí también podemos concebir dos grupos de aparatos, según que se  
 sumerja al recipiente de leche en el líquido refrigerante, que siempre es  
 agua, o que se introduzca en la leche cualquier sistema de refrigeración.

Todos los frigoríficos modernos están controlados por un sistema -  
 termostático. Tiene la ventaja de eliminar todos los riesgos de contami-  
 nación de la leche durante el proceso. El procedimiento es lento pero se  
 guro; el problema es contar con agua suficiente y que esté fría.

En el segundo tipo es muy segura la refrigeración ya que trabaja en circuito cerrado; el problema está en el riesgo de contaminación por el elemento que se introduce en la leche.

#### Dispositivos Refrigerantes.

Ultimamente se ha extendido el uso de dispositivos refrigerantes que permiten enfriar rápidamente la leche después del ordeño y conservarla en ellos hasta su entrega a la fábrica. Estos dispositivos, de una capacidad de 200 a 2000 litros, son cerrados.

Poseen un dispositivo de enfriamiento que consiste en una doble cubierta refrigerante (expansión directa o agua helada), o en el evaporador de una instalación frigorífica situada en el interior del dispositivo. Un agitador permite mover la leche de manera continua. Algunos dispositivos tienen la ventaja de poder hacer vacío en su interior, con lo que resulta fácil acoplarlos a una ordeña mecánica.

El empleo de estos aparatos mejora considerablemente las condiciones de la leche, su conservación y su entrega sin perder las reglas higiénicas de su manejo. Además estos aparatos también se pueden usar en las plantas de proceso cuando se llega a almacenar la leche.

Una vez entregada la leche a una planta, comienza lo que es el verdadero proceso.



## VELOCIDAD DE ENFRIAMIENTO DE LA LECHE

(1) TEMPERATURA ALCANZADA EN					
	15 mín.	1 hra.	3 hrs.	5 hrs.	10 hrs.
En bidones de 20 litros					
Ambiente a 20°		30°	27°	25°	22°
Agua corriente a 14° (molinete hidráulico)	16°	14			
Cámara frigorífica a 0°:					
-sin agitación		23		10	3
-con agitación		20		6	2
Agua helada:					
-inmersión sin agitación	17	10	4		
-inmersión con agitación	15	8		3	
-aspersión sin agitación	16	7	2		
-aspersión con agitación	10	3			
Leche congelada (5 kg. + 15 l)	12	10	8		
Refrigerante sumergido	11				
En masa: Depósito refrigerado (400 l)		10-15°	3-5°		

(1) Temperatura inicial de la leche: 32-33°

## 5.2. TRANSPORTE

Aparte de las características y cuidados del lugar de donde se obtiene la leche, ésta durante su transporte a la planta debe de seguir una serie de cuidados ya que la leche aunque es un producto sano, si proviene de vacas sanas, es fácilmente contaminable por un manejo antihigiénico y puede adquirir una serie de microorganismos patógenos peligrosos al hombre; además de los sabores que se pueden producir.

La agitación durante el transporte así como el contacto con metales, nos pueden ocasionar o ayudar a que se produzcan el sabor rancio y oxidado en la leche, de aquí el material antioxidable de que son hechas las pipas de transporte y la higiene y limpieza a que son sometidas. Cuando estas pipas se llenan de leche, se procura que ésta llegue hasta el tope para evitar la agitación y la bolsa de aire que se puede quedar en el espacio que no se llena, ya que son dos factores peligrosos para la conservación de la leche; la acción de estos factores puede acelerarse mediante la temperatura, de aquí la importancia del transporte y almacenamiento de la leche a temperaturas adecuadas.

## 5.3. RECIBO

Al recibir la leche, se llevan a cabo, principalmente, tres prácticas que son:

- a) Checarla o analizarla, en olor, sabor y contaminación
- b) Medirla
- c) Almacenarla en buenas condiciones

Estas prácticas, varían dependiendo del tipo de planta que recibe la leche. Si es una planta de Recibo, la leche se checa si está bien en base a la alcalinidad o acidez se le hace la prueba del alcohol para checar su estabilidad.

Esta prueba se hace para ver si la leche que se recibe nos va a -  
aguantar el tiempo de almacenamiento antes de llevarla a la planta proce-  
sadora.

La leche recibida se almacena y es sometida a un enfriamiento seve  
ro a 4°C; en algunas plantas de recibo se pasteuriza la leche para conser  
varla más tiempo.

Si es una planta productora, al recibir la leche se hacen análisis  
organolépticos rápidos a la temperatura ambiente, se ve acidez total por-  
titulación y % de grasa por el método de Gerber.

Los resultados obtenidos se comparan con los datos dados por el la  
boratorio de recibo, por ejemplo si la leche no lleva una buena acidez, -  
entonces se industrializa; ésta leche es más barata que la leche buena.

Los análisis microbiológicos por lo general no se hacen en el mo--  
mento ya que son muy tardados, estos se llevan a cabo posteriormente para  
ver cantidad y tipo de contaminación que trae, y someterla a un proceso -  
adecuado de pasteurización; aquí se realiza ya un análisis más completo.

Los análisis microbiológicos nos pueden servir como un control de-  
calidad de zonas productoras de leche.

El análisis organoléptico es importante, ya que nos puede decir a-  
tiempo, como está la leche, si se puede revolver con otra o no, ya que se  
ve olor, sabor, textura, también se puede saber si hay contaminación mi--  
crobiológica por los sabores y efectos que ésta produce en la leche. El-  
análisis organoléptico nos identifica acidez la cual nos perjudica en la-  
pasteurización ya que en estas condiciones la leche se encuentra muy ines  
table y por el calentamiento se nos pueden precipitar las protefñas.

Nos puede identificar también, una contaminación con NaOH la cual-  
se usa para bajar la acidez, probándola se puede identificar un sabor jabo  
noso el cual mediante la pasteurización se ve intensificado ya que sucede

por el calor, una saponificación rápida.

Si se percibe algún defecto organolépticamente, la leche se manda a analizar antes de ser recibida.

La leche recibida, puede pasar a ser almacenada en condiciones adecuadas o pasar directamente al siguiente paso que es la estandarización.

#### 5.4. ESTANDARIZACION O NORMALIZACION

Con esta operación se consigue que la leche que entra a la central de distintas procedencias y, por lo tanto, de diferentes características, tenga siempre el mismo porcentaje de grasa, para obtener un producto estándar.

La mezcla de las leches se lleva a cabo con una ligera agitación, la leche estandarizada puede ser almacenada en condiciones adecuadas o pasar al siguiente paso que es la clarificación.

#### 5.5. CLARIFICACION

La clarificación consiste en centrifugar la leche a unas 100 - - rev/min. Esto se hace con el objeto de eliminar impurezas por el manejo, sedimentos, células del útero y otras partículas pesadas que son difíciles de quitar ya que por ejemplo moscas, paja, etc. se eliminan por un tamizado a la leche al ser recibida.

Una vez estandarizada y clarificada nuestra materia prima, se pasa a la pasteurización.

## 5.6. PASTEURIZACION

La pasteurización que en sí es un choque térmico, y que sirve como medio de conservación, se debe a Pasteur. Entre 1866 y 1876, estudiando las alteraciones de la cerveza y el vino, descubrió que un calentamiento moderado, sin pasar de los 60°C, era capaz de evitar algunas alteraciones de los alimentos, al dificultar el desarrollo de los microorganismos que los producen. Hasta 1880, este método no se aplicó a la leche fue primero usado por los alemanes y después por los daneses. Un poco después se comprobó que la pasteurización, realizada de una manera determinada, era capaz también de destruir los gérmenes patógenos que frecuentemente contaminan la leche. A partir de este momento fue no solo un proceso de conservación interesante para el comercio, sino, también un procedimiento de higienización capaz de garantizar la seguridad de los consumidores frente al contagio de las enfermedades transmitidas por la leche contaminada.

### OBJETIVOS DE LA PASTEURIZACION

Pasteurizar la leche es destruir en ella, por empleo apropiado del calor, casi toda su flora banal y la totalidad de su flora patógena, procurando alterar lo menos posible la estructura física de la leche, su equilibrio químico y sus diastasas y vitaminas. Por otro lado, se busca aumentar la conservación y por lo tanto la vida del producto y la preservación de las características propias de la leche para embotellamiento y su producción.

Los progresos realizados en los últimos 50 años en el campo de la nutrición y de la dietética, permiten tratar la leche pos pasteurización sin alterar sensiblemente su composición y su estructura.

### CONDICIONES DE LA PASTEURIZACION

Intensidad del tratamiento térmico.

Primeramente hay que determinar la intensidad del tratamiento, es-

decir, fijar la temperatura y el tiempo durante el que debe aplicarse. Ambos factores aisladamente no significan nada.

Las condiciones del calentamiento deben de permitir la destrucción del bacilo tuberculosis y por lo tanto, la de todos los microorganismos - patógenos, así como la eliminación de una proporción adecuada de gérmenes banales (más del 99%) para que la leche pasteurizada cumpla con las normas bacteriológicas de: no contener más de 30 000 gérmenes por centímetro cúbico, para leches pasteurizadas vendidas envasadas y no más de - - 100 000 gérmenes en el mismo volumen para la leche pasteurizada vendida - sin envasar.

La destrucción del bacilo tuberculosis requiere un calentamiento - moderado, a 63°C durante 6 minutos, o a una temperatura de 71°C durante - 6 u 8 segundos.

Sin embargo, teniendo en cuenta los márgenes de seguridad que siempre conviene observar en la práctica, se estima que el calentamiento debe cumplir las siguientes condiciones:

63°C durante 30 minutos ó 72°C durante 15 ó 20 segundos.

La temperatura y la duración del calentamiento por lo que respecta a los gérmenes banales, depende, sobre todo de la calidad inicial de la-- leche cruda con que se trabaja; cuando ha sido contaminada, el tratamiento térmico para la destrucción del bacilo tuberculoso es suficiente para-- bajar la contaminación bacteriana hasta los límites legales.

Si la leche está sucia, este calentamiento es muy insuficiente y - subsisten cantidad de gérmenes banales, entonces se puede recurrir a elevar la temperatura, a prolongar el calentamiento o hacer ambas cosas a la vez, esta intensificación de la acción térmica desde el punto de vista -- bacteriológico, puede tener las siguientes consecuencias.

Si la mayor parte de los gérmenes banales no son esporulados o te-

merresistentes, la flora de la leche disminuye rápidamente. Un calentamiento de 80 a 85°C durante 20 segundos, basta para situar el número de gérmenes dentro de los márgenes legales.

Si la flora dominante de la leche cruda incluye una proporción muy elevada de gérmenes esporulados o termorresistentes, la leche pasteurizada sigue siendo rica en microorganismos aunque se caliente más energicamente que en el caso anterior. A veces, una temperatura de 90° a 92°C -- mantenida durante 30 segundos no consigue reducir la carga microbiana hasta los límites señalados.

No se puede modificar la intensidad y duración del calentamiento -- en función de la calidad bacteriológica de las leches recogidas.

Al elevar la temperatura se seleccionan los microorganismos esporulados y termorresistentes, éstos están dotados de enzimas proteolíticas -- que nos provocan la putrefacción de la leche. Por el contrario una leche calentada a una temperatura moderada, conserva una flora acidoláctica que se desarrolla durante su almacenamiento y provoca una acidificación más o menos acentuada, éste nos sirve como un medio sanitario que impide se desarrollen en él, gérmenes termorresistentes proteolíticos. La segunda razón en contra de la elevación de la temperatura de pasteurización, se refiere a las modificaciones de la estructura y composición de la leche (sabor a quemado). Si como vemos el calentamiento de temperaturas elevadas -- no es conveniente, se comprende que no todas las leches crudas pueden ser pasteurizadas, únicamente aquellas cuya calidad bacteriológica es satisfactoria. De ninguna manera en este proceso se permite abandonar las medidas de higiene, ya que en ningún caso es capaz de transformar las leches de baja calidad, en leches de calidad superior. Su objeto es prolongar la conservación de las leches.

#### TEMPERATURAS DE ENFRIAMIENTO

La flora de la leche pasteurizada lleva siempre una producción im-

portante de bacterias lácteas termófilas capaces de desarrollarse normalmente entre los 30° y los 60°C. Conviene, pues, no mantener la leche pasteurizada dentro de esta zona para evitar una rápida acidificación.

Sin embargo, la leche pasteurizada no es completamente estable ni siquiera en estas condiciones, ya que las esporas que subsisten pueden desarrollarse a muy bajas temperaturas. De todos modos, este desarrollo es lo bastante lento como para que pueda conservarse en perfectas condiciones durante el breve período de tiempo que media entre el tratamiento y el consumo.

#### CONDICIONES EN QUE DEBE TENER LUGAR EL CALENTAMIENTO Y EL ENFRIAMIENTO.

Interesa en primer lugar, que todas las moléculas de la leche lleguen a la temperatura de pasteurización, ya que hay que evitar que unas se calienten mucho y otras poco; éste es el significado de la expresión corrientemente empleada, garantizar la homogeneidad del calentamiento. Si una porción de leche escapa a la acción térmica, los gérmenes en ella contenidos se multiplicarán rápidamente en la leche. Por otro lado si se calienta mucho se alterará la leche. La pérdida de CO<sub>2</sub> en el curso del calentamiento altera gravemente el equilibrio de los minerales de la leche; por otro lado el oxígeno desempeña una acción de destrucción de las vitaminas por calor. Se impone, para evitar estos inconvenientes, trabajar al abrigo del aire. Por otro lado hay que evitar el contacto con metales que nos produzcan reacciones en la leche.

#### MÉTODOS DE PASTEURIZACIÓN

Se pueden distinguir dos tipos de métodos:

a) La pasteurización baja:

Se define por un calentamiento a 63°C durante 30 min. es un método lento y discontinuo, pero presenta la ventaja de no modificar las propiedades de la leche. No se coagula la albúmina ni la globulina y el estado



de los glóbulos grasos permanecen alterados. En la actualidad la baja-calidad bacteriológica de la leche exige un tratamiento térmico más severo.

b) La pasteurización alta:

Se define como el calentamiento a 72°C durante 15 segundos, el método es rápido y continuo, pero modifica ligeramente las propiedades de la leche, si bien los aparatos modernos reducen este inconveniente. La albúmina y las globulinas sufren siempre una coagulación parcial.

Esta pasteurización se conoce como procedimiento (HTST), es decir, procedimiento alta temperatura y corta duración. Otros procesos de pasteurización son:

La ultra pasteurización, que es el método H.T.S.T., a altas temperaturas, hay un método francés con radiaciones gama, es por actimización. Por infra-rojos se puede tratar la leche, pero puede sufrir separación del suero.

La sanitación por medio del sonificador, es por vibraciones de alta frecuencia, mata a los microorganismos, pero la leche puede sufrir alteraciones. Hay otro por microondas.

#### EQUIPO DE PASTEURIZACION

Una instalación, se compone invariablemente de un aparato de calentamiento y un aparato de refrigeración. El conjunto puede completarse -- con un cambiador recuperador de calor. Estos aparatos pueden estar montados separadamente o constituir un solo bloque. A veces, un solo elemento permite efectuar sucesivamente el calentamiento y la refrigeración, como sucede en la pasteurización baja.

En todos los tipos de aparatos, el calentamiento o la refrigeración se efectúan por intercambio de calor, a través de una pared metáli--

ca, entre la leche por una parte, y un fluido refrigerante o calefactor -- por otro. Los tipos de pasteurizadores se distinguen por su extensión, -- forma y la disposición de las superficies a través de las cuales tienen -- lugar el intercambio de calor.

#### CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UN PASTEURIZADOR.

- a) Garantizar la homogeneidad del calentamiento.
- b) Respetar al máximo la composición y la estructura de la leche.
- c) Permitir la limpieza completa y rápida de todas las superficies en contacto con la leche con el objeto de impedir contaminaciones después del calentamiento. Se recomienda por ello el acero inoxidable.
- d) Ser económico. El rendimiento térmico satisfactorio de un pasteurizador depende también del estado de la superficie de intercambio. -- Por último el aparato debe ser fácil de desmontar, ya que conviene comprobar regularmente el estado de las superficies, de contacto.
- e) Ser poco voluminoso para facilitar su instalación.

#### APARATO DE PASTEURIZACION BAJA

Están constituidos esencialmente por una cubeta cerrada de doble -- pared. En ella se calienta la leche. Un agitador remueve la leche en el transcurso de la operación para activar el intercambio de calor. Son aparatos de función discontinuada.

Sus ventajas son su sencillez y facilidad de limpieza, conserva -- las características de la leche. Sus desventajas son el gran espacio que ocupan, la lentitud del trabajo, desprendimiento de  $CO_2$  y oxidación de vitaminas.

## APARATOS DE PASTEURIZACION ALTA

Son de funcionamiento continuo. La leche discurre en capa más o menos fina por una o dos paredes de calentamiento. El principal problema que se les plantea a los constructores es conseguir una homogenización perfecta del proceso.

### PASTEURIZADOR PARABOLICO

Está compuesto por una cubeta de doble pared que en su interior adopta la forma de un paraboloides de revolución. Dentro de él gira a gran velocidad un agitador. El calentamiento se realiza por vapor a 120°C. La leche llega al fondo y el movimiento la manda a la parte superior ya pasteurizada.

La heterogeneidad de la acción térmica provoca sobrecalentamientos, se quema la leche y hay alteraciones, pérdidas de las vitaminas y pérdidas por evaporación (alrededor de un 2% del volumen).

Pasteurizador de tambor (tipo tod), significa un adelanto notable con respecto al modelo precedente. La cubeta tiene una forma troncocónica y el agitador es sustituido por un tambor rotatorio interiormente calentado. La leche circula de abajo hacia arriba ganando en el estrecho espacio más calor (5-8 mm.), que separa la cubeta del tambor.

El calentamiento es homogéneo, el proceso se lleva a cabo al abrigo del aire, pero aún el vapor a 120°C, que es la fuente de calor puede quemar todavía la leche. La limpieza es fácil, es de instalación fácil y es barato pero su rendimiento es bajo.

### PASTEURIZADORES TUBULARES

Existen numerosos modelos constituidos fundamentalmente por un haz de tubos cuyos elementos se unen boca a boca por medio de codos. La leche circula por los tubos donde se calienta desde una o dos superficies,

según los modelos, por agua que discurre a contra corriente. La homogeneidad de la pasteurización es perfecta a causa del pequeño espesor de la corriente de leche (5-6 mm. de media). El trabajo se realiza al abrigo del aire, no hay peligro que se queme la leche si es de buena calidad, ya que el agua caliente está a sólo unos grados más que la temperatura de pasteurización de la leche. La limpieza es tardada e incómoda, y en algunos modelos hay que desmontarlos diariamente. Los aparatos modernos de acero inoxidable, permiten una limpieza en circuito cerrado, haciendo circular por ellos soluciones detergentes o antisépticas. Su rendimiento calórico es excelente.

Se utilizan pasteurizadores tubulares de serpentín cuyas diferentes partes se disponen concéntricamente rodeados por una cubierta vertical de acero inoxidable, se reduce el espacio ocupado por el aparato.

Un pasteurizador especial es el de STASSANO, permite realizar el tratamiento térmico en condiciones extremadamente favorables para la conservación de todas las propiedades de la leche.

Se utiliza agua como medio de calentamiento a sólo 1 ó 2 grados -- por encima de la leche pasteurizada esto es posible gracias a su gran superficie de intercambio.

Quedan eliminados así los riesgos de calentamiento elevado.

#### PASTEURIZADORES DE PLACAS

Consiste fundamentalmente en una serie de placas onduladas, o conservaciones, rectangulares o circulares, de disposición generalmente vertical, y a veces horizontal, unidas entre sí por juntas de goma y dispuestas en un bastidor cuyo pie constituye a veces un reservorio de agua caliente. El espacio que separa cada dos placas consecutivas (de unos 3-4 mm.) es recorrido por la leche, el elemento calefactor, agua o vapor a baja presión, circula a contra-corriente por los espacios paralelos inmedia

tos. El enfriamiento se hace por agua dentro del mismo aparato.

El espacio que separa las dos últimas placas de la serie suele aumentarse con objeto de entretener en él la velocidad de circulación de la leche, y conseguir de este modo que permanezca unos instantes más a la temperatura de pasteurización; este espacio ampliado es el de la sección de mantenimiento del aparato.

Los modelos de placas son los más utilizados en la actualidad. Son los pasteurizadores más perfectos; habitualmente funcionan con los mismos límites de temperatura indicados para los modelos tubulares modernos. Son excelentes cambiadores de calor, el efecto bactericida es intenso y la leche resulta muy poco modificada. La limpieza puede efectuarse fácilmente en circuito cerrado, aunque tampoco son difíciles de desmontar.

Ocupan un espacio comparativamente reducido, y pueden tratar hasta 20,000 litros por hora.

#### MATERIAL DE REFRIGERACION

Inmediatamente después del calentamiento, la leche es refrigerada, sin contacto con la atmósfera en refrigeradores tubulares o de placas cuyos fundamentos son idénticos al de los pasteurizadores. Están compuestos por dos partes o secciones; la primera, por donde circula agua fría, lleva la leche a una temperatura próxima a los 15°C.

La segunda por donde circula agua a 0°C, completa la refrigeración hasta 4°C.

#### RECUPERADORES

Su fundamento es: antes de alcanzar el refrigerio, la leche pasteurizada transmite parte de su calor a la leche cruda que va a sustituirla en el pasteurizador, con lo que ésta inicia su calentamiento y la otra -- inicia su etapa de enfriamiento. Los recuperadores pueden ser de tubos o

placas.

#### FUNCIONAMIENTO DE LA PASTEURIZACION ALTA

El aparato primero se esteriliza haciendo circular agua caliente - (hirviendo) durante 15 ó 30 min., después se expulsa el agua caliente y - se envía agua fría. Después se da paso a la leche cruda a la cual una -- vez dentro del grupo, pasa primero por el circuito de recuperación, donde es calentada por la leche que sale del circuito de pasteurización. La le che abandona el recuperador a una temperatura de 40° a 45°C, y alcanza el filtro o el depurador centrífugo que, además, permite regular el contenido de grasa. Es enviada a la sección de calentamiento, donde surge la -- pasteurización propiamente dicha. Después del paso a través de la sec- - ción de mantenimiento, la leche pasa al recuperador, donde se enfría al - calentar a la leche cruda que entra. Finalmente atraviesa los circuitos de refrigeración y pasa al siguiente paso que es la homogenización. Al - terminar el día se limpia el aparato con agua.

En todos los aparatos modernos la medida y la regulación del calen tamiento se realizan automáticamente utilizando termómetros de bulbo capa ces de registrar la temperatura y el tiempo de calentamiento, así como -- las interrupciones de circulación.

Están también dotados de válvulas dirigidas por mecanismos automá- ticos, capaz de desviar la circulación si el calentamiento es insuficien- te, devolviendo la leche al aparato hasta que la leche alcance la tempera tura de pasteurización.

#### 5.7.- HOMOGENIZACION

Los primeros ensayos sobre homogenización industrial se deben a Ju lien, pero fue Caulín, en 1901, quien realizó y lanzó al mercado el pri- mer homogenizador, cuyo principio es el siguiente:

La leche se proyecta a gran presión (de 150 a 350 Kgf/cm<sup>2</sup>) por un tubo cuyo extremo se encuentra un tope cónico de ágata o de acero. Este tubo es mantenido en la posición correcta por medio de un resorte cuya tensión puede ser regulada por un volante. Para salir del tubo, la leche debe vencer la resistencia opuesta por el tope y abrirse camino entre éste y las paredes. Esta operación tiene por objeto estabilizar la emulsión de la grasa, pulverizando mecánicamente los glóbulos hasta que alcancen un diámetro de 1 a 2 micras.

La disminución de los glóbulos rebaja su fuerza ascensional e impide que se acumulen en la superficie de la leche. La leche homogenizada es una leche que ha sido puesta homogénea por métodos mecánicos. Los glóbulos de grasa han sido reducidos, mecánicamente, de tamaño de tal forma que la crema no es visible o no se ven grumos de ésta; de tal virtud que en la superficie no se forma una capa de crema (tomando una muestra de 100 ml. de la superficie de una botella de leche homogenizada, no debe diferir en más de 10% del porcentaje de grasa que hay en la cantidad de leche restante.

#### PRINCIPIOS DE LA HOMOGENIZACION.

Varias teorías han sido dadas para el proceso físico en que los glóbulos de grasa son reducidos de tamaño y dan una estabilidad a la leche relativa. Son teorías especulativas ya que hay poca evidencia para probarlas o no; son:

##### a) Corte o Pulverización.

Mientras que la leche bajo alta presión pasa a través de un orificio delgado, algún corte de los glóbulos parece ocurrir resultado de la fricción de la leche contra las paredes por donde pasa y dentro de la misma leche. Es probable que la pulverización es debido a la alta velocidad que los separa debido a una fuerza cortante, aunque hay evidencia que la fuerza con la que son orientados contra las paredes causa una acción de atomizador que probablemente subdivide más a los glóbulos. (Muchas de-

Las teorías más avanzadas que han sido aceptadas, explican lo anterior).

b) Explosión.

Esta teoría dice que hay un efecto de explosión cuando la presión de la homogenización es liberada súbitamente, la presión que interactúa dentro de los glóbulos de grasa tiende a separar al glóbulo con efectos explosivos.

c) De choque.

Cuando la presión deseada es obtenida una válvula liberada al glóbulo de grasa altamente comprimido, éste sale con la leche y le permite chocar con la pared a una alta velocidad dividiéndose.

Esta teoría se ha estudiado y se ha visto, según la evidencia, que es la teoría de homogenización más factible.

La construcción de la cabeza homogenizadora tiene una importancia directa en la eficacia de la máquina. Los dos factores más importantes son el ángulo entre la válvula y la pared que la rodea y la distancia que debe viajar el líquido antes de chocar contra la pared. Para mayor eficacia el ángulo debe ser grande y la distancia pequeña.

d) Aceleración y desaceleración.

El líquido es de repente aventado a través de la abertura a una alta velocidad, posteriormente al líquido se le quita esta aceleración en la misma medida en que fué dada produciéndose en parte el efecto de choque y dividiéndose el glóbulo de grasa.

e) Cavitación.

Es la formación de válvulas de vapor en un líquido a través de la disminución de la presión, en éste se basa esta teoría.



Efecto de la homogenización sobre las propiedades físicas y químicas de la leche:

La homogenización nos afecta ciertas propiedades como son: Viscosidad: La mayoría de los investigadores han notado un aumento en la viscosidad de la leche homogenizada. Trout supuso que las variaciones en la presión y en la temperatura, eran la causa de la discrepancia observada.

En este respecto, la cantidad de aglutinación puede ser un significativo factor en las determinaciones de viscosidad.

Se estudiaron cambios de viscosidad en la leche con 4% de grasa por homogenización a una presión de 15 a 3500 Psi y una temperatura de 4 a 49°C en todos los casos ellos observaron un aumento que fué independiente de la temperatura pero no a las presiones; (ejemplo 7% a 1000 Psi 15% a 3500 - - Psi).

Concluyeron que las causas en los cambios de viscosidad de la leche como un resultado de la homogenización son oscuras, posiblemente independientes de los cambios en el tamaño de las partículas de grasa, sin embargo, se cree que el incremento de la viscosidad puede ser atribuido a la -- formación de complejos lípido-proteína. La leche homogenizada tiene más - cuerpo que la no homogenizada.

Apariencias y características del sabor.

El estado fino de dispersión en el que existe la fase de grasa en la leche homogenizada, nos da una mayor oportunidad tanto para la absorción - como para la reflexión de la luz incidental; por lo tanto, la leche homoge nizada es más blanca que la no homogenizada. El sabor blando característi co de la leche homogenizada representa otro resultado del estado disperso de la fase de grasa.

Los crepúsculos de grasa cubiertos con proteínas del Plasma, principalmente caseína, dan una sensación fácil, diferente a la producida por -- los componentes de la fase de leche sin grasa.

Su sabor a gis acompañada con intenso batido de la grasa y un aumento aparente de la viscosidad, se encuentra en leche homogenizada procesada a bajas temperaturas.

La homogenización nos evita el sabor oxidado, por otro lado el gusto a cartón u oxidado activado por la luz aumenta a causa de la gran sensibilidad fotoquímica de las proteínas superficiales. Por otro lado, la extensión de la superficie de los glóbulos facilita la acción de la enzima; la leche homogenizada se enrancia más fácilmente que la leche normal, al menos que el tratamiento térmico haya destruído totalmente las lipasas. La leche homogenizada es también más sensible a las enzimas digestivas y su asimilación por el organismo es más fácil.

#### FORMACION DE ESPUMA.

La capacidad mejorada de la leche homogenizada todavía no ha sido explicada adecuadamente. Algunos investigadores propusieron que la membrana de los crepúsculos de grasa podían ser responsables de la liberación de -- ciertas sustancias que provocan la formación de espuma. Sin embargo el -- plasma de la leche contiene una abundancia de componentes activos en la superficie por lo tanto no parece ser posible que un material pequeño pueda ser tan específico.

La capacidad puede ser atribuída a:

- a) Un aumento en la dispersión de la grasa.
- b) Absorción de las proteínas del plasma en la superficie interfacial grasa/plasma.

Los glóbulos pequeños pueden menearse a través de la espuma sin que haya tensión mecánica en ningún lugar. Aún más la naturaleza de la superficie absorbida es compatible con la proteína del plasma que estabiliza a la espuma.

Los crepúsculos de grasa más grandes recubiertos con proteínas y diglicéridos, junto con la grasa libre, contribuyen a la inestabilidad de -

la espuma de la leche.

#### TENSION SUPERFICIAL.

La tensión superficial es aumentada por la homogenización; se observó que aumenta mientras que aumenta la presión de homogenización debido a que se quitan las proteínas del plasma activas en la superficie por medio de una absorción en la fase de grasa.

#### TENSION DE CUAJADA.

Hay una reducción en la tensión de la cuajada; ello se debe a que los glóbulos grasos, más numerosos, constituyen puntos débiles en el seno de la cuajada y que una parte de la caseína es absorbida por estos glóbulos grasos multiplicados. La tensión se reduce en un 50% por la homogenización.

#### EFFECTO DE LA HOMOGENIZACION EN LA GRASA Y EN LA PROTEINA DE LA LECHE.

La homogenización determina modificaciones sensibles de la estructura de la leche. La membrana de los glóbulos de grasa formados por la pulverización de los glóbulos iniciales tiene una nueva estructura. Al aumentar considerablemente la superficie de los corpúsculos de la grasa después de la homogenización, los antiguos componentes de la película de los glóbulos son insuficientes para recubrir los nuevos glóbulos.

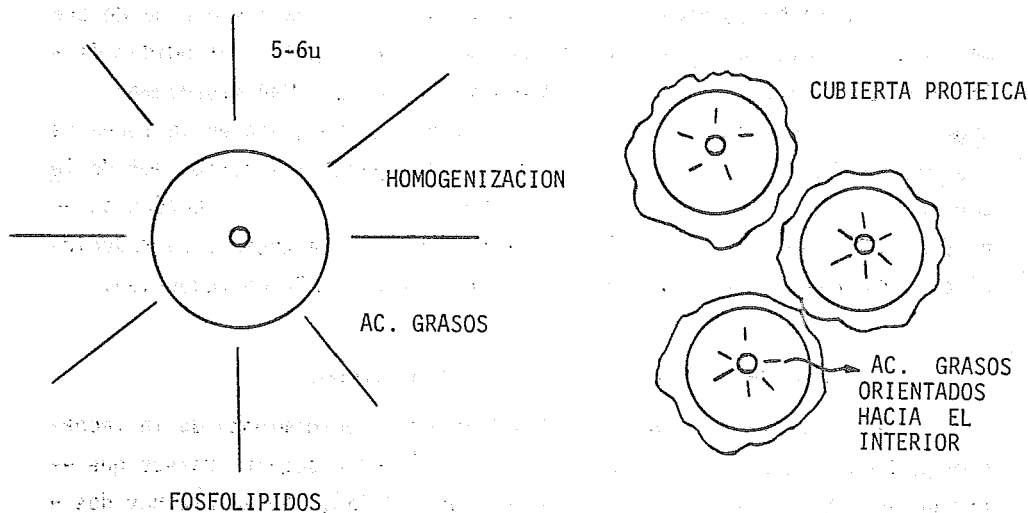
Por ello, su membrana incluye caseína y ceroproteínas. Esta modificación hace a la leche homogenizada resistente a diferentes factores ya vistos.

El efecto de la homogenización sobre los glóbulos de grasa es el siguiente:

Los glóbulos de grasa son estructuras de fosfolípidos en los cuales los ácidos grasos se encuentran orientados hacia la parte de afuera; estos glóbulos de grasa miden de 5 a 6 micras; estos ácidos grasos son muy-

sensibles a la oxidación.

Al pasar por el homogenizador, los glóbulos de grasa se dividen y dan glóbulos menores de aproximadamente una micra. Se podría pensar que al dividirse los glóbulos de grasa, aumentarían su superficie de contacto, por lo tanto, estarían más propensos a la oxidación; pero lo que pasa es que los glóbulos de grasa menores orientan sus ácidos grasos hacia adentro estando menos propensos a la oxidación. Estos ácidos grasos se recubren en su parte exterior por proteínas del plasma:



Se han desarrollado muchas teorías de la forma en que sucede la interacción lipoprotéica.

Definitivamente la más aceptada, rechaza la idea de una covalencia. Se afirma una interacción por otros grupos funcionales comunes a los componentes, tales como las cadenas de ácidos grasos no polares y cadenas similares en los aminoácidos constituyentes de la proteína. Muchos suponen -- afinaciones del tipo enzima sustrato.

## PROCESOS DE LA LECHE HOMOGENIZADA.

Selección de la leche para la homogenización. Se puede resumir diciendo que la homogenización no es un proceso que mejore la calidad de la leche, sino que cuando se usa impropriamente se puede dañar tanto el sabor como la apariencia de la leche. Por lo tanto, el primer paso para la homogenización de la leche es seleccionar una leche de alta calidad, no sólo baja en la cuenta bacteriológica, sino que también tenga buen sabor.

## CONTENIDO DE GRASA.

La leche homogenizada procesada correctamente no tiene capa de crema. Por lo tanto, el consumidor no se puede guiar en la profundidad de la capa de crema para juzgar la riqueza de la leche. Consecuentemente -- asegurarse de la presencia de ciertos porcentajes de grasa en la leche es una responsabilidad más para el productor como para el distribuidor de la leche homogenizada. Desgraciadamente algunos productores sin escrúpulos -- pueden tomar ventaja de la falta del revestimiento de crema para reducir el contenido de grasa de la leche homogenizada a un mínimo requerido.

## SECUENCIA PARA PROCESAR LA LECHE HOMOGENIZADA.

Tantas variables están asociadas con el procedimiento de la leche homogenizada que no hay ninguna rutina específica a seguir. Parece que -- hay un método "mejor" bajo todas las circunstancias. Solamente hay dos -- reglas fundamentales que debe seguir el productor al homogenizar la leche.

- a) La grasa debe estar en estado líquido en el momento de la homogenización.

Quando la leche es homogenizada con la grasa en estado sólido -- los corpúsculos grasos no se descomponen y consecuentemente -- tienden a subir.

- b) Toda la leche homogenizada debe ser pasteurizada ya sea antes o inmediatamente después del proceso.

No hay ninguna excepción a esta regla. La homogenización no es un tratamiento práctico para la leche cruda porque la rancidez se puede desarrollar en la leche cruda así procesada.

El tercer requisito es la clarificación. Muchas plantas practican la homogenización sin la clarificación. Si es absolutamente necesario depende antes que nada de la condición de la leche. Sin embargo, muchos -- productores de leche están adoptando la clarificación como una norma.

Suponiendo que la leche tenga la grasa en estado líquido, que sea pasteurizada, y para propósitos prácticos clarificada, aún hay tres variables que el productor debe considerar:

- a) La secuencia de la homogenización con respecto a otros procedimientos esenciales a seguir.
- b) Temperatura de la homogenización.
- c) Presión de la homogenización.

Secuencia de varios procesos involucrados en la homogenización.

Varios sistemas o secuencias para el procedimiento que incluye la homogenización de la leche son posibles, cada uno con un control apropiado rendirá una botella de leche homogenizada satisfactoria. Entre estas posibilidades tenemos:

- a) Clarificar, precalentar, homogenizar, pasteurizar, enfriar.
- b) Clarificar, precalentar, pasteurizar, homogenizar, enfriar.
- c) Precalentar, homogenizar, clasificar, pasteurizar, enfriar.
- d) Precalentar, clarificar, homogenizar, pasteurizar, enfriar.
- e) Precalentar, clarificar, pasteurizar, homogenizar, enfriar.

El principal problema en la secuencia del proceso de la leche homogenizada concierne en el momento que ocurre la homogenización con respecto a la pasteurización, pero el aumento de la clarificación también debe ser considerado. La clarificación puede lograrse con leche fría o caliente.

Muchos investigadores se han dado cuenta a lo que concierne la contaminación después de la pasteurización, que la homogenización después de la pasteurización es otro medio en el que se pone en contacto la leche -- pasteurizada. Sin embargo se dan cuenta de otros factores, tal como el volumen y porcentaje de la leche homogenizada y facilidades para el precalentamiento de la leche a una temperatura que se pueda homogenizar y el calentamiento de la leche para inactivar la enzima lipasa, influyen en la elección del momento en que la homogenización se debe de llevar a cabo.

Ya que la grasa debe de estar en estado líquido para una homogenización eficiente, la leche se debe de precalentar para que sea homogenizada. Más aún si la lipasa no es inactivada por el calor antes de la homogenización, la leche debe ser calentada inmediatamente después a temperaturas lo suficientemente altas para destruir esta enzima.

En relación con el efecto del tiempo de la homogenización en el sabor se dijo: "Tanto la experiencia práctica como las investigaciones del laboratorio han demostrado que se obtiene una leche de mejor sabor, con menos posibilidades de que se desarrolle un sabor oxidado, cuando el proceso de homogenización se lleve a cabo inmediatamente después de la pasteurización y a temperatura de pasteurización.

#### TEMPERATURA DE LA HOMOGENIZACION.

La leche puede ser homogenizada dentro de un alto rango de temperaturas, mientras que la temperatura sea superior al punto de derretir la grasa de mantequilla, la que es aproximadamente de 91°F. Si se va a homogenizar la leche antes de pasteurizarla, las temperaturas de 100° a 120°-- son muy peligrosas en referencia a la activación de la lipasa. Aunque la

leche pueda ser calentada lo suficiente después de la homogenización para inhibir la lipólisis, al homogenizar la leche dentro de estas temperaturas aumenta un poco la acidez graduable. Sería recomendable que la leche homogenizada antes de la pasteurización fuera calentada de 130° a 135°F o a mayores temperaturas antes de la homogenización.

Cuando se homogeniza la leche después de la pasteurización no parece haber ninguna ventaja en enfriar la leche antes de la homogenización.

La leche puede ser homogenizada tanto a temperaturas de pasteurización o a temperaturas más bajas.

#### LA PRESION DE LA HOMOGENIZACION.

Las encuestas demuestran que se usan varias presiones al homogenizar la leche, la diferencia de las presiones usadas depende del tipo de máquina usada. Sin importar la cantidad específica se debe emplear la presión suficiente para que la leche no muestre la capa de crema ni para que haya una diferencia apreciable entre la parte superior e inferior de la botella de leche después de almacenarla durante 48 horas.

Usualmente las presiones de 2000 a 2500 libras son suficientes para que la leche esté bien homogenizada; la presión exacta depende del tipo de máquina y de otros factores técnicos.

#### MAQUINAS.

Algunas máquinas han sido diseñadas para homogenizar la leche. Pueden ser clasificadas de acuerdo con la cantidad de presión desarrollada y el tipo de válvulas:

##### a) Presión.

- 1.- Ninguna (vibración sónica)
- 2.- Baja (tipo rotativo)
- 3.- Alta (tipo pistón)



b) Válvulas.

- 1.- De una o dos etapas
- 2.- De uso único o múltiple

Las válvulas, tanto las cilíndricas como las homogenizadoras, deben de estar en buenas condiciones y la máquina debe trabajar apropiadamente. Se considera que una máquina trabaja bien cuando procesa la leche a 2500 libras por pulgada cuadrada sin usar aditivos.

**CUIDADO, LIMPIEZA Y SANIDAD DE LA HOMOGENIZACION.**

Es importante un cuidado apropiado en la limpieza y sanidad del homogenizador para producir leche homogenizada de alta calidad. El homogenizador puede ser una fuente muy seria de contaminación por el número y tipo de organismos si no se tiene un cuidado extremo en la sanidad de la máquina.

Si la máquina no está muy limpia puede ser otro factor para la sedimentación.

Viendo que los primeros homogenizadores eran fuente de contaminación, se rediseñaron y ahora son completamente desmontables. De esta forma todas las partes de la máquina que están en contacto con la leche se pueden limpiar y lavar. La máquina necesita ser limpiada con mucho cuidado después de cada uso.

Con cuidado y esterilización apropiados los nuevos homogenizadores no tendrían ningún problema respecto a la sanidad, como los enfriadores, las bombas y la tubería sanitaria. Se especuló que cuando en la leche se encontraban altas cuentas bacteriológicas se podía deber al cuidado impropio del homogenizador, del pasteurizador o de ambos. El siguiente procedimiento es apropiado para el cuidado y la esterilización del homogenizador sanitario:

- a) Bombear agua fría a través del homogenizador hasta que el agua se vuelva clara.

- b) Desmontar la cabeza y lavar todas las partes en agua de cloro usada en la esterilización del equipo por la mañana (el cloro usado contenía fosfato trisódico).
- c) Poner las partes en la cremallera para escurrir y enjuagar detenidamente con agua a 170°F.
- d) Secar con aire comprimido.
- e) Montar la máquina dejando abiertas las aberturas y volver a secar la máquina con aire comprimido.
- f) Antes de usarla en la mañana hay que bombear 500 libras con -- agua clorinada (aproximadamente 20 ppm) a través de la máquina. Bombear por lo menos 10 galones de agua bajo una presión de -- 2000 libras.
- g) Enjuague con 200 litros de agua fría.

#### 5.8. ENVASADO DE LA LECHE DE CONSUMO.

La leche después de que ha sido procesada, pasa a ser envasada. El envasado debe protegerla de cualquier contaminación durante el transporte y mientras permanezca en la tienda del detallista.

Principalmente encontramos los envases de vidrio blanco que siempre se han usado y desde 1955 el envasado en recipientes desechables. La -- elección de los recipientes no depende solamente de consideraciones científicas o técnicas, sino también económicas, y de la preferencia de los -- consumidores. La botella de vidrio blanco goza todavía de la máxima aceptación, aunque en algunos países se encuentra en regresión.

La botella de vidrio blanco son cilíndricas, con un cuello interiormente liso que se une con el cuerpo por una zona ojival; el fondo es plano. Estas características facilitan su limpieza.

La botella de sección cuadrada a veces usada, presenta dificultades de desinfección a causa de los ángulos que forman sus caras.

Se cierran mediante una cápsula de aluminio, delgada y fácil de romper. Esta cápsula debe llevar obligatoriamente el nombre de la firma que realiza el embotellamiento y la fecha en que tuvo lugar. La leche embotellada no es una leche anónima para el consumidor.

Se le puede reprochar a este sistema de cierre el que no siempre consigue un taponamiento perfecto. Hay otros sistemas de cierre como el tapón corona que no se usa en México. El cierre por medio de una arandela de cartón parafinado que se introduce a presión en el cuello de la botella es poco recomendable por dar lugar a contaminaciones en el momento en que el consumidor abre la botella, al caer a la leche todo el polvo acumulado en la superficie de la arandela. Hay veces que se hacen combinaciones de ésta con la primera.

Las botellas se entregan en cestillas de plástico o metálicas.

Las botellas tienen ciertas ventajas como es inercia química, impermeabilidad a los gases e insensibilidad a la humedad. Tiene también inconvenientes graves, de los cuales el más importante, desde el punto de vista de la calidad de la leche, es la transparencia a los rayos solares. Incluso con luz difusa se observa una pérdida rápida de vitaminas C y B2 y la aparición de sabores anormales. Otro inconveniente es la gran dificultad de obtener botellas con pocos gérmenes después del lavado.

El material necesario para el embotellamiento consistente en las embotelladoras, encapsuladoras y lavadoras.

#### EMBOTELLADORAS.

El llenado de las botellas puede efectuarse según tres principios:

- a) Envasado por sifón
- b) Envasado por gravedad mediante una manga con tope
- c) Envasado por vacío.

Las envasadoras por sifón son las más simples, presentan dificultad para limpiarse y pérdidas por rebasamiento o por goteo de la leche, -

de la boca o de la manga.

Las segundas son muy buenas pero no gozan de las ventajas de las - envasadoras por vacío. Estas sólo pueden llenar botellas en perfecto estado ya que las ligeramente astilladas no se les puede hacer el vacío. -- Por otra parte, se pueden llenar las botellas casi hasta arriba y sólo -- queda un pequeño espacio lleno de aire entre la cápsula y la leche.

Por último tenemos la manipulación de las botellas, se distingue:

- a) Envasadores semiautomáticas, son cargadas y descargadas manual<sub>l</sub>mente. (700 a 1500 botellas/Hora).
- b) Embotelladoras automáticas, generalmente por tope o por vacío, el desplazamiento de las botellas es automático. (2000 a 20000 botellas/Hora).
- c) Envasadoras a mano, provistas de una o dos mangas accionadas - por una palanca o pedal. (Menos de 500 botellas/Hora).

#### ENCAPSULADORAS.

Aquí también se distinguen aparatos a mano, semiautomáticos y auto<sub>l</sub>máticos.

En los primeros tipos de máquinas, las cápsulas fabricadas se colo<sub>l</sub>can a mano sobre la boca de la botella y luego se ajustan por medio de -- una ajustadora que funciona manualmente o mecánicamente; exige extremas - precauciones de higiene.

Las tapadoras automáticas cortan y modelan las cápsulas y después - las colocan sobre la boca de la botella, ajustándola luego a las mismas.

#### RECIPIENTES DESECHABLES.

Se ha difundido rápidamente. En relación con el envasado en bote<sub>l</sub>llas, este procedimiento presenta las siguientes ventajas:

Peso reducido de los recipientes de cartón (15 a 30 gr. para un li

tro, frente a 600 ó 650 gr. de las botellas) que facilita el transporte.- Al ser envases desechables, se suprimen los gastos de devolución de los envases vacíos y de limpieza de los mismos. Finalmente, la leche está -- protegida de los rayos solares, que reducen su contenido en vitamina C.

Los problemas son con los consumidores que les gusta examinar visualmente el producto, aunque cada día tiene éste menos importancia. El precio es alto, la leche no puede ir en estos envases sin homogenizar, en cambio en los de vidrio sí se puede envasar sin homogenizar.

Los tipos de recipientes de cartón empleados para el embalaje de la leche son múltiples, se diferencian por la forma, por el mecanismo de cierre o por el modo de impermeabilización (parafinado, revestimiento con resina vinílica). Los recipientes pueden ser fabricados fuera de la lechería, a la que son entregados estériles, o fabricados en ella inmediatamente antes de ser llenados, la esterilización se hace con un baño de peróxido de H.

El sistema más difundido en los últimos años es el de Tetra-Pak.

Utiliza un embalaje tetraédrico que es confeccionado en las propias lecherías en el momento del acondicionamiento de la leche, en contacto con ella, a partir de bobinas de papel Kraft, que lleva en su cara externa el nombre de la fábrica y cuya cara interna, de polietileno, previamente fundido a 360 °C, tiene la propiedad de soldarse a alta temperatura automáticamente.

A partir de una bobina, la máquina de envasar confecciona un tubo de papel en el que entra la leche en flujo continuo.

Esta columna de la leche queda pinzada por mandíbulas calentadas a 200°C. que soldan el tubo a través de la leche según ejes ortogonales, formando así un recipiente. Se obtiene una serie de tetraedros unidos entre sí por un lado y posteriormente separados de manera automática por una guillotina. La máquina forma los recipientes en torno a la propia leche y los cierra completamente llenos, automáticamente.

El embalaje Tetra Pak pesa unos 15 gr. por litro. La velocidad de envasado es de 3600 a 4500 recipientes por hora según la capacidad. -- Una bobina de papel Kraft permite confeccionar de 5000 a 10000 envases según el volumen.

Las ventajas que presenta este procedimiento como es reducción de espacio de almacenamiento (es posible almacenar  $850 \text{ lt/ m}^2$ ) y economía de transporte. Se puede almacenar material gracias a las bobinas de papel. -- Durante su transporte pesa mucho menos que el de las botellas en la misma relación de litros, por ejemplo para 1000 litros pesa en botellas arriba de los 1000 Kg. y en tetra pak alrededor de 200 Kg.

Hay otro envase de otra forma, es paralelepípedo, el cual tiene -- ventajas de manejo sobre el anterior y que recibe el nombre de Tetra Pak Brik.

#### ENVASADO EN RECIPIENTES DE PLASTICO.

Las realizaciones son todavía recientes y muchas están aún en fase experimental. Sin embargo, ya destacan dos tipos:

- a) Utilización de una película fina que permite confeccionar en el momento del envasado saquitos de un litro, que son manipulados en un barrilito cuya adquisición se recomienda a los -- consumidores. El precio es económico. (CONASUPO).
- b) Empleo de recipientes de polietileno fabricados inmediatamente antes de ser llenados. Los recipientes tienen la forma de las botellas de vidrio. El cuello se cierra por pinzas y soldadura. El embalaje es estable y de uso económico y cómodo.

En general éstos son más baratos que los de cartón, pero no protegen, hasta ahora los existentes, como los embalajes de cartón, a la leche frente a la acción de la luz.

## DIFERENTES TIPOS DE ENVASADO DE LA LECHE

	Botellas de vidrio claro	Cartón	
		Parafinado	Plastificado
a) Cualidades del envase.			
Pérdidas de vitamina C a la luz del día difusa, en % -- del contenido inicial:			
--- en 1 hora-----	75	35	15
--- en 2 1/2 -----	100	70	26
Comportamiento en atmósfera húmeda	sin cambio	ablandamiento	
Impermeabilidad a los gases	+	-	-
Alteración por encima de -- 60°C	-	+ (fusión)	-
Rotura por congelación	+	-	-
Volumen de aire en el recipiente de 1 litro normalmente lleno, en c.c.	15	100	0
b) Peso y espacio			
Peso en g del envase de 1 - litro	650	34	19
Peso en g del envase de 1/2 litro	420	18	11
Peso del embalaje (envases y cestillos) para distribuir 1,000 l de leche, en kg.	1000		200
Litros de leche almacenados en 1 m <sup>2</sup> y 1,70 metros de altura	250		850

## CAPITULO VI

## LECHES EVAPORADA, CONDENSADA Y EN POLVO.

## A.- CONSERVACION DE LA LECHE POR CALENTAMIENTO Y DESHIDRATACION.

La conservación de la leche, mediante estas técnicas permiten una vida mayor y asimismo crear reservas de una estación a otra.

Por deshidratación parcial se obtiene la leche concentrada (condensada]. Si la deshidratación es más completa, se obtiene la leche en polvo.

## 1.- LECHE CONCENTRADAS.

Llamadas hoy en día leches condensadas. Los principios de su fabricación se deben a Appert, que lanzó la idea en 1827. Sin embargo fué - - Gail Borden quien en 1858 montó la primera gran fábrica de condensación de leche en los Estados Unidos. La nueva industria no se conoció en Europa hasta 1866, gracias a las instalaciones de Cham en Suiza. En Francia, la fabricación de leche concentrada data de comienzos de siglo.

Hasta 1884, toda la leche concentrada era azucarada. A partir de entonces, se fabricó también leche concentrada no azucarada, como resultado de los trabajos de Meyenberg.

Hoy día se distinguen dos tipos de leches concentradas.

- a) Leche concentrada ordinaria (leche condensada y evaporada), - obtenida a partir de leche entera, substituye a la leche entera en el consumo doméstico y se le encuentra a diferentes concentraciones, sobre todo a 1/2 y a 1/3 de su volumen.



- b) La leche concentrada con azúcar (leche condensada), utilizada principalmente en alimentación infantil, se obtiene a partir de la leche entera y no se esteriliza.

Las leches concentradas del comercio son de diferentes tipos:

- a.- Leche concentrada entera.  
b.- Leche concentrada descremada.

La primera, preparada con leche entera y la segunda con leche que ha sido previamente descremada o privada en parte de su materia grasa.

## 2.- COMPOSICION QUIMICA

Según Douclaux, podemos dar las siguientes cifras:

	LECHE CONDENSADA	LECHE EVAPORADA
Agua	12 a 36%	46 a 59%
Materia Grasa	7 a 19%	13 a 20%
Caseína	8 a 20%	13 a 26%
Azúcar más Lactosa	43 a 54%	12 a 18%
Sales Minerales	1.5 a 6%	2 a 3%
Extracto Seco Magro	22 a 23%	21 a 23%

## B.- SELECCION.

### 1.- PRUEBAS EN RECEPCION.

La fabricación de leches concentradas ha corrido siempre a cargo de grandes fábricas poco numerosas, exigen un material muy complicado o sea la leche debe ser cruda y de excelente calidad, la cual se selecciona cuidadosamente mediante varias pruebas, entre ellas acidez, la cual no debe rebasar los 18° D, (Grado Dornic), empleado en Francia expresa el contenido en ácido láctico, la acidez Dornic es en número de décimas de c.c. de sosa N/9 utilizada para valorar 10 c.c. de leche en presencia de fenolftaleína, (N/9 porque el ácido láctico tiene un peso molecular de 90). Es

evidente que:

1°D = 1 mg. de Ac. Láctico en 10 c.c. de leche, o sea 0.1 g/Lt.,  
ó 0.01% de Ac. Láctico.

La prueba de alcohol, también para seleccionarla, por este método indirecto, dicha prueba es una de las más fáciles de realizar; se mezclan 2 cc. de leche con 2 cc. de alcohol etílico de 68°G.L.; se aprecia floculación neta (resultado +) o ausencia de floculación (resultado -). Existe una buena correspondencia entre esta prueba y la estabilidad de la suspensión coloidal, aunque ésta depende sólo de la acidificación de la leche por bacterias. Las leches con un contenido elevado de calcio iónico o de composición anormal, especialmente las del final de la lactación, -- pueden coagular por el alcohol sin ser ácidas. Esta limitación no se refiere más que a leches de pequeñas mezclas. En realidad, la prueba se utiliza todavía mucho para la selección de las leches a su llegada a la fábrica. Puede añadirse un indicador al alcohol de pH para hacer la prueba más significativa ya que la leche mediante esta prueba no debe coagular.

Por otra parte el ensayo al fosfato debe ser satisfactorio es decir, no debe aparecer floculación cuando se añaden a 5 ml. de leche, 1 ml. de una solución de fosfato monopotásico ( $PO_4H_2K$ ) al 68.1% dejando la mezcla a ebullición durante 5 minutos.

Antes de la concentración, se somete la leche a un tratamiento térmico rápido, a 100°C o más, éste tiene una triple finalidad:

- a) Destrucción de la mayoría de microbios (Pasteurización).
- b) Destrucción de las Lipasas (para la leche concentrada con azúcar).
- c) Efecto estabilizador.

Conociendo las causas de la floculación de la caseína nativa. El gran problema de esta industria es el de asegurar la estabilidad del producto concentrado. Debe temerse la posibilidad de gelificación, sobre todo en la leche concentrada ordinaria de alto contenido de extracto seco,-

esterilizada por el método Ultra-Alta temperatura (140°C durante algunos - segundos). Estudios recientes han demostrado que una pequeña adición de - polifosfato retrasa eficazmente la gelificación; no se trata aquí de una - propiedad del Ión Ortofosfórico, ya que la adición de fosfato tiene un - efecto contrario. En el Cuadro No. 1, se pueden apreciar valores intere-- santes, referentes a la estabilidad de una leche concentrada a 36° de ex-- tracto seco (E.S.), conservada a diferentes temperaturas. La sal utiliza-- da en estas experiencias es el tetrafosfato de sodio (llamado también "Po-

CUADRO No. 1  
ESTABILIDAD DE LAS LECHEs CONCENTRADAS

Conservación		Viscosidad (centipoises)		
Temperatura	Duración (días)	Sin aditivo	Con fosfato (2)	Con polifosfato (2)
20°	0	31	19	15
	20	41	58	15
	40	66	137	16
	100	115	(gel)	17
30°	180	(gel)	(gel)	18
	20	47	62	14
	40	92	(gel)	15
	100	(gel)	(gel)	18
37°	180	(gel)	(gel)	24
	20	48	133	16
	40	(gel)	(gel)	19
	100	(gel)	(gel)	33
Tiempo de conservación práctica, en días (3)	180	(gel)	(gel)	79
	20°	45	16	
	30°	30	13	
	37°	26	10	

(1) Extracto seco final, 36%; esterilización, 138°/ 15 seg; llenado aséptico de botes.

(2) Fosfato de sodio, 0.05% y tetrafosfato de sodio, 0.05% (contenido referente a la leche original).

(3) Tiempo necesario para doblar la viscosidad.

(Según A. Leviton, M. J. Pallansch y B. H. Webb).

lifosfato cristalino"), que contiene como término medio 4.8 átomos de fósforo por cadena. Cuanto más larga es la cadena, mayor es su eficiencia; estos cuerpos no son perfectamente estables, y los que tienen una cadena corta se hidrolizan rápidamente en ácido fosfórico.

La leche concentrada azucarada, presenta problemas especiales (leche condensada). Este producto no se esteriliza como lo mencionábamos anteriormente, ya que se encuentra protegido por la fuerte porción de azúcar que contiene, sin embargo a veces albergan algunos microorganismos; dos casos se deben tomar en cuenta:

La presencia de levaduras, que fermentan el azúcar, produciendo gases que determinan un hinchamiento o bombeado de las latas en las cuales se envasa el producto.

La presencia de estafilococos resistentes a la elevada presión osmótica del medio, algunos de estos gérmenes son peligrosos, ya que provocan la formación enterotoxinas.

Estas pruebas permiten comprobar la aptitud de la leche para la concentración. El mantenimiento de la estabilidad de la caseína en la leche concentrada, depende de los iones divalentes, calcio y magnesio. Por otra parte los iones fosfato y citrato, los cuales forman con los primeros complejos indisociables que reducen los valores de calcio y magnesio, cuya presencia disminuye la estabilidad de la caseína.

## C.- AJUSTE O ESTANDARIZACION DE LA LECHE CRUDA.

### 1.- TECNICA DE ESTANDARIZACION.

Después de la selección y depuración física por filtración o centrifugación, la leche debe ser estandarizada. Esta operación consiste en regular su composición teniendo en cuenta el extracto seco y su contenido en grasa, de manera que la leche concentrada tenga una composición constante. Esta regulación se lleva a cabo añadiendo nata o leche desnatada, según que la leche cruda presente un exceso de extracto seco magro o, por el contra--

rio un exceso de materia grasa. Las cantidades de nata o de leche desnatada para añadir son las siguientes:

Si  $M$  es el peso de la leche tratada (en kilogramos)  $g$  el contenido en grasa de 1 Kg. de leche tratada (en gramos).

e El contenido en extracto seco magro de 1 Kg. de leche tratada -- (en gr.).

Así obtenemos nuestra primer relación  $R_1$ :

$$R_1 = \frac{e}{g}$$

g El contenido en grasa de 1 Kg. de leche concentrada (en gr).

E El contenido en extracto seco magro de 1 kg. de leche concentrada (en gr).

Así obtenemos nuestra segunda relación  $R_2$ :

$$R_2 = \frac{E}{G}$$

Cuando  $R_1 > R_2$  hay exceso de extracto seco magro en relación con la materia grasa en la leche tratada y por lo tanto conviene añadir nata.

Cuando  $R_1 < R_2$  hay exceso de materia grasa en relación con el extracto seco magro y por lo tanto conviene añadir leche desnatada.

Vamos a definir estas relaciones:

Primer caso:  $R_1 > R_2$

Si  $g_2$  es el contenido en grasa de 1 Kg. de nata (en gr).

Si  $e_2$  es el contenido en extracto seco desengrasado de 1 Kg. de nata (en gr).

La adición de 1 Kg. de nata estandarizada a una cantidad de extracto seco magro igual a:  $(R_2 \times g_1) - e_1$ .

Ahora bien, el exceso de extracto seco magro contenido en la masa de la leche a tratar es igual a:

$$e - (R_2 \times g) M$$

La cantidad de nata, C (en Kg), que hay que añadir a esta leche asciende pues a:

$$C = \frac{e - (R_2 \times g) M}{(R_2 \times g_1) - e_1}$$

Segundo caso:  $R_1 < R_2$

Si  $g_2$  es el contenido en grasa de 1 Kg. de leche desnatada (en gr).

Si  $e_2$  es el contenido en extracto seco magro de 1 Kg de leche desnatada (en gr).

La adición de 1 Kg. de leche desnatada <<estandarizada>> a una cantidad de materia grasa igual a:

$$\frac{e_2}{R_2} - g_2$$

Ahora bien, el exceso de materia grasa contenido en la leche a tratar es igual a:

$$\left( g - \frac{e}{R_2} \right) M$$

La cantidad de leche desnatada, L (en Kg), a añadir a esta leche - se eleva pues, a:

$$L = \frac{\left( g - \frac{e}{R} \right) M}{\frac{e_2}{R_2} - g_2}$$

#### D.- PROCEDIMIENTO DE CONCENTRACION.

##### 1.- PRINCIPIO DE LA EVAPORACION.

El objeto de la evaporación es concentrar una solución que conste - de un soluto no volátil y un disolvente volátil. En la inmensa mayoría - de las evaporaciones el disolvente es agua. La evaporación se lleva a ca- bo, vaporizando una parte del disolvente con el fin de obtener una solu- ción concentrada, con tal frecuencia se considera como una operación indi- vidual, la evaporación se diferencia del secado, en que el residuo es lí- quido, a veces muy viscoso, como en el caso de la leche condensada. Gene- ralmente, en evaporación el líquido concentrado es el producto valioso, - mientras que el vapor se condensa y se deprecia. Sin embargo, en algún - caso concreto puede ocurrir lo contrario. Así, el agua conteniendo sa- les, se somete con frecuencia a evaporación con el fin de obtener un pro- ducto libre de sólidos, para alimentación de calderas, para procesos espe- ciales o para consumo humano. Esta operación se llama comúnmente destila

ción de agua, pero desde el punto de vista técnico se llama evaporación.

El diseñador de un evaporador tiene que considerar un sin número de características, primeramente la evaporación se ve afectada por el carácter del líquido que se concentra, ésto exige criterio y experiencia en dicho diseño, y es lo que hace que esta operación constituya un arte distinto de la simple transmisión de calor.

## 2.- EVAPORACION EN EFECTO SIMPLE Y MULTIPLE.

La mayoría de los evaporadores se calientan con vapor de agua que - condensa sobre tubos metálicos. El material que se evapora circula casi - siempre por el interior de los tubos. Generalmente se utiliza vapor de - agua a baja presión, inferior a  $3 \text{ Kg}_f/\text{cm}^2$ , y el líquido hierve a un vacío moderado, superior aproximadamente a 70 mm Hg. Al disminuir la temperatura de ebullición del líquido aumenta la diferencia de temperatura entre - el vapor condensante y el líquido que hierve y, por consiguiente aumenta - la velocidad de transmisión de calor en el evaporador.

Cuando se utiliza un solo evaporador, el vapor procedente de la ebullición del líquido se condensa y se deprecia. Este método se denomina - evaporación en efecto simple y, si bien resulta sencillo, no utiliza en - cambio eficazmente el vapor. Para evaporar 1 Kg. de agua de una solución, se necesitan de 1 a 1.3 Kg. de vapor vivo. Si el vapor procedente de un - evaporador se introduce como alimentación a la caja de vapor de un segundo evaporador, y el vapor procedente de éste se lleva después a un condensador, la operación recibe el nombre de doble efecto.

El calor contenido en el vapor original se reutiliza en el segundo - efecto, y la evaporación que se consigue con 1 Kg. de vapor vivo que llega al primer efecto es aproximadamente el doble. Procediendo de la forma indicada se puede adicionar más efectos. El método general de incrementar la evaporación por Kg. de vapor vivo utilizando una serie de evaporadores entre la línea de vapor y el condensador recibe el nombre de evaporación de múltiple efecto.



### 3.- TIPOS DE EVAPORADORES.

Los principales tipos de evaporadores tubulares calentados con vapor que se utilizan en la actualidad, son:

- a) Evaporadores de tubos cortos.
- b) Evaporadores de tubos largos verticales.
  - 1. Circulación forzada.
  - 2. Flujo ascendente (película ascendente).
  - 3. Flujo descendente (película descendente).
- c) Evaporadores de película agitada.

La concentración de la leche se opera con evaporadores de múltiple efecto, debido a la economía que representa durante el proceso, además funcionan a través de un vacío parcial, esto con el objeto de rebajar la temperatura de ebullición. Este método tiene ventajas, como la de evitar modificaciones profundas en la estructura de la leche, que inevitablemente se producirían si la evaporación tuviera lugar a temperatura de 100°C. Se impide sobre todo la transformación de la lactosa y sus consecuencias sobre el aspecto y el gusto del producto acabado.

### 4.- CAPACIDAD DE EVAPORACION.

La velocidad de transmisión de calor,  $q$ , a través de la superficie de calentamiento de un evaporador, de acuerdo con la definición del coeficiente global de calor, es igual al producto de tres factores: El área de la superficie de transmisión de calor  $A$ , el coeficiente global de transmisión de calor  $U$ , y la caída global de temperatura  $\Delta T$ .

$$q = UA \Delta T$$

## 5.- COEFICIENTES DE TRANSMISION DE CALOR.

De acuerdo con la ecuación anterior, la densidad de flujo de calor y la capacidad del evaporador se modifican cuando varía la caída de temperatura y el coeficiente global de transmisión de calor. La caída de temperatura está fijada por las propiedades del vapor condensante y el líquido hirviente, y excepto por lo que respecta a la carga hidrostática, no depende de las características constructivas del evaporador. Sin embargo el coeficiente global depende grandemente del diseño y del método de operación del evaporador.

Podemos decir que la resistencia global a la transmisión de calor\* entre el vapor condensante y el líquido en ebullición, es la suma de cinco resistencias individuales: La resistencia de película del vapor condensante, la resistencia de las dos costras, una del interior y otra en el exterior de los tubos, la resistencia de la pared del tubo y la resistencia del líquido hirviente. El coeficiente global es el inverso de la resistencia global. En la mayor parte de los evaporadores, el factor ensuciamiento del vapor condensante y la resistencia de la pared del tubo son muy pequeños y generalmente se desprecian de los cálculos. En los evaporadores de película agitada la pared del tubo es bastante gruesa de forma que su resistencia representa una parte importante de la resistencia total.

### a) COEFICIENTES DE PELICULA DEL VAPOR CONDENSANTE.

El coeficiente de película del vapor condensante se caracteriza por tener un valor elevado, aún para la condensación en película. A veces se añaden promotores al vapor con el fin de conseguir la condensación en gotas y entonces el coeficiente es todavía mayor puesto que la presencia de gases no condensables reduce notablemente el coeficiente de película de vapor condensante, es preciso eliminar los no condensables de la cámara de condensación de vapor y cuando el vapor de agua condense a una presión inferior a la atmosférica, evitar que pueda haber fugas de aire hacia el interior.

### b) COEFICIENTES DE LADO LÍQUIDO.

El coeficiente del lado líquido depende en gran parte de la velocidad del líquido sobre la superficie calentada. En la mayor parte de los evaporadores y especialmente los que operan con materiales viscosos, la resistencia del lado líquido controla la velocidad global de transmisión de calor al líquido que hierve. En los evaporadores de tubos largos de circulación natural, la velocidad aumenta enormemente en las inmediaciones de la parte superior de los tubos, alcanzando valores mucho más elevados que en las unidades de tubos cortos. Por consiguiente el coeficiente del lado líquido es mayor y depende de las características del líquido, de su velocidad, del volumen de vapor desprendido y de la caída de temperatura entre la pared del tubo y el líquido hirviente.

La circulación forzada origina elevados coeficientes del lado del líquido, aún cuando se suprime la ebullición en el interior de los tubos debido a la elevada carga estática. El coeficiente del lado del líquido para un evaporador de circulación forzada se puede estimar a través de una ecuación empírica\*, para la transmisión de calor a un líquido sin ebullición, tomando el coeficiente 0.028 en vez de 0.023.

La formación de costras sobre tubos de un evaporador origina una resistencia térmica adicional equivalente al factor de ensuciamiento.

### c) COEFICIENTES GLOBALES.

Debido a la dificultad de medir los elevados coeficientes de película individuales de un evaporador, los resultados experimentales se expresan generalmente en función de los coeficientes globales. Se pueden basar sobre la caída aparente de temperatura, según se ha visto anteriormente, o mejor, sobre la caída neta de temperatura corregida para tener en cuenta la elevación del punto de ebullición, factor importante durante la preservación de la leche durante su concentración. El coeficiente global está influenciado por supuesto, por los mismos factores que afectan a los coeficientes individuales, pero si una de las resistencias (generalmente la de la película del líquido) es controlante, variaciones relativamente grandes

de las demás resistencias apenas si afectan el coeficiente global.

En el cuadro # 2, se dan valores típicos de los coeficientes globales para diferentes tipos de valores, en las condiciones habituales de operación. Así, por ejemplo un evaporador de tubos horizontales tiene coeficientes relativamente altos para líquidos movibles, pero muy bajos para materiales viscosos. Una pequeña acumulación de costras reduce los coeficientes hasta una fracción de los valores para tubos limpios. Un evaporador de película agitada da un coeficiente aparentemente bajo con un líquido de 10,000 centipoises de viscosidad, pero este coeficiente es mucho mayor que el que se obtendría con cualquier otro tipo de evaporador que opere con un material viscoso.

CUADRO No. 2

COEFICIENTES GLOBALES TIPICOS DE EVAPORADORES\*

Tipo	Coefficiente global Kcal/(m <sup>2</sup> ) (hr) (°C)
Evaporadores de tubos largos verticales:	
Circulación natural	1000-3000
Circulación forzada	2000-10000
Evaporadores de tubos cortos:	
Tubos horizontales	1000-2000
Tipo calandria	750-2500
Evaporadores de serpiente	1000-2000
Evaporadores de película agitada, líquidos newtonianos, viscosidad:	
1 centipoise	2000
100 centipoises	1500
10 000 centipoises	600

Tomado de G.G. Brown et al. Unit Operations p. 484. John Wiley & Sons, Inc.

NOTA.- La unidad de viscosidad absoluta recibe el nombre de Poise y se define como 1 g/cm-seg, esta unidad resulta demasiado grande para muchas aplicaciones prácticas, de forma que las viscosidades se expresan ge-

neralmente en centipoises; un centipoise es naturalmente igual a 1/100 poises, por ejemplo la viscosidad del agua a 20°C es igual a 1 centipoise.

En unidades inglesas, la viscosidad absoluta se expresa en Lb/Ft-seg, o en Lb/Ft-hr. Mediante los factores de conversión, la relación entre el poise y las unidades inglesas, que no tienen nombre especial son:

$$1 \text{ Poise} = 0.0672 \text{ Lb/Ft-seg} = 242 \text{ Lb/Ft-hr}$$

$$1 \text{ Centipoise} = 6.72 \times 10^{-4} \text{ Lb/Ft-seg} = 2.42 \text{ Lb/Ft-hr}$$

En los evaporadores de tubos cortos de circulación natural, el coeficiente global es sensible a la caída de temperatura y a la temperatura de ebullición de la solución. Con líquidos de baja viscosidad los coeficientes de transmisión de calor son bastante altos, del orden de 5000 a 10,000 Kcal/(m<sup>2</sup>) (Hr) (°C) para el agua. En los manuales ordinarios se pueden encontrar datos representativos.

CUADRO No. 3

CALOR ESPECIFICO A DIFERENTES TEMPERATURAS				
	0°	15°	40°	60°
Leche entera	0,92	0,94	0,93	0,92
Leche descremada	0,94	0,945	0,95	0,96
Crema con 30% de mat.grasa	0,67	0,98	0,85	0,86
Crema con 60% de mat.grasa	0,56	1,05	0,72	0,74
Mantequilla	0,51	0,53	0,56	0,58
Lactosuero	0,98	0,976	0,974	0,97

(1) Según Eckles, Combs y Macy.

#### d) ELECCION DE UN EVAPORADOR PARA LA INDUSTRIA LECHERA.

En resumen, la elección de una instalación de evaporación debe considerar los siguientes factores (TSCHIERET):

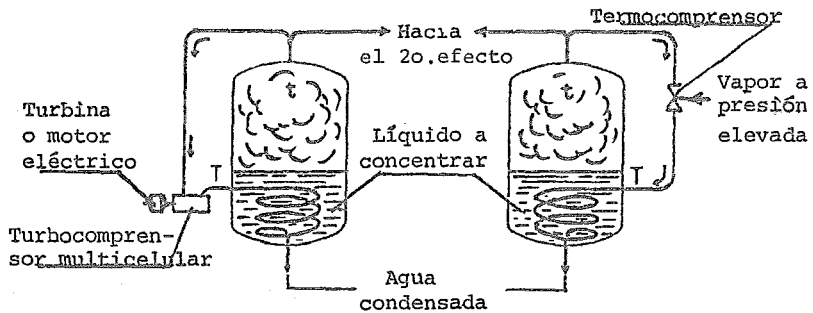
1. Preservación de la calidad de la leche por reducción al máximo - del tiempo de calentamiento (menos de un minuto) y por el empleo de acero inoxidable en todo el circuito;
2. Capacidad reducida del circuito que evita las pérdidas durante - la limpieza y el desmontado;
3. Funcionamiento estable, conseguido mediante dispositivos simples de regulación y control;
4. Mantenimiento por circulación de una solución detergente;
5. Desmontado fácil con el fin de verificar periódicamente la eficacia de limpieza;
6. Facilidad de instalación;
7. Posibilidad de ampliar instalación.

Por otra parte podríamos mencionar las bombas de alimentación y de extracción, las cuales deben mantener el ajuste necesario, especialmente - las que funcionan al vacío. Tienen que impedir la más mínima entrada de - aire en la instalación, con objeto de que no se produzcan alteraciones como obscurecimientos, contaminación o fenómenos intempestivos.

#### 6.- TURBOCOMPRESION Y EVAPORACION "POR EL FRIO".

El turbocompresor (figura siguiente) se utiliza poco en las indus--trias lácteas debido a que es un aparato de alto costo. Una instalación - en simple efecto, equipada con este material, alcanza por lo general un --precio doble al de una instalación clásica de la misma capacidad. En efecto, el valor de agua ocupa a baja temperatura un volumen específico muy - elevado a causa de su débil presión. Por ello, el compresor tiene que ser de grandes dimensiones y trabajar a gran velocidad; estas dos condiciones-

son la causa de su elevado precio.

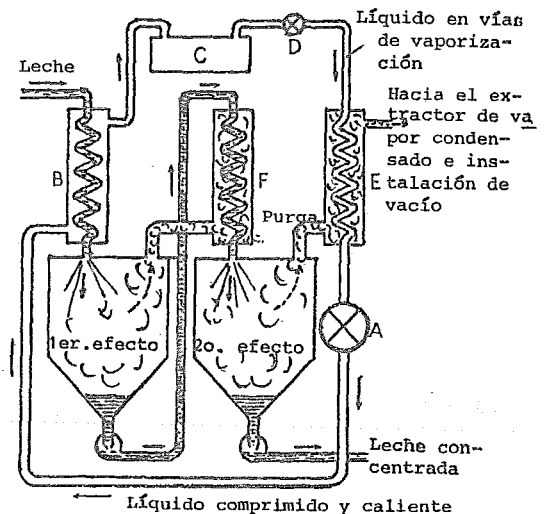


Principio de la evaporación por turbocompresión y termocompresión.  $t$ , Temperatura de ebullición.  $T$ , Temperatura del vapor comprimido.

Por el contrario, si se toma como vehículo térmico un fluido que presente a baja temperatura una presión de vapor más elevada que la del agua, como el amoníaco o el freón, es posible utilizar un compresor de menores dimensiones y por lo tanto, más barato. En esto consiste la llamada evaporación por el frío. La instalación en simple o en múltiple efecto, es similar a las instalaciones alimentadas por vapor de agua.

- A, Compresor
- B, Condensador
- C, Cámara acumuladora
- D, Válvula de expansión
- E, Evaporador
- F, Calentador alimentado por el vapor salido del primer efecto

Esquema del funcionamiento de una instalación doble efecto de concentración por el frío.



Sin embargo esta última es reemplazada por un fluido frigorígeno -- (amoniaco, freón, etc.) impulsado por un circuito con ayuda de un compresor.

Los vapores comprimidos del fluido frigorígeno abastecen el exterior de los tubos del haz tubular del evaporador mientras que la leche se desliza en capa fina por el interior de los tubos. El agua de la leche se evapora a una temperatura muy baja entre 10 y 50°C, ya que su calor de evaporización es sensiblemente igual al calor latente del fluido frigorígeno que se condensa de manera simultánea en el exterior de los tubos. El fluido condensado se envía entonces al evaporador del circuito frigorífico, -- quien a su vez es alimentado por el vapor de agua procedente de la concentración de la leche. El fluido se evapora en una temperatura comprendida entre 0 y 30°C, creando así la fuente de frío necesaria para condensar los vapores que escapan de la leche concentrada. El fluido vaporizado es aspirado por el compresor, quien lo manda de nuevo al cuerpo del haz de evaporación, con lo que se cierra el circuito frigorífico. Evidentemente para que esta instalación funcione, es necesario situarla bajo un vacío suficiente para que la leche se evapore a las bajas temperaturas antes mencionadas. Este vacío por lo general se realiza mediante dos o tres eyectores dispuestos en serie, con condensadores intermedios.

La instalación pues, requiere sólo una pequeña cantidad de vapor -- que se emplea en hacer los eyectores. Los gastos de explotación se reducen así considerablemente y la calidad de la leche concentrada muy alta, a causa de la baja temperatura a que tiene lugar la evaporación.

## 7.- TERMOCOMPRESION.

En las industrias lácteas se utiliza con mucha frecuencia el termocompresor como bomba de calor. La revalorización del vapor procedente del evaporador se lleva a cabo por una inyección de vapor vivo a través de una tobera que permite la respiración y posteriormente la suelta y hay calentamiento del vapor procedente del líquido a concentrar. La operación se realiza en un eyector convergente que permite utilizar la energía liberada --



por la expansión del vapor vivo para comprimir y calentar los vapores que proceden del evaporador.

Al elegir las características de un termocompresor, hay que tener en cuenta las características de éste, en principio no se trata de calentar mucho vapor, para evitar la formación de costras en la superficie y disminuir la diferencia entre la temperatura de la leche y la del fluido calentador en el curso de la evaporación. Sin embargo hay que considerar que una diferencia demasiado pequeña entre la temperatura de la leche y la del fluido calentador exige aumentar la extensión de la superficie de calentamiento y eleva por lo tanto el costo de la instalación.

#### E.- PROCESO DE LECHE CONCENTRADA AZUCARADA (CONDENSADA).

Al adicionar azúcar a la leche para producir su concentración se garantiza la conservación del producto sin necesidad de esterilizarlo. El azúcar crea un medio de presión osmótica muy elevado el cual impide el desarrollo de microorganismos. La leche condensada constituye pues, una verdadera confitura de leche. A continuación mencionaremos algunos aspectos más importantes de su preparación:

La leche seleccionada, depurada y estandarizada, sufre una pasteurización o precalentamiento a 105-110°C durante unos segundos. Esta operación tiene por objeto:

1. Inactivar las enzimas como las lipasas que podrían dar lugar a la aparición de un gusto a rancio;
2. Eliminar la mayor parte de la flora bacteriana de la leche.
3. Facilitar la disolución del azúcar añadido antes del paso al evaporador.
4. Alimentar el evaporador con leche ya caliente.
5. Evitar el espesamiento del producto y la precipitación del citrato cálcico acompañado de fosfato de calcio y de magnesio, en los botes durante su almacenamiento.

Seguida de la pasteurización, la leche pasa a los depósitos en que se procede a su edulcoración por adición de un jarabe estéril con aproximadamente un 70% de sacarosa. El peso exacto del azúcar que hay que añadir es fácil de determinar. En efecto, si  $K$  es la relación azúcar/grasa de la leche concentrada que se quiere obtener y  $G$  la cantidad total de grasa contenida en el volumen de leche estandarizada a tratar, el peso del azúcar que hay que añadir:  $S = KxG$ . Habitualmente se añade, según esta fórmula, una cantidad próxima a los 17 Kg. por cada 100 l. de leche.

Ya que la leche ha sido azucarada, entra en el evaporador y la concentración se efectúa a una temperatura comprendida entre los 48 y los 53°C a una presión de alrededor de 70mm de Hg. Se recomienda no pasar de los 55°C para evitar la alteración de los azúcares y al incremento de la viscosidad de la leche. La duración de la operación es extremadamente variable, según el tipo de instalación en el cual se lleve a cabo este proceso. Algunos aparatos modernos son capaces de evaporar varios miles de litros por hora. El grado de concentración buscado está comprendido entre 2'5 y 2'6. A la salida del evaporador, la leche cuya densidad está próxima a 1'3, debe ser enfriada con el fin de evitar que dicho calor espese demasiado el producto y acentúe un color pardo. Esta es la fase más delicada de la operación debido a que hay que evitar a toda costa la obtención de una leche arenosa que no es aceptada por el consumidor. En efecto, después de la concentración, la lactosa se encuentra en la leche en solución sobresaturada (el agua de la leche concentrada contiene alrededor de un 40% de lactosa). En el curso de enfriamiento, el estado de sobresaturación cesa y cristaliza el azúcar. Si la operación se lleva a cabo lentamente se forman sólo unos pocos cristales, entre 40 y 50°C; estos cristales crecen luego a medida que avanza el enfriamiento. Finalmente se obtienen cristales muy gruesos de lactosa que confieren a la leche su textura arenosa.

Para evitar este fenómeno, hay que orientar la cristalización hacia la obtención de una gran cantidad de pequeños cristales que pasan desapercibidos en el producto acabado. Para ello, deben alcanzar un número de 300,000 por milímetro cúbico de leche. Este resultado se obtiene refrigerando bruscamente hasta los 30-32°C la leche a la salida del evaporador. A

esa temperatura, la velocidad de cristalización es la máxima porque la viscosidad del producto no es suficiente para retrasar dicho fenómeno, como ocurre cuando se enfría por debajo de 30°C. Por otra parte, la cristalización se acelera añadiendo lactosa anhidra (150 a 200 g. por 1.000 Kg) o leche procedente de una fabricación anterior.

La refrigeración y la cristalización se efectúan en cubas de doble pared recorridas por una corriente de agua fría y provistas de un agitador que mueve la leche para favorecer la diseminación de los cristales de lactosa anhidra y acelerar los intercambios calóricos.

Después de haber mantenido la leche durante 20 ó 25 minutos a la temperatura de 30°C, se prosigue lentamente el enfriamiento hasta unos 15°C. En el curso de estas operaciones no hay que temer la cristalización de la sacarosa, ya que ésta nunca se halla en solución sobresaturada.

La leche condensada, una vez refrigerada, es automáticamente envasada en botes cilíndricos de 400 g. de peso neto. Desde hace algunos años, esta leche se lanza también al mercado en botes de 175 ó 330 g. de peso neto. En el extranjero se acondiciona la leche en bidones para el transporte a larga distancia.

Es conveniente almacenar los botes o latas a una temperatura inferior a 10°C con el fin de evitar el aumento de la viscosidad.

La leche condensada puede presentar defectos y sufrir alteraciones.

Independientemente de la textura arenosa, aparece el problema del espesamiento, que puede ser de orden físico-químico, originado probablemente por una modificación de los prótidos, o de orden microbiano, debido a contaminaciones después del tratamiento térmico. En este último caso, se desencadenan fermentaciones que generalmente determinan un incremento de la acidez (acidez normal después de la reconstitución: 18°D) y el desprendimiento de olores desagradables. Estas fermentaciones son provocadas por gérmenes, levaduras o bacterias, capaces de desarrollarse en el medio a pesar del elevado contenido de azúcar y que, ordinariamente son destruidos por la pasteurización previa. Las alteraciones microbianas se acompañan -

frecuentemente de un aumento del volumen y los botes o latas aparecen con hinchamientos.

Se ha insistido anteriormente en que la leche condensada no es estéril. El desarrollo de ciertos gérmenes como los micrococos no está frenado por la presión osmótica que reina en las latas o botes. Por ello, podemos encontrar en el producto terminado micrococos piógenos que son accidentalmente aportados durante el proceso de manufactura. La leche condensada debe someterse por tanto a rigurosas condiciones de higiene, especialmente a nivel personal de trabajo.

#### F. PROCESO DE LECHE CONCENTRADA ESTERIL (EVAPORADA).

Al hablar de esta leche nos encontramos que contiene una menor concentración que la anterior, ya que solamente se le ha eliminado alrededor de un 45% del agua. Para garantizar la estabilización definitiva del producto durante el proceso es necesario esterilizarlo después del envasado, de la misma forma que se hace con algunas frutas o legumbres.

La leche normalizada es, en primer lugar, pasteurizada a alta temperatura durante unos segundos. No sólo se destruyen así la mayoría de los microorganismos y de las enzimas, sino que también se evita la coagulación de la leche concentrada, en los botes, durante el curso de la esterilización. Se alcanzan corrientemente temperaturas de pasteurización próximas a 105 y 110°C y, en ciertos casos, de 120 y 130°C. Estas temperaturas se mantienen durante 30 seg. Se desconoce el mecanismo exacto de actuación del precalentamiento, pero se debe a que los equilibrios físicoquímicos y minerales de la leche desempeñan un papel esencial. En particular, señala remos de nuevo que los citratos y los fosfatos de calcio y de magnesio no precipitan en la leche concentrada. Por otra parte, parece que la estabilización de la emulsión de grasa se ve favorecida por este proceso.

La leche es seguidamente evaporada hasta que su densidad alcance -- 1'15. Después se homogeniza para que la materia grasa no se separe durante el almacenamiento. Esta operación provoca la pulverización de las mice

Las de los prótidos parcialmente coagulados en el curso del precalentamiento, lo que se traduce en un incremento de la viscosidad de la leche que adquiere una consistencia untuosa. También la digestibilidad del producto - es mayor una vez homogenizada.

A la salida del homogenizador, la leche es dirigida a un refrigerador, preferiblemente resguardada del aire, para evitar contaminaciones. -- Hay que alcanzar una temperatura de 1 a 80°C para impedir el desarrollo microbiano ya que el producto no es estéril. La refrigeración debe ser rápida, no siendo de temer la cristalización de la lactosa para existir agua - suficiente.

Cuando se parte de una leche cruda de mediana calidad, se añaden en el curso de la esterilización sales estabilizadoras en bajas dosis, tales como citrato o fosfato sódico con objeto de modificar el equilibrio salino y aumentar su capacidad tampón.

La leche concentrada no azucarada es envasada automáticamente en botes cilíndricos de una capacidad de 410g ó de 170g. Conviene hacer circular estos botes por un baño de agua a 80°C para poder eliminar aquellos -- que no estén herméticamente cerrados, detectándolos por burbujas que salen de los mismos.

La esterilización se realiza en autoclaves calentados por vapor. -- Los intercambios calóricos tienen lugar de este modo, a mayor velocidad y basta con un calentamiento a 115°C durante 20 minutos.

El enfriamiento final se efectúa en tanques de agua fría o, más sen- cillamente, en las mismas autoclaves que se llenan de agua después de haber expulsado el vapor de calentamiento. Se recomienda rebajar la temperatura a 20°C en 15 minutos.

La esterilización y la refrigeración puede efectuarse también en esterilizadores continuos del tipo de las torres de esterilización.

Cuando después del llenado, no se retiran los botes no herméticos, - como hemos indicado antes, se deben someter el conjunto de la fabricación-

a una incubación durante dos o tres semanas a 25-27°C con objeto de descubrir aquellos botes en los que ha habido fermentación. Se reconocen no sólo porque se abomban por el fondo, sino también por el ruido característico que hace la leche coagulada cuando se agita el bote.

Entre los defectos de fabricación citaremos las leches concentradas batidas en las que la homogenización no ha sido correcta y las leches más o menos coaguladas, que aparecen si la agitación durante el tratamiento -- térmico ha sido insuficiente, o si la corrección del equilibrio salino por medio de las sales estabilizadoras no se realizan de manera adecuada.

Las alteraciones se deben siempre al crecimiento microbiano que origina la acidificación y facilita el cuajado de la misma (una leche normal no supera los 40°D) así como el abombamiento, característico cuando la proliferación de los gérmenes contaminantes se acompañan de desprendimientos de gas.

Se recomienda que el almacenamiento de la leche concentrada estéril se efectúe en un local a baja temperatura (inferior a 15°C).

#### 1.- VALOR Y UTILIZACION DE LAS LECHES CONCENTRADAS.

Las leches concentradas constituyen un excelente alimento. Cuando el proceso de fabricación es normal, al abrigo del aire, subsiste una notable proporción de vitaminas (siguiente figura). Por otra parte, su empleo resulta muy cómodo. Hay que hacer notar sin embargo, que la leche concentrada estéril se altera rápidamente una vez abierto el bote.

En las mismas condiciones la leche condensada se conserva mucho más debido a la fuerte porción de azúcar añadida en su elaboración.

En los últimos años ha aumentado mundialmente el consumo de leches concentradas. Son muy utilizadas para dar alimentación infantil.

CUADRO No. 4

COMPOSICIÓN VITAMÍNICA DE LA LECHE (A)

por 100 g.

(Los números entre paréntesis indican las pérdidas en tanto por ciento (b))

	Leche de vaca no descremada						En polvo (Pulv.)	Humana
	Cruda	Pasteurizada (c) HTST			sin azúcar	con azúcar		
			en botellas	UHT (d)				
Vitamina A, U. I. (e) (actividad total)	150	150	150	150	375	375	1,150	160
Vitamina D, U. I.	2	2	2	2	5	5	15	1,5
Vitamina E, g	80							500
Tiamina (B <sub>1</sub> ), g	45	42 (7)	30 (35)	42 (7)	67 (40)	103 (10)	310 (10)	15
Riboflavina (B <sub>2</sub> ), g	150	150	150	150	375	375	1.150	40
Acido pantoténico, g	350	350	350	350	875	875	2.700	200
Acido nicotínico (PP), g.	100	100	100	100	250	250	760	170
Biotina, g	1,5	1,5	1,5	1,5	3,4(10)	3,4(10)	10 (10)	0,4
Vitamina B <sub>5</sub> , g	35	35	18 (50)	35	35 (60)	88	265	10
Vitamina B <sub>12</sub> , g	0,3	0,3	(90 a 100)	0,24(20)	0,10 (90)	0,53 (30)	1,6 (30)	0,1
Vitamina C, g	2.000	1.800(10)	1.000.(50)	1.800 (10)	2000 (60)	4,300 (15)	13.000 (20)	4.000

(a) Según S. K. Kon (excepto la leche humana la vitamina E).

(b) Pérdidas durante el tratamiento, sin tener en cuenta el eventual efecto de la luz durante la conservación

(c) 72°, 15 segundos

(d) 130-140° durante menos de un segundo

(e) U. I.: unidad internacional; para la vitamina A, 1 U.I. corresponde a 0,3 g de axeroftol o 0,6 g de caroteno; para la vitamina D, 1 U.I. = 0,025 g.

(f) Nivel de concentración x 2,5.

### G.- LECHE EN POLVO.

La fabricación de leche deshidratada o leche en polvo, fué intentada por primera vez en Parmentier en 1805, pero fué Grunwald en 1855 quien realizó los primeros ensayos industriales. Sin embargo, hubo que esperar a los primeros años del siglo XX para que se instalara en los diversos países, especialmente en Estados Unidos, una poderosa industria de la leche en polvo. La guerra de 1939 favoreció considerablemente su desarrollo y las entregas de leche en polvo norteamericana paliaron la gran penuria de productos lácteos que afectó a Europa en los años siguientes al final de las hostilidades.

La leche en polvo presenta un interés considerable porque permite el almacenamiento y el transporte económico de grandes cantidades de extracto seco de la leche. Puede constituir un elemento esencial en la política comercial de este producto al descongestionar el mercado mediante la exportación a países que no cuentan con suficientes recursos lecheros.

Se distinguen muchas categorías de leche en polvo: Leche en polvo entera, semi-descremada y descremada. La presencia de grasa incrementa seriamente las dificultades de fabricación a causa del peligro de oxidación y enranciamiento durante su conservación.

El problema dominante de la leche en polvo es el de la solubilidad del producto acabado. En efecto, es necesario que la leche en el curso de su desecación, no sufra modificaciones profundas que impiden su disolución total en agua cuando se reconstruye la leche inicial.

Su fabricación requiere leches de buena calidad, no ácidas. Después de la depuración física, la mezcla es normalizada para que la composición del producto acabado responda exactamente a las características indicadas en los embalajes. El orden de operaciones necesarias varía según el método de fabricación.



CUADRO No. 5

## COMPOSICION DE LAS LECHES EN POLVO EN %

	Agua	Grasa	Extracto seco no graso
Descremada y fabricada por nebulización	4-5	1-1'5	94-95
Al 26% fabricada por nebulización	2-5	26	70-72

## 1.- PROCEDIMIENTOS DE DESHIDRATACION.

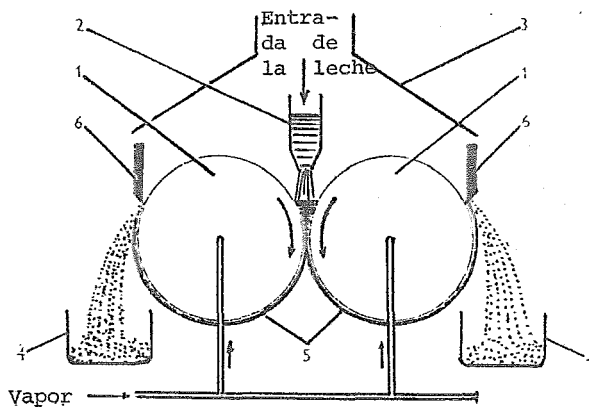
Estos procedimientos pueden clasificarse en dos grupos:

- . Método de los cilindros, cuyo tipo es el procedimiento JUST-HATMAKER.
  - . Método de nebulización o Spray.
  - . Secado por pulverización de espuma de leche.
- a) Procedimiento de Just-Hatmaker.- El aparato de deshidratación - lleva dos cilindros muy próximos entre sí calentados interiormente por vapor (130-150°C) que giran lentamente en sentido inverso. La leche cae entre los dos cilindros y se reparte uniformemente por sus superficies. La desecación es muy rápida y la leche forma una película que desprende una cuchilla por raspado. El vapor de agua es aspirado por una campana situada encima de los cilindros (figura siguiente).

Este aparato presenta diversas variantes, principalmente en lo que respecta al número de cilindros y al sistema de alimentación de los mismos con la leche. Sin embargo, el tratamiento térmico excesivo al que se somete la leche modifica la estructura físicoquímica de la misma, lo que hace que se prefiera para obtener leche en polvo de calidad, el procedimiento de la nebulización o spray Drying. Los aparatos de cilindros todavía rin-

den grandes servicios en la preparación de ciertas leches en polvo destinadas a usos industriales o la alimentación del ganado. Permiten desecar de 300 a 1,500 litros de leche por hora, con un consumo de 1 ó 1.2 kg. de carbón por kilogramo de leche en polvo producida.

1. Cilindro calefactor
2. Mecanismo distribuidor de la leche
3. Chimenea
4. Artesa para la recuperación de la leche en polvo.
5. Película de leche en polvo.
6. Cuchilla.

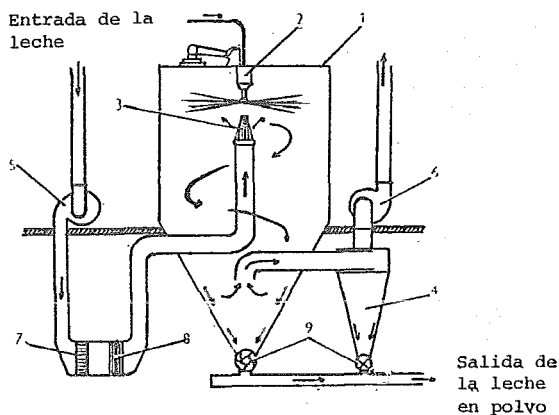


Principio de la fabricación de leche en polvo por el método de los cilindros (Just-Hatmaker).

b).- Método de la nebulización o atomización o Spray Drying.

Consiste en pulverizar muy finamente la leche hasta que forme una niebla en el interior de una vasta cámara barrida por una corriente de aire caliente (siguiente figura).

1. Cámara de deshidratación
2. Atomizador
3. Distribuidor de aire caliente
4. Ciclón que permite recuperar el polvo arrastrado por el aire
5. Ventilador
6. Aspirador
7. Filtro
8. Calorífero
9. Distribuidores.



Esquema de una instalación de leche en polvo por nebulización (Niro).

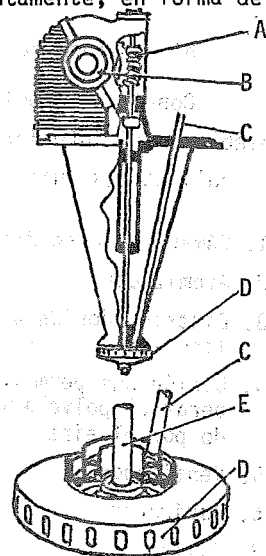
La cámara o torre de secado adopta comúnmente una gran forma cilíndrica o cilindro-cónica. Debe estar calorifugada y dotada de ventanas de vidrio para vigilar el trabajo, así como de una puerta para entrar a efectuar la limpieza.

El dispositivo de pulverización, generalmente está situado en la parte superior de la torre. Puede estar concebido según alguno de los tres principios siguientes:

- a) La leche es enviada a gran presión a través de una cabeza provista de finos orificios.
- b) La leche es proyectada a la cámara por un chorro de aire comprimido.
- c) La leche es dirigida a una turbina horizontal que gira a gran velocidad hasta (20,000 vueltas por minuto). Bajo el efecto de una fuerza centrífuga es proyectada violentamente, en forma de niebla, dentro de la torre

- A) Mecanismos de arrastre del árbol de la turbina.
- B) Polea de arrastre unida al motor
- C) Tobera de alimentación de la turbina
- D) Turbina de atomización en cuya periferia se distinguen los orificios de salida de la leche atomizada.
- E) Arbol de arrastre de la turbina (6,000 a 24,000 r.p.m.).

Dispositivo de pulverización de leche por turbina (Atomizador Niro).



Por la cámara circula una corriente de aire filtrado, a una temperatura próxima a los 150°C. Esta corriente pasa cerca del dispositivo de pulve-

rización de la leche. Está animada de un movimiento turbulento que facilita el descenso del polvo a la base de la cámara, por cuyo orificio de salida es aspirada una mezcla de aire y polvo. Esta mezcla pasa a un separador tipo ciclón donde decanta la leche en polvo que es recogida en la parte inferior.

Desde el punto de vista técnico el procedimiento de nebulización o secado por aspersión es muy superior al de los cilindros, ya que consigue una leche en polvo estructuralmente poco modificada. En efecto dada la extrema finura de las gotitas pulverizadas en la cámara, la desecación es muy rápida y el calentamiento de la leche es limitado por la vaporización casi instantánea del agua.

Desgraciadamente, el procedimiento es muy costoso. El consumo de carbón es al menos doble que en el procedimiento de los cilindros. Por otra parte las instalaciones son muy complicadas; las mayores permiten secar 20,000 litros de leche por hora.

Señalaremos por último, el empleo de leche en polvo en la fabricación de quesos y algunas leches fermentadas.

C).- METODO DE SECADO. Por pulverización de espuma de leche (Foam Spray).

Los métodos anteriores que provocan una desecación rápida a alta temperatura, dan un polvo en el que la lactosa se encuentra en estado amorfo. Se sabe que las formas cristalinas de la lactosa son inestables en el aire húmedo; su higroscopicidad es responsable de la modificación del estado físico de las proteínas, que tiene como consecuencia una deficiente dispersión en el agua. Puede mejorarse la calidad del polvo "Spray" humedeciéndolo de nuevo ligeramente (de 5 a 20% de agua según los procedimientos) y secándolo otra vez, de tal manera se obtiene un polvo que posee tres características nuevas:

- Elevado diámetro medio de las partículas (más de 100 micras);

- Considerable disminución de la densidad; alrededor de la mitad (la densidad del producto pasa de 65-75 a 35-40 g. para un volumen de .100 cc.);
- Estabilidad de la lactosa en estado hidratado.

Para la obtención de este producto, que lleva el nombre de "polvo instantáneo", se han construido aparatos especiales ("Instantizers"). El tratamiento de los polvos tipo Hatmaker da resultados irregulares, ya que su insolubilidad deriva principalmente de una modificación profunda de las proteínas.

Los técnicos han intentado obtener directamente un polvo "instantáneo" evitando el costoso tratamiento doble. Un nuevo procedimiento consiste en hacer cristalizar una gran parte de la lactosa en la leche concentrada a 1/4, manteniéndola a 12°C tras siembra con cristales; la desecación se realiza entonces a una temperatura insuficiente para provocar la deshidratación de la lactosa alfa cristalizada.

El "Foam-spray drying process" (secado por pulverización de espuma de leche), que ha puesto a punto el "Agriculture Research Service" americano, presenta grandes ventajas; consiste esencialmente en inyectar un gas en la leche concentrada, de forma que se produzca una mezcla finamente dispersada que se pulveriza en la cámara de desecación; el pase al estado seco es extremadamente rápido, a causa de la gran superficie de las partículas expuestas al aire caliente.

Este nuevo método produce un polvo formado por partículas "hinchadas" y por lo tanto, ligeras, que se dispersan rápidamente en el agua, como un polvo instantáneo. Se aplica a la leche descremada pero se encuentra también en experimentación para la leche entera, y es muy conveniente para secar los sueros ácidos procedentes de quesería que son difíciles de tratar por los métodos antiguos.

## 2.- PROCESO DE LECHE EN POLVO ENTERA POR NEBULIZACION O SECADO POR ASPERSION.

Después de la selección (acidez inferior a 20°D), depuración centrifuga y normalización, la leche se pasteuriza durante unos instantes a 110-130°C con objeto de destruir la mayor parte de los gérmenes, así como las lipasas y ciertas oxidasas termorresistentes. Esta operación favorece también la liberación a partir de las proteínas, de derivados sulfhidrilo -- que actúan como antioxidantes y protegen las grasas del polvo durante su almacenamiento. Los aparatos U.H.T. son apropiados para este efecto.

La leche pasteurizada es seguidamente concentrada hasta un 30-40% de extracto seco total. Esta operación presenta dos ventajas:

- economía de calor en la deshidratación por reducción del líquido que se necesita pulverizar;
- granulación óptima del polvo.

Esta última preocupación impone el grado de concentración buscado. - En efecto cuanto más espesa es la leche, mayores son las partículas de polvo. Una leche demasiado fluida origina un polvo ligero de granulación muy fina. El volumen de aire retenido entre el polvo está en función del grosor de las partículas y por tanto, un producto demasiado ligero y es más fácil que se altere por oxidación que otro de partículas más gruesas. Por otra parte, ocupa un gran volumen que dificulta las operaciones.

Sin embargo, no hay que exagerar la concentración. Se corre el riesgo de fabricar un polvo demasiado pesado que se aglomere fácilmente y retrase así el proceso de refrigeración, con lo que aparece una coloración oscura y un gusto a cocido lo que baja la palatabilidad del producto. El diámetro óptimo de las partículas se estima que debe oscilar entre 75 y -- 150  $\mu$ .

La leche concentrada se dirige por último, a la torre de deshidratación. El polvo obtenido es tamizado y luego acondicionado en botes, en sacos, en bidones o en recipientes metálicos.

A partir de 100 litros de leche con 31 gramos de grasa por litro, se obtienen de 12 a 12.5 kg. de polvo con un 26% de grasa. Si se trabaja con leche descremada, se obtienen de 9 a 9.7 kg. de polvo sin grasa por cada -- 100 litros de leche.

El embalaje y la conservación del polvo plantean difíciles problemas. El peligro de enranciamiento subsiste a pesar de la pasteurización a alta-temperatura. Por otra parte, la autooxidación de la grasa puede producirse bajo la influencia de ciertos factores: luz, calor, acidez, presencia de metales catalizadores (hierro y sobre todo cobre) y presencia de oxígeno en el polvo. Este último es el más importante y hoy se ha generalizado el envasado en una atmósfera de nitrógeno o de gas carbónico. La propor-- ción de oxígeno restante debe ser inferior a  $0.02 \text{ cm}^3$  por gramo de polvo.- El producto puede conservarse dos o tres años sin sufrir alteraciones de - importancia. En Alemania se ha preconizado la compresión del polvo en bloques, con lo que se eliminan en gran medida la humedad y el oxígeno. Final-mente, los anglosajones se inclinan por la adición al polvo de produc-- tos antioxidantes, tales como ácido ascórbico y concentrados de aceite de germen de trigo ricos en tocoferol.

### 3.- VALOR Y UTILIZACION DE LA LECHE EN POLVO.

Las características de la leche en polvo varían según el modo de fa-bricación. Cuando se utiliza el procedimiento de los cilindros, se obtiene un polvo que al examen microscópico demuestra que está constituida por pequeñas partículas irregulares, casi desprovistas por completo de atmósfe-ra interna, en las que la lactosa se halla cristalizada y la grasa en esta-do libre a causa de la profunda alteración de los glóbulos primitivos. Es-te polvo es muy pocas veces totalmente soluble y en la superficie de la le-che reconstituída con adición de agua, aparecen frecuentemente aglomeracio-nes de grasa desemulsionada.

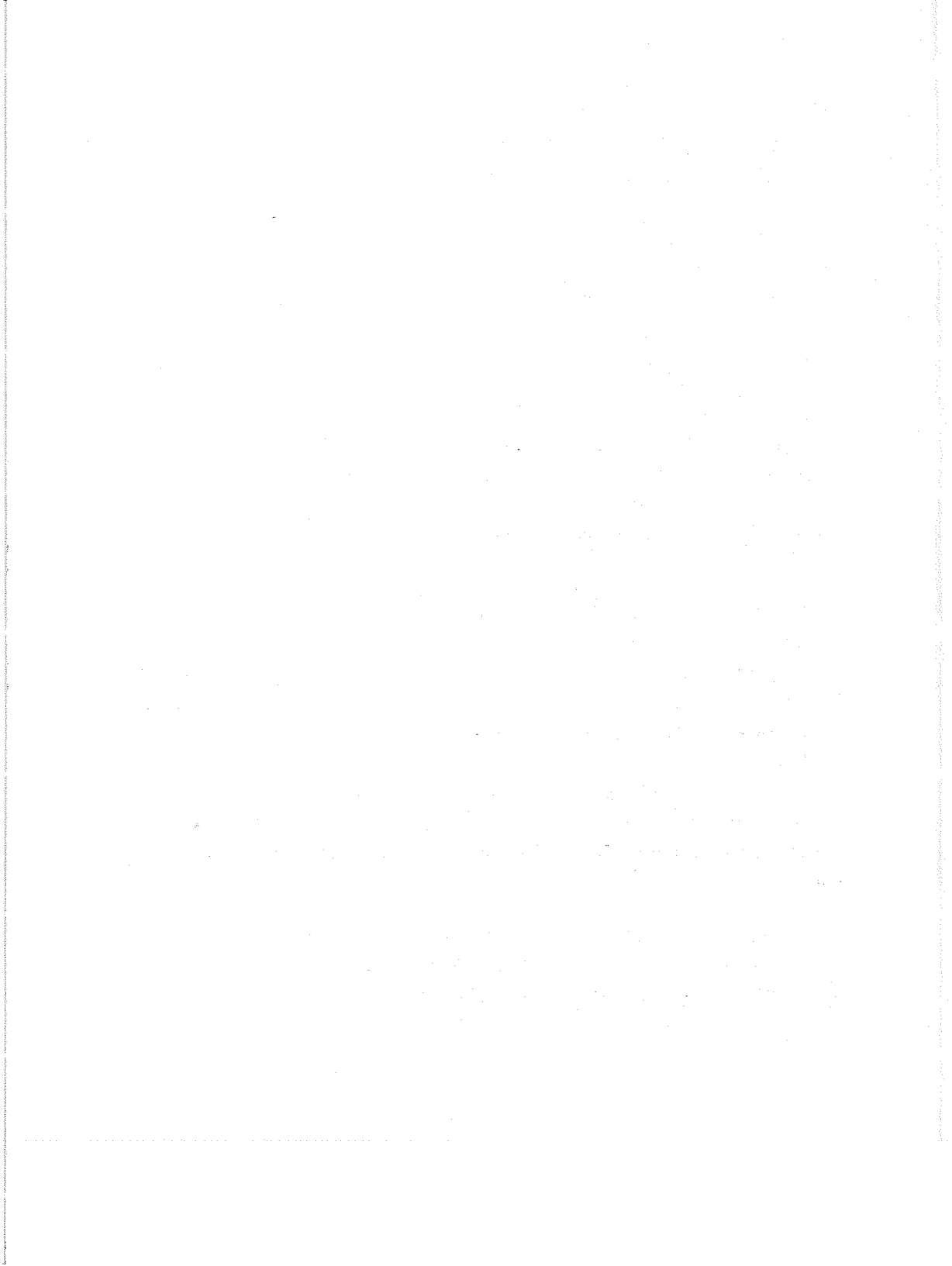
Si el polvo se ha obtenido por nebulización o secado por aspersion,- está constituido por finas partículas esféricas que presentan siempre una-burbuja de aire en su interior, cuyo origen no ha sido aclarado. La exis-

tencia de esta atmósfera interna viene a añadirse a la atmósfera externa- que rodea a las partículas y ésto complica todavía más la conservación -- porque el aire aprisionado en el interior de los gránulos de polvo se di- funde lentamente en el gas inerte, en cuyo seno se lleva a cabo el acondi- cionamiento. Finalmente el polvo obtenido por nebulización o secado con- aspersión contiene la lactosa, principalmente en el estado amorfo y la -- grasa en forma de glóbulos. La leche en polvo constituye un excelente -- alimento de múltiples indicaciones; no sólo puede consumirse como leche - líquida después de su reconstitución, sino que bajo la forma de polvo des- natado, es empleada por los fabricantes de helados y de pastas alimenti- cias; también se usa en pastelería, en la fabricación de chocolates y - - otros productos. La adición al pan de polvo de leche desnatada, práctica generalizada en Estados Unidos, es constantemente discutida en Francia en tre los industriales lecheros y panaderos.

Los numerosos ensayos realizados en 1951 por Buré y Jarrouse han -- confirmado que nada se opone, desde el punto de vista de la técnica de pa- nificación, a la introducción en la harina de un 2 a 5% de leche desnata- da en polvo. Es de señalar que el polvo Hatmaker, con una solubilidad -- del 59%, es el tipo que ha dado mejores resultados y que el polvo obteni- do por nebulización o secado por aspersión, soluble en su 99% rebaja las- cualidades plásticas de la masa; por el contrario el polvo hatmaker a cau- sa de su insolubilidad relativa, aumenta la tenacidad y por tanto, la hi- dratación de la masa y contribuye así a la obtención de piezas más volumi- nosas. Evidentemente, la adición de leche aumenta el valor nutritivo del pan.

Técnicamente, por tanto el problema puede ser fácilmente resuelto, - pero no ocurre lo mismo en el plano económico, ya que el empleo de leche- desnatada aumenta ligeramente el precio del pan.





## CAPITULO VII

### CREMA Y MANTEQUILLA

#### A) GENERALIDADES.

En los primeros capítulos hemos estudiado las principales propiedades físicoquímicas de la materia grasa, el estado globular, la formación de la crema y la transformación que puede experimentar bajo diversas acciones mecánicas. Las aplicaciones prácticas de estos datos constituyen el objeto de este tema.

Entre los productos derivados de la leche, se destacan dos: la mantequilla y los quesos. Al referirse a mantequilla, se consideran al igual que los quesos como los subproductos de más importancia, uno por su materia grasa y otro por el contenido de proteínas. No debemos también olvidar la crema, la cual se considera leche enriquecida con materia grasa.

#### B) COMPOSICION DE LA CREMA.

Conforme a lo antes dicho se puede considerar como leche enriquecida con materia grasa, mediante el descremado espontáneo o centrífugo. El estado físico permanece sin cambios en el curso del desnatado, la proporción de glóbulos grasos en la crema fresca es idéntico a la leche desnatada.

La riqueza de la crema en materia grasa puede variar mucho según la forma del descremado (desde el 30 al 60%); en general, se sitúa hacia el 35%, lo que corresponde a un descremado regulado al 10% (10 de crema extraída de 100 litros de leche); en mantequería es interesante el trabajar con cremas de este tipo de concentración.

En la leche descremada, el extracto seco desengrasado representa alrededor de 1/11 del total en peso (9.1g por 100 g). La relación entre el-

extracto seco total de la crema y el contenido en materia grasa es el siguiente:

$$MG = 1.1 \text{ E.S.} - 10$$

De esta manera se puede determinar indirectamente la materia grasa de las cremas: se pesa el extracto seco de la muestra en lugar de valorarla grasa. En la práctica, la determinación de la materia grasa suele hacerse por un método ácido-butirométrico, derivado del método de Gerber.

El extracto seco desengrasado comprende la lactosa, las proteínas y los pequeños componentes en las mismas proporciones relativas que en la leche, la lactosa se destruye parcialmente en el curso de la fermentación láctica que ocurre durante la maduración de las cremas.

Al hablar de la crema, la grasa forma una importante masa, es preciso referir algunos datos analíticos a la parte "no grasa". Este es el caso especial de la acidez que no tiene significado más que en relación con la fase acuosa. Para una crema rica del 50% de M.G., 30°D en la crema representan 60 °D en el elemento no graso; es decir, una acidez que corresponde aproximadamente a la precipitación de la caseína a la temperatura ambiente.

En el siguiente cuadro puede apreciarse la composición media de la crema y de la mantequilla.

CUADRO No. 1

COMPOSICION DE LA CREMA Y DE LA MANTEQUILLA (P. 100 g.)

	Leche entera	Leche descremada	C r e m a (1)			Mantequilla
			flúida	media	espesa	
Materia grasa	3,4	0,1	29	35	50	82
E.S.D.(no graso)	8,9	9,2	6,5	6	4,5	2
Agua	87,7	90,7	64,5	59	45,5	16

(1) Correspondiente a un desnatado del 12, 10 y 7%, respectivamente.

## 1.- EL DESCREMADO

Puede batirse la leche pero el proceso es largo e incómodo. Por -- ello se comienza preparando una leche muy concentrada de grasa que recibe el nombre de nata o crema, la cual se consume como tal o a su vez se some-- te a un proceso de batido para fabricar con ella mantequilla.

Es posible separar la crema gracias a la diferencia de densidad entre los glóbulos grasos (0.93) y la fase acuosa que constituye la leche descremada (1.036).

Hasta finales del último siglo se practicaba el descremado espontá-- neo, dejando la leche en reposo durante varias horas. Este método ha sido abandonado, salvo en algunas queserías artesanas en las que se fabrica el queso a partir de la leche parcialmente descremada. Moderadamente se ha -- impuesto el descremado centrífugo por las múltiples ventajas que represen-- ta.

### a) DESCREMADO ESPONTANEO O ESTATICO.

Esta forma de desnatado, la única conocida hasta 1880, es el procedi-- miento más simple (casero). En las mejores condiciones es decir, a una -- temperatura de 7 a 8°C favorable a la formación de racimos voluminosos de glóbulos grasos y tras un reposo prolongado de 24 horas no puede separarse más del 85% de materia grasa; la leche descremada contiene aún la propor-- ción de 5 g/l.

Los glóbulos grasos se separan formando un régimen laminar, es de-- cir, sin turbulencia. La fórmula de Stokes permite expresar la velocidad de ascensión de los glóbulos grasos a la superficie de la leche:

$$V = \frac{1}{18} \times \frac{2r^2 (P_1 - P_2) g}{9}$$

Donde:

mación de agrupaciones voluminosas de glóbulos, cuya fuerza ascensional es mucho mayor que la que resulta de aplicar la fórmula de Stokes a los glóbulos aislados. Gracias a este fenómeno de aglomeración natural de los glóbulos grasos, es posible verificar un descremado espontáneo satisfactorio en una noche.

La temperatura juega un papel importante en la tecnología del descremado espontáneo, el calentamiento de la leche a una temperatura superior a 70°C disminuye la velocidad de descremado, ya que desnaturaliza las aglutininas superficiales de los glóbulos grasos, frenando así su tendencia a formar aglomerados. Por el contrario, el enfriamiento a 7-8°C acelera el descremado como consecuencia de la formación de microorganismos de grasa formados por vestigios de glóbulos cristalizados inmersos en el seno de la grasa líquida liberada por la contracción y ruptura de algunos glóbulos por acción del frío.

Es conveniente señalar que la aplicación pura y simple de la fórmula de Stokes en la separación de la grasa de la leche haría pensar que el enfriamiento frena el descremado por el aumento de la viscosidad de la leche (N). El hecho de que experimentalmente no se demuestre en modo alguno esta conclusión prueba que no sigue las leyes clásicas que regulan la separación de partículas en una mezcla heterogénea líquido-sólido.

#### b) DESCREMADO CENTRIFUGO.

El primer intento de utilizar la fuerza centrífuga para separar la grasa de la leche data de 1859, con los trabajos del alemán Fusch. Sin embargo fué en 1874 cuando otro alemán Lefeldt, desarrolló los primeros aparatos industriales para el funcionamiento discontinuo. En 1877, el sueco De Laval, inspirándose en los trabajos desarrollados por Lefeldt, ideó la primera descremadora continua, que salió de su taller en 1878. En 1883 después de constituir una sociedad anónima, se inició la fabricación en gran escala de la descremadora continua llamada SEPARATOR.

Desde esta fecha, los aparatos se han ido perfeccionando incesantemente, pero la innovación más importante fué introducida en 1888, con el

- $V$  = velocidad límite de separación de los glóbulos.  
 $P_1$  = Densidad de la leche descremada  
 $P_2$  = Densidad de la materia grasa  
 $g$  = Aceleración de la gravedad  
 $N$  = Viscosidad dinámica de la leche descremada  
 $r$  = Radio de los glóbulos grasos

De hecho el fenómeno se ve modificado por la presencia de aglutininas en la superficie de los glóbulos. Las aglutininas modifican a las materias sensibles inmovilizándolas y formando masas agrupadas que son arrestadas a la superficie con los glóbulos grasos (formación de crema).

La actividad natural de la leche, en lo que se refiere a esta forma de inhibición debe considerarse como el resultado del paso a la leche de anticuerpos (\*) aparecidos en la sangre a continuación de inmunizaciones naturales por gérmenes con una constitución antigénica parecida a la de los gérmenes sensibles.

La leche contiene aglutininas específicas de diversas especies de bacterias: Lácticas (*Streptococcus lactobacillus*) y de entero bacterias (*Escherichia coli*, etc.). Estas aglutininas son mucho más abundantes en el calostro que en la leche.

Se conoce la existencia de una aglutinina asociada a los glóbulos grasos y forma un papel secundario en la inhibición observada sobre los es treptococos lácticos.

Al mismo tiempo podemos decir que estos anticuerpos favorecen la for

(\*) Recordemos que un anticuerpo es una substancia específica de la misma naturaleza que las globulinas, que aparecen en la sangre, después de que el organismo animal ha recibido la inyección de una sustancia: El antígeno. Las bacterias llevan varios antígenos cuyo conjunto forma la estructura antigénica de la bacteria. El anticuerpo se combina específicamente con el antígeno, provocando diversas reacciones serológicas: aglutinación (en el caso de las bacterias), precipitación, etc.

sistema de polarización inventado por el belga Melotte, pero realizado --- prácticamente por los hermanos Bechtoissheim en 1889, en Munich, con el -- nombre de dispositivo Alfa. La sociedad laval compró inmediatamente su pa- tente y la primera descremadora provista de un dispositivo de polarización fué expuesta en París en 1889, con el nombre de centrífuga Alfa Laval.

La tabicación del bol, al aumentar extraordinariamente el débito de la descremadora, permitió utilizar un aparato mucho más pequeño para idéntica cantidad de leche. En estas condiciones, se pudo hacer funcionar a -- mano la descremadora, prescindiendo del motor, lo que favoreció la rápida- extensión del procedimiento, que fué adoptado por casi todas las granjas.

Las patentes de las primeras centrifugadoras continuas son hoy públi- cas y han inspirado la realización de la mayor parte de las actuales des-- cremadoras.

Por último, la innovación más interesante, desarrollada hace unos 30 años, fué la construcción de las descremadoras industriales sin espuma, -- herméticas o semiherméticas, según los tipos. Mientras que en la desnata- dora ordinaria, llamada aún desnataadora abierta (siguiente figura), la le- che sale del aparato produciendo una gran cantidad de espuma, en las des-- cremadoras modernas este problema ha desaparecido.

## 2.- DESCRIPCIÓN DE UNA DESCREMADORA "ABIERTA".

El aparato se compone esencialmente de un tambor o bol rotatorio, en donde tiene lugar la separación de la crema de los mecanismos de arrastre del bol, de los colectores de la crema y de la leche descremada, y del armazón que sostiene todos estos elementos (Sig. Figura).

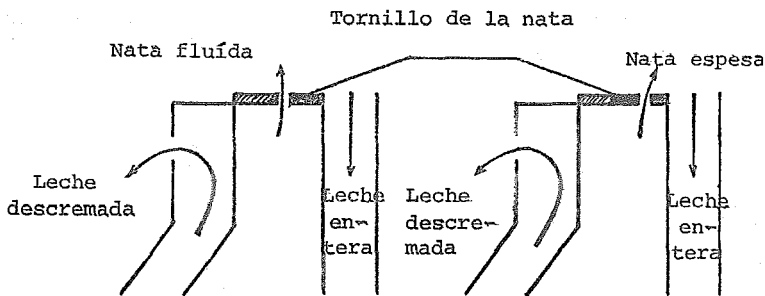


Fig No. 2.- Esquema de regulación de la riqueza en materia grasa de la crema con una descremadora abierta. Al girar el tornillo se retira la nata más o menos lejos del eje de rotación del bol; la crema retirada más lejos es la más pobre en materia grasa.

### a) BOL.

En general adopta una forma más o menos cilíndrica. Un tubo central conduce la leche hasta la base del bol. Este último está provisto en su interior de platillos ensartados en el tubo central y separados entre sí unos 2 mm. por los pequeños salientes en su cara superior. El número de platillos varía según el diseño de la descremadora. Los aparatos de las granjas, con una capacidad de 150 l/hr., tienen una veintena de platillos, mientras que las descremadoras industriales con capacidades hasta de 5,000 l/hr. pueden tener más de un centenar.

La leche completa penetra en el bol por los orificios situados en la



base del tubo central de alimentación. La leche descremada y la crema sale por los colectores de la parte superior del bol. Un tornillo de regulación situado en el orificio de salida de la nata, permite variar a voluntad el contenido en grasa de la misma al modificar su distancia al eje del bol. En efecto, cuanto más cerca se halle de este último, tanto más espesa será la nata (ver figura de arriba).

Hoy el bol de la descremadora es siempre de acero inoxidable. En la descremadora de tipo tubular, el bol constituye un tubo largo y estrecho -- sin platillos. La alimentación se efectúa por aspiración en la parte inferior y la nata y la leche descremada salen por el extremo superior (ver figura siguiente).

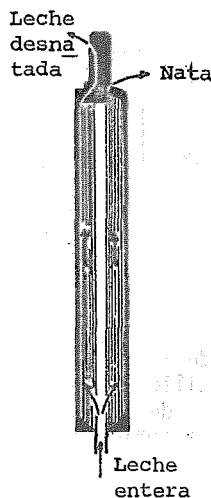


Fig. No. 3. Un bol tubular -- (Tubular descremadora).

#### b) Mecanismos de mando.

En la mayoría de los casos, el bol descansa en un árbol vertical sobre cojines con rodamientos de bolas. La extremidad inferior del árbol -- lleva una ranura y se engrana en una rueda de dientes helicoidales que un dispositivo especial de acoplamiento progresivo por fricción hace solidario de un árbol horizontal accionado por una manivela en las descremadoras manuales o por un motor en los aparatos de mayor caudal.

En el curso de la rotación, el bol se autoequilibra ya que su centro de gravedad está situado por debajo de su punto de apoyo en el árbol.

En ciertas descremadoras, el bol carece de soporte y cuelga de un eje animado por un movimiento de rotación. El bol se encuentra en una po-

sición invertida con respecto a la de los otros modelos.

En el aparato tubular, el bol también está suspendido por un broche-movido por un motor o por una turbina de vapor. Mientras que la velocidad de rotación de los otros modelos oscila entre las 6,000 y 7,000 revoluciones por minuto, el bol del aparato tubular tiene que girar a 20,000 revoluciones por minuto a causa de su pequeño diámetro. Tan elevada velocidad de rotación crea en el interior del bol un vacío que provoca la aspiración de la leche entera, cuya entrada puede regularse modificando la velocidad de rotación del bol.

#### c) TUBERIAS.

Son las siguientes:

- Alimentador, constituido por un dispositivo conectado a la parte superior del tubo central del bol, que lleva un flotador y un regulador del caudal.
- Colector de nata, recipiente circular provisto de una tubería de evacuación por la que sale la nata procedente del bol.
- Colector de la leche descremada, idéntico al precedente excepto en volumen que generalmente es un poco mayor.

Mientras que en los aparatos de bol asentado en el colector de nata está situado por encima del colector de leche descremada, en los aparatos de bol suspendido, la disposición es inversa.

#### d) EL BASTIDOR.

Los colectores están fijados sobre un bastidor en hierro esmaltado protegiendo el bol y los mecanismos. En algunas pequeñas descremadoras cerradas, el bastidor es corto y puede fijarse sobre una tabla. Los aparatos más importantes soportan un bastidor de 3 ó 4 pies.

### 3.- CONDICIONES PARA EL BUEN DESCREMADO.

Algunas se refieren al estado de la leche y otras al proceso de realizar la operación.

Calidad de la leche.- Una leche sucia y ácida deja en el bol gran -- cantidad de residuos que dificultan la circulación de la leche descremada-- hasta el punto de que al cabo de un tiempo de funcionamiento, ésta escapa-- por los orificios de salida de la crema.

Temperatura de la leche.- El calentamiento acentúa la eficacia de la descremadora al fluidificar la leche, facilitando así la separación de los-- glóbulos grasos. En algunos lugares la leche es calentada hasta 30 ó 35°C por medio de calentadores propios o utilizando la sección de calentamiento y de recuperación de los pasteurizadores.

En los países nórdicos, el descremado tiene lugar muchas veces a alta temperatura (60-70°C), inmediatamente después de la pasteurización con-- lo que las pérdidas de grasa son mínimas (incluso inferiores a 0.04%). En Francia, esta técnica es difícil de aplicar en las regiones mantequeras, - ya que la acidez de la leche suele superar los 20°D, con lo que se produce una coagulación parcial de la caseína durante la pasteurización, que deter-- mina el inicio de una obstrucción del bol.

Funcionamiento del bol.- El bol permanentemente equilibrado para evi-- tar vibraciones perjudiciales, debe girar siempre a la velocidad del régi-- men fijado por el constructor. La disminución de la velocidad correspon-- diente a un débido determinado provoca un descremado incompleto y su aumen-- to desgasta injustificadamente la máquina.

Evidentemente, después de cada operación de descremado, es necesario desmontar y limpiar cuidadosamente el bol y los platillos con el objeto de eliminar las impurezas que se depositen.

Alimentación.- También esta operación estará a observación rigurosa-- mente debido a las condiciones que impone el fabricante, evitando el aumen--

tar la norma fijada para ganar tiempo. Si la leche pasa por el bol demasiado aprisa, la fuerza centrífuga no se aplica durante el tiempo suficiente y la separación de la crema deja que desear. La alimentación debe ser - cuanto más regular, mejor.

#### 4.- FUNCIONAMIENTO DE LA DESCREMADORA.

Antes de poner en marcha el aparato conviene llenar el bol de agua.- Cuando ya está lleno y alcanza progresivamente su velocidad de régimen (5- a 10 minutos en las descremadoras industriales), se da entrada a la leche al bol. Al acabar el descremado se va frenando y se hacen pasar unos cuantos litros de agua caliente, con tal objeto de eliminar la crema que haya quedado en el bol. Para desmontar y limpiar la descremadora hay que esperar a que se haya detenido por completo, pues de lo contrario es peligroso. Se recomienda vigilar con frecuencia el nivel de aceite del cárter para es tar seguro del engrasado normal de la máquina.

#### 5.- CONTROL Y RESULTADOS DEL DESCREMADO.

En una lechería que trate 50,000 litros de leche al día, una pérdida media de 1 g. de grasa por litro de leche descremada representa una pérdida aproximada de 30 kg. de mantequilla. Se comprende, por tanto la importancia del control regular de la operación. Se deben tomar diariamente en la fábrica muestras de leche descremada para determinar su contenido en gr sa por el método de Gerber, con la ayuda de butirómetros especiales. Cuando se desean los resultados más precisos hay que recurrir al método Rose-- Gottlieb, procedimiento más largo y más delicado ya que opera en los límites de su sensibilidad.

Hemos visto que con los aparatos modernos, cuando funcionan perfectamente, se puede hacer bajar el contenido de grasa de la leche hasta un -- 0.04%. Sin embargo, en la práctica industrial se estima que la cantidad - media se haya comprendida entre un 0.05 y 0.06%. El caso es diferente para el descremado efectuado en la granja, donde a menudo las pérdidas as- -

cienden hasta 2 g por litro de leche descremada.

Numerosos ensayos han demostrado que los resultados del descremado varían según la raza de los animales productores de leche. Depende del diámetro de los glóbulos grasos ya que los de mayor tamaño se separan más fácilmente.

Por último, cuando el productor venda la crema a una mantequería que sólo efectúa la recogida dos veces por semana debe tratar de conseguir una nata rica (entre un 45 y un 50% de grasa), con objeto de disminuir los riesgos de alteración de la misma, ya que la leche descremada constituye la fracción más alterable.

#### 6.- ELECCION DE LAS DESCREMADORAS.

En una fábrica hay que prever al menos dos aparatos con objeto de efectuar rápidamente el descremado y sobre todo para evitar la detención del trabajo en caso de paralización mecánica de uno de ellos. De esta manera, en una pequeña lechería que trate como máximo 5,000 litros de leche al día, se instalarán dos aparatos de 2,000 litros/hr. En una fábrica de 20,000 litros se instalarán 2 desnatadoras de 2,000 litros por hora y una de 3,000 litros/hr. Por último, en una que manipule diariamente 50,000 litros, serán necesarios 3 ó 4 aparatos de 5,000 litros por hora.

En las queserías las descremadoras sirven también para descremar el suero. En este caso puede aumentarse el débito y así una descremadora de 5,000 lt/hr. puede tratar de 7,000 a 8,000 lt. de suero.

#### 7.- LAS CREMAS DE GRANJA.

Para muchos países el descremado se hace únicamente en la fábrica que recoge la leche completa no obstante, el descremado en la granja se practica todavía a gran escala en regiones de recría donde la leche descremada se utiliza como alimento para los becerros. Sin embargo, se fabrica cada vez menos mantequilla de granja; el fin es enviar la crema a las fá-

bricas, que realizan una recogida una o dos veces a la semana. En la fábrica, los gastos de fabricación y distribución de la mantequilla de buena calidad son inferiores a los de la granja, lo cual hace una mantequilla de calidad inconstante.

La evolución de los métodos de recría (alimentación de reses con leche reconstituída a partir de leche descremada en polvo, harinas y demás) y de las condiciones de trabajo agrícola, podría conducir a la desaparición progresiva del descremado en la granja, que se presenta en la actualidad como un anacronismo. Asimismo, las condiciones económicas influyen por ejemplo, las subvenciones acordadas por algunos estados a los fabricantes de leche en polvo.

Algunos de los inconvenientes del descremado en la granja y de recogida son los siguientes:

1. El rendimiento del descremado en la granja es inferior al del -- descremado en la fábrica. La leche descremada contiene frecuentemente más de 2 g/l de M.G.
2. Los cuidados que se tienen con el descremado y la conservación de la crema en la granja son con frecuencia insuficientes y a veces inexistentes:
  - La descremadora y los recipientes están mal lavados y sin de sinfectar, lo que provoca una siembra importante de gérmenes perjudiciales, en particular de bacterias coliformes.
  - La crema no se refrigera tras el descremado; la crema caliente se añade a la crema fría de las operaciones precedentes; de esta forma se estimula a las bacterias en fase de desarrollo; en general, la crema se conserva a una temperatura demasiado elevada en verano.
  - La crema se conserva a veces en locales donde se encuentran objetos, productos o sustancias que pueden transmitir malos olores (alimentos del ganado, patatas, etc.).

- La descremadora y los utensilios de hierro estañado mal conservados provocan un enriquecimiento en hierro de la crema - (hasta 10 mg/kg) y, como consecuencia, una mayor susceptibilidad a los defectos de oxidación.

La fábrica recibe de esta manera cremas de mediocre o mala calidad, sobre todo en las épocas cálidas (cremas ácidas, coaguladas, espumosas, - pútridas, con mohos, etc.), que precisan de tratamientos especiales para obtener una mantequilla de calidad aceptable.

Los remedios pueden parecer simples, pero su aplicación es difícil:

- Instrucciones al granjero para la mejora de la calidad de la leche recogida y para dar a la crema los cuidados indispensables: refrigeración inmediatamente después del descremado, separación de las producciones de cada día, conservación en un local fresco reservado a este uso.
- Descremado "cerrado" en caliente, para producir una crema rica en materia grasa (50% y más), y por tanto, pobre en elementos no grasos que constituyen la parte fermentescible.
- Recogidas más frecuentes.

Se han propuesto otros sistemas:

- a) Refrigeración de la crema a  $+ 1^{\circ}$  en la granja, con un aparato de frío artificial; éste es un medio bastante costoso para conservar la crema "dulce". El desarrollo de bacterias acidificantes se detiene pero no el de las bacterias sicrófilas. La crema no da una buena mantequilla más que cuando se pasteuriza.
- b) Salado de la crema, tras el descremado con un 7% de cloruro de sodio. La crema se mantiene dulce durante una semana. La fábrica debe hacer un tratamiento especial de estas cremas (lavado por centrifugación) con el fin de poder someterla a maduración.

- c) Descremado diario por el recogedor, mediante una descremadora - transportable. Ese sistema permite a la fábrica tratar cremas dulces; pero el desnatado a plena atmósfera presenta inconvenientes: leche fría y más riesgos de contaminación.
- d) Centro de descremado bien equipado en la población, si la densidad lechera es importante.

Podemos decir que actualmente ninguno de estos sistemas está muy extendido.

#### 8.- APRECIACION DE LA CALIDAD DE LAS CREMAS.

Cuando la fijación del precio de la mantequilla se realiza según su contenido en M.G., el análisis de las cremas de recogida, plantea una gran problemática; el muestreo de cremas alteradas es aleatorio, ya que es difícil homogenizarlas perfectamente en el bidón, sobre el muelle de la fábrica; el análisis de las cremas muy ácidas por el método butirométrico da resultados frecuentemente erróneos en relación con el método de referencia. Los resultados analíticos son mucho más significativos en las cremas frescas que en las alteradas.

Para evaluar el precio de las cremas según su calidad y no tan sólo por su contenido en materia grasa, es un sistema que coadyuvaría a la mejora de la calidad de los productos recogidos. Ello supone la necesidad de contar con un método sencillo y rápido que permita la clasificación en categorías, como en el caso de la leche. La prueba de la reductasa con azul de metileno no es útil en estas cremas; en cambio, pueden ser útiles las pruebas que ponen en manifiesto la alteración química de la materia grasa, se pueden mencionar dos métodos que se refieren a las dos principales alteraciones que hemos visto anteriormente como son la oxidación y la lipólisis. Los métodos para identificación son: Método colorimétrico (según R. Alifax) y Método acidimétrico (según S. Kuzdzal-Savoie).



## 9.- CREMAS DE CONSUMO Y HELADAS.

### a) Crema de consumo (crema fresca)

- Crema con el 12% por lo menos, de materia grasa. Esta calidad corresponde a la llamada "crema para el café" de los países germánicos y anglosajones. Se han propuesto diversas denominaciones: crema ligera, crema fluida, etc. Va bien con el té, con el café y con las frutas frescas, etc.
- Crema con el 30% por lo menos, de materia grasa. Para utilizarla especialmente en la cocina y en pastelería.

Ya se trate de crema ligera o de crema para helados, se plantean los mismos problemas de higiene que para leche de consumo; la pasteurización debe considerarse siempre como indispensable.

### b) Crema Helada.

Las cremas heladas tienen una aceptación cada día mayor en todos los países. La antigua fabricación de tipo artesano, con congelación discontínua se ha transformado y ha pasado a escala industrial mediante procedimientos contínuos, utilizando material especializado con un automatismo bastante completo. Estos procedimientos modernos permiten obtener productos de magnífica calidad higiénica y de calidad comercial muy regular,

La crema helada se prepara por congelación a  $-5^{\circ}\text{C}$  de una mezcla de productos lácteos, azúcar ordinario y en pequeña proporción, ingredientes destinados a estabilizar y aromatizar el producto. El extracto seco de la mezcla debe ser del 31 o del 33% según el tipo (helado de frutas, helado de aromas naturales).

La congelación va precedida habitualmente de una corta maduración a  $9^{\circ}\text{C}$ . El punto de congelación de la mezcla se sitúa en  $-2.4^{\circ}\text{C}$ , pero en el congelador la temperatura del producto alcanza  $-5^{\circ}\text{C}$ , el batido o la agitación contínua favorecen la congelación y el esponjamiento (incorporación-

de aire). La crema así preparada es blanda; puede consumirse así o endu-  
recida por descenso de la temperatura hasta los  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Esta fabricación plantea problemas higiénicos delicados. La pasteu-  
rización de la mezcla que debe someterse a la congelación es obligatoria-  
en algunos países, pero las causas de contaminación son numerosas en el -  
curso de las manipulaciones que recibe el producto. Independientemente -  
de la crema y de la leche, es necesario tener en cuenta otros ingredien-  
tes. El azúcar aporta pocas bacterias, pero en cambio, los colorantes y-  
la gelatina suelen estar muy contaminadas; en esta última sustancia pue-  
den encontrarse gérmenes esporulados anaerobios.

NOTA.- No debe confundirse la crema helada con los helados obteni-  
dos por congelación de un jarabe aromatizado al cual se le pueda añadir -  
crema o leche. Además, existe la crema de huevo que tiene una composi-  
ción diferente a la crema helada.

### C.- FABRICACION DE MANTEQUILLA.

Existen muchas definiciones a este respecto, la denominación mante-  
quilla, con o sin calificativo, se reserva exclusivamente al producto ob-  
tenido por batido de la crema de la leche o de sus subproductos, y sufi-  
cientemente desprovista de leche y de agua por amasado y lavado, hasta no  
contener más de 18 g. como máximo por 100 g. de materias no grasas, de --  
los que no más de 16 pueden ser agua:

La composición media de 1 kg. de mantequilla es la siguiente:

- Materia grasa ----- 820 a 845 g.
- Extracto seco magro (lactosa, caseína,  
sales minerales) ----- 5 a 20 g.
- Agua ----- 150 a 160 g.

La fabricación de mantequilla se remonta a los tiempos más antiguos.  
Plinio el Viejo, al comienzo de nuestra era, la describe en sus obras. Sin

embargo, según el criterio de Lindet, la mediocridad del producto fabricado y su rápida alteración inducen más bien a considerarlo como un sucedáneo del aceite, producido y consumido en aquella época en gran cantidad.

Hasta finales del siglo XIX, la fabricación de mantequilla sólo se lleva a cabo en las granjas. La aparición de la descremadora centrífuga hacia 1880 y los trabajos de microbiología de la Escuela Pasteur contribuyeron al nacimiento y desarrollo creciente de esta industria. En algunas regiones, el movimiento cooperativo fué un factor importante en esta evolución. Así, al comienzo de la guerra de 1914 una asociación francesa -- agrupaba un total de 130 fábricas.

No obstante la industrialización de la fabricación de mantequilla -- no ha tenido lugar en Francia con tanta rapidez como otros países lecheros. Mientras que en países como Bélgica, Holanda, Dinamarca, Suiza e Inglaterra.

La fabricación de mantequilla en la granja se ha abandonado lentamente en las regiones de cría: Normandía y Bretaña, principalmente. Necesitando los ganaderos la leche descremada para alimentar sus animales, ha sido necesario introducir la recogida de la nata para decidirlos a abandonar la fabricación con ella de mantequilla.

No es necesario insistir demasiado en la conveniencia de que la fabricación de mantequilla se industrialice por completo. En la fábrica es fácil contar con las condiciones de trabajo adecuadas. La fabricación -- puede ser científicamente dirigida por un técnico que esté en condiciones de controlar rigurosamente la marcha de los fenómenos. La calidad media de la mantequilla de fábrica es mejor y más regular. También existen ventajas económicas derivadas de las grandes cantidades con que se trabaja.

La fabricación de mantequilla comprende dos fases principales:

- La separación de la crema (desnatado o descremado);
- La transformación de la nata en mantequilla, proceso que lleva -- consigo a su vez varias operaciones, la cual una de las más importantes es la del batido.

## 1.- Sistemas de Fabricación de Mantequilla.

En algunas partes de Europa todavía se fabrica mantequilla en las granjas. En el primer caso, el producto se llama mantequilla de granja, frente a la mantequilla de fábrica, denominación que se aplica al producto industrial.

Hasta la última guerra, la técnica de fabricación industrial de la mantequilla no era muy diferente de la utilizada en la granja. La crema a la salida de la descremadora se deja reposar con objeto de que sufra un proceso de acidificación y posteriormente se bate para transformarla en la mantequilla. Todavía hoy éste es el procedimiento seguido en algunas mantequerías. Sin embargo, desde hace unos 20 años se ha modificado el modo de fabricación, particularmente por la adopción del método danés de tratamiento de la crema, que incluye la pasteurización seguida de una resembranza de fermentos lácticos puros y seleccionados. Por este procedimiento se obtienen la mantequilla de crema pasteurizada que corrientemente se conoce con el nombre de mantequilla pasteurizada.

Finalmente, cuando la fábrica recoge la crema de las granjas, las técnicas utilizadas son un poco diferentes de las empleadas por las fábricas que recogen la leche. En este caso, la preparación de las natas para su posterior pasteurización cobra una gran importancia. La mantequilla obtenida suele conocerse con el nombre de mantequilla de crema.

La fabricación de mantequilla pasteurizada acidificada, es decir, madurada, es sin lugar a dudas una de las técnicas más generalizadas, teniendo en cuenta las preferencias de los consumidores, por ello se tratará con más detalle. Por otra parte la importancia de la recogida de las cremas de granja nos obliga a insistir en los métodos de tratamiento de las mismas, en cuya aplicación se producen a menudo graves errores.

A continuación, citaremos algunas de las técnicas de fabricación -- por métodos continuos (Figuras siguientes).

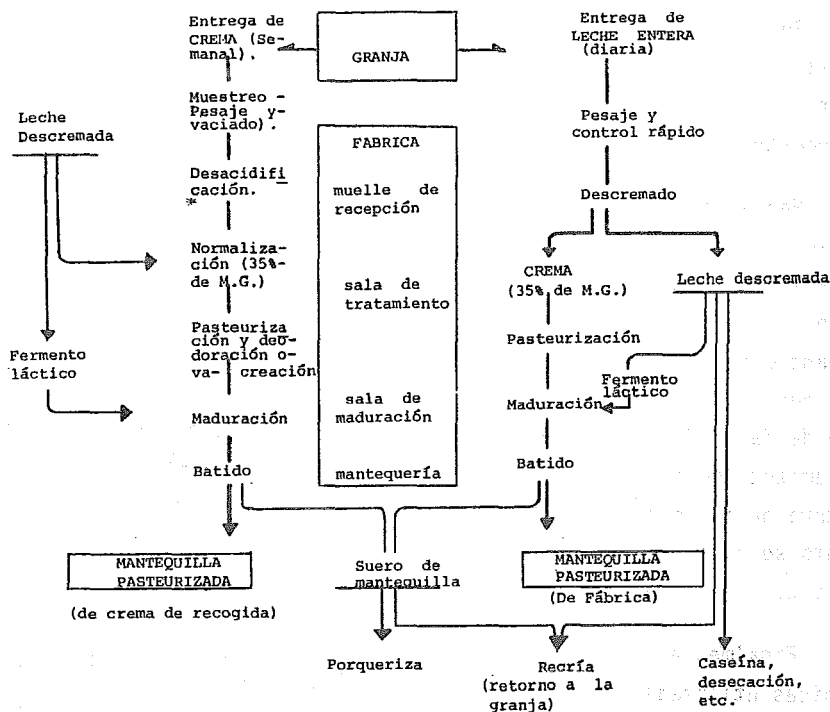


Fig. No. 4. Operaciones en la mantequería clásica.

- (1) Pequeña recepción de leche para la normalización y los fermentos.

La crema fresca o desacidificada, se pasteuriza y posteriormente se refrigera para ser después sembrada con un cultivo de fermentos lácticos-puros. Se produce entonces la maduración de la nata, en el curso de la cual se acidifica y aromatiza. La crema madurada se bate, es decir, se agita hasta que se forme la mantequilla, que se separa del suero o mazaada, se lava y amasa antes de acondicionarla en recipientes adecuados.

Señalaremos que algunas fábricas desnatan después de la pasteurización de la leche. En nuestra opinión esta técnica no es aconsejable por los riesgos de contaminación durante el paso de la leche a través de la -

descremadora. Sin embargo hemos comprobado que este método, correctamente aplicado, da resultados excelentes.

## 2.- Objetivos de la Desacidificación.

Cuando las fábricas recogen leche, puede enviarse la crema al pasteurizador inmediatamente después del descremado. Por el contrario, si la fábrica recoge nata de las granjas es necesario someterla a un proceso de preparación que le permita soportar sin alteraciones la pasteurización. La operación esencial consiste en una desacidificación completa, en caso necesario por una normalización de su contenido de grasa.

La crema demasiado ácida es muy espesa y coagula en el pasteurizador tostándose parte de la misma y confiriendo al resto un gusto a cocido. Por otra parte, el precipitado de caseína engloba partículas de grasa y numerosos gérmenes. Se producen así pérdidas elevadas de grasa durante el batido y una disminución de la eficacia bactericida del calentamiento, debido al efecto protector de los acumulos de caseína sobre los gérmenes contenidos en ellos. También la acidez dificulta el desarrollo de los fermentos lácticos seleccionados que se añaden después de la pasteurización y favorece la aparición de ciertas alteraciones de la manteca, especialmente el sabor a pescado.

Para evitar estos inconvenientes, las crema de granja deben ser desacidificadas de forma que la acidez en la fase no grasa no supere los 18-20°D.

Se distinguen dos técnicas de desacidificación:

- El lavado de las cremas, que elimina las sustancias ácidas;
- La adición de productos básicos que las neutraliza.

El segundo procedimiento es uno de los más extendidos tanto en Europa como en otros países y será el que estudiaremos a continuación.

### 3.- Neutralizantes utilizados y acción de los mismos sobre la crema.

Los neutralizantes utilizados son la cal viva ( $\text{CaO}$ ) o apagada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), la magnesia calcinada ( $\text{MgO}$ ) o hidratada ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), la sosa caústica ( $\text{NaOH}$ ), el carbonato sódico ( $\text{CO}_3\text{Na}_2$ ) y el bicarbonato sódico ( $\text{CO}_3\text{HNa}$ ). Estos productos se utilizan aisladamente o combinados entre sí. La cal magnésica fué aconsejada en tiempos por los anglosajones.

Sea cual fuere, el neutralizante debe reunir ciertas condiciones:

- Ser muy puro para que tenga gran capacidad de desacidificación;
- Estar finamente pulverizado para que pueda disolverse bien;
- Ser acondicionado para que conserve la estabilidad en contacto con el aire y la humedad.

Las dosis teóricas de producto necesarias para neutralizar una molécula gramo de ácido láctico (90g) son las siguientes:

$\text{MgO}$ .....	20 g
$\text{CaO}$ .....	28 g
$\text{Mg}(\text{OH})_2$ .....	29 g
$\text{Ca}(\text{OH})_2$ .....	37 g
$\text{NaOH}$ .....	40 g
$\text{CO}_3\text{Na}_2$ .....	53 g
$\text{CO}_3\text{HNa}$ .....	84 g

Cuando la crema se neutraliza con cal o magnesia, una fracción de óxidos alcalinotérreos añadidos no se combina con el ácido láctico, sino que se fina a la caseína. Si la acidéz de la fase no grasa de la crema está próxima a los 90-100°D, la cantidad de cal o magnesia fijada a la caseína es de alrededor de un 20% de la dosis del neutralizante calculada para reducir la acidez no grasa a 18-20°D (Hunziker, Camus).

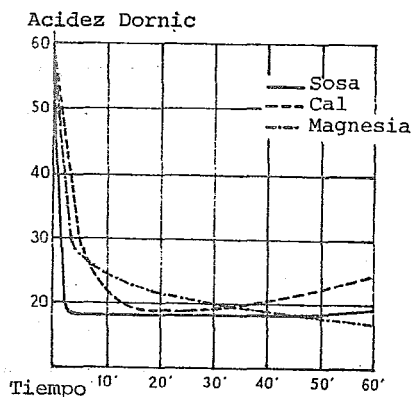


Fig. 5. Velocidad de desacidificación en función de la naturaleza del agente neutralizador (según Jarrouse et al).

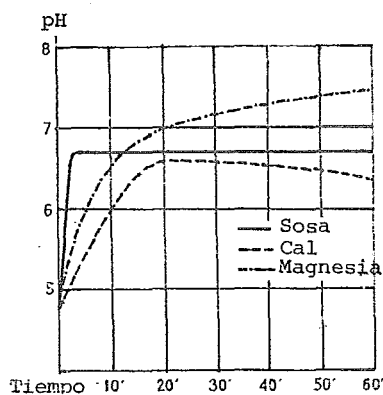


Fig. 6. Influencia de la naturaleza del neutralizador sobre la evolución del pH de una nata desacidificada (según Jarrouse et al).

La velocidad de desacidificación varía según los neutralizantes empleados. Con la sosa, la acidez buscada se alcanza casi instantáneamente mientras que con la cal hay que esperar de 15 a 20 minutos y con la magnesia alrededor de 45 minutos. En los dos últimos casos se observa que sin embargo, hay un descenso importante de la acidez en los 5 primeros minutos después de haber añadido el alcalinizante.

Cuando la desacidificación es lenta, se ve dificultada por una reacidificación que se produce por la acción de ciertos fermentos lácticos que se desarrollan activamente a la temperatura de la operación. La reacidificación puede alcanzar los 10 ó incluso los 15°C en 1 hora.

Se acostumbra a regular la desacidificación midiendo la acidez (métodos conocidos). Ahora bien, las cremas desacidificadas con una acidez no muy diferente pueden tener pH muy distintos: Así, una nata desacidificada a 16°D con cal o con sosa tiene un pH de alrededor de 6.6, mientras que la misma nata, desacidificada también a 16°D con magnesia, puede tener pH de 7.4. Es el pH el que debe ser tomado en cuenta, ya que es el



que da las condiciones de precipitación de la caseína. Por otra parte, - si se considera únicamente la acidez se corre el riesgo de acentuar demasiado la desacidificación, lo que confiere mal sabor a la mantequilla.

Por último señalaremos que la naturaleza del neutralizante tiene -- gran influencia sobre la viscosidad de la crema desacidificada. La misma nata desacidificada a la misma acidez es mucho más espesa si se trata con cal que si se trata con sosa. La magnesia le confiere una viscosidad intermedia. Sin embargo, estas diferencias de viscosidad, que son máximas alrededor de 30°C disminuyen con la elevación de la temperatura y son -- prácticamente nulas a 80°C (figura siguiente).

#### 4.- Técnica de la Desacidificación.

En primer lugar se determina la cantidad de crema a tratar y después su acidez y su contenido de grasa, con el objeto de saber la cantidad de ácido que hay que neutralizar.

Sean por ejemplo, 1,000 Kg. de crema con un 35% de grasa, y una acidez de 60°D. Se requiere reducir esta acidez a 20°D en la fase no grasa. En este caso cual va a ser la acidez total que hay que reducir:

Teniendo en cuenta la riqueza en grasa, se debe buscar en la nata, después de la desacidificación una acidez igual a:

$$\frac{20^{\circ}\text{D} \times 65}{100} = 13^{\circ}\text{D}$$

La acidez total que hay que reducir es pues,

$$(60-13^{\circ}\text{D}) 1 = 47 \text{ dg de ácido láctico.}$$

Para saber la cantidad de neutralizante a utilizar, es necesario, - en primer lugar titular el producto de que se dispone. Para ello se disuelve 1 g de neutralizante en 50 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> normal y luego se titula el exceso de ácido en presencia de fenolftaleína con una solución de sosa -- normal.

Si  $V$  es el volúmen de sosa que se ha añadido, el peso del produzco-capaz de neutralizar un decigramo de ácido láctico será igual a:

$$\frac{10}{9 \times (50-V)} = P$$

por ejemplo, si  $V = 22.5$  ml,

$$P = \frac{10}{9 \times (50-22.5)} = 0.040 \text{ g.}$$

La cantidad de neutralizante que hay que añadir a los 1,000 Kg. de crema para producir su acidez a  $13^{\circ}\text{D}$  es igual a  $0.40 \text{ g.} \times 47,000 = 1,880\text{g.}$  Si se trata de cal o magnesia, teniendo en cuenta la fijación de estos -- productos por la caseína se aumenta la dosis en aproximadamente un 20%. - Por tanto, deben añadirse:

$$\frac{1.880 \times 120}{100} = 2.256 \text{ g. de neutralizante}$$

En Estados Unidos se ha desarrollado un dispositivo de desacidificación contínuo acoplado a un vacreador. La disolución de sosa se inyecta de modo contínuo a la nata pasteurizada mientras que ésta pasa de la segunda a la tercera cámara de destilación del vacreador. Un aparato instalado en el tubo de salida de la crema neutralizada mide continuamente el pH de la misma y acciona una válvula automática de aire comprimido que regula el caudal de la solución de neutralizante inyectada a la crema (desacidificación contínuo Robichaux figura siguiente).

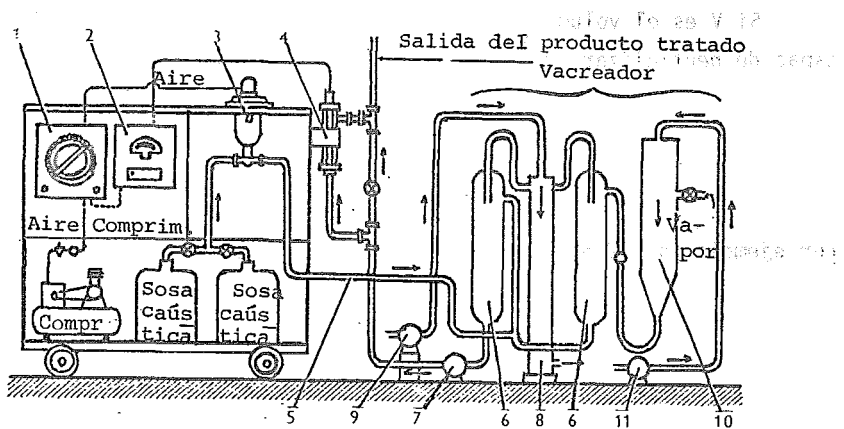


Fig. N1. 7. Procedimiento de desacidificación continua Robichaux (Cerry Burrel).

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control con registro gráfico del pH de la nata.</li> <li>2. Amplificador del pH.</li> <li>3. Válvula del control automático del neutralizador</li> <li>4. Electrodo de pH (sobre el circuito de la nata neutralizada)</li> <li>5. Tubería de llegada del neutralizador.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Cámaras a vacío del vacreador</li> <li>7. Bomba de descarga</li> <li>8. Eyector-condensador del vacreador.</li> <li>9. Bomba de agua para la alimentación del eyector-condensador</li> <li>10. Cámara de pasteurización del vacreador.</li> <li>11. Bomba de la nata que alimenta al vacreador.</li> </ol> |
|--|--|

La inyección del neutralizador a base de sosa tiene lugar en el vacreador al nivel de la válvula de paso de la tubería que alimenta la cámara de vacío profundo. El brutal descenso de presión a que se somete la nata favorece su mezcla íntima con el neutralizador. La cantidad de neutralizador a añadir se deduce del pH de la nata inicial que puede medirse en condiciones idénticas a aquéllas en las que se mide el pH de la nata neutralizada.

Finalmente, el empleo de carbonato y bicarbonato sódicos es muy interesante cuando las natas tienen que sufrir un proceso de vacreación el cual lo veremos después, ya que el gas carbónico formado en el curso de la desacidificación arrastra al desprenderse los productos volátiles presen-

tes en la crema. Los carbonatos y bicarbonatos deben utilizarse con precaución, pues fácilmente provocan la formación de espuma en la crema.

Insistiremos pues finalmente, en la importancia que tiene el proceso de desacidificación, ya que éste condiciona en buena parte la calidad de la mantequilla.

#### 5.- ESTANDARIZACION, AJUSTE O NORMALIZACION DE LAS CREMAS DE GRANJA.

Las cremas que habitualmente se reciben en la fábrica tienen un contenido de grasa muy variable. Es conveniente aconsejar a los productores que la entrega de natas ricas debe ser constante con el fin de no provocar alteraciones microbianas mientras permanecen en la granja. En estas condiciones la fábrica se ve obligada a una normalización de la mezcla de cremas recogidas con objeto de llevar su contenido de grasa a un valor -- (35-40%) compatible con la correcta realización del batido.

La normalización se realiza con agua o mejor, con leche descremada-fresca que aporta la lactosa necesaria para la ulterior maduración. Por otra parte, la leche descremada mejora sensiblemente las cualidades organolépticas de la crema.

#### 6.- LAVADO DE LAS CREMAS DE GRANJA.

Esta técnica, preconizada en Austria y Alemania antes de la guerra, cuyo método consiste en diluir la nata en una o dos veces su volumen de agua; la mezcla es inmediatamente descremada. La fase acuosa arrastra -- consigo todos los productos de degradación presentes inicialmente en la crema, especialmente el ácido láctico. El tratamiento se completa con la normalización con leche descremada que reintroduce en la crema la cantidad de lactosa necesaria (figura siguiente).

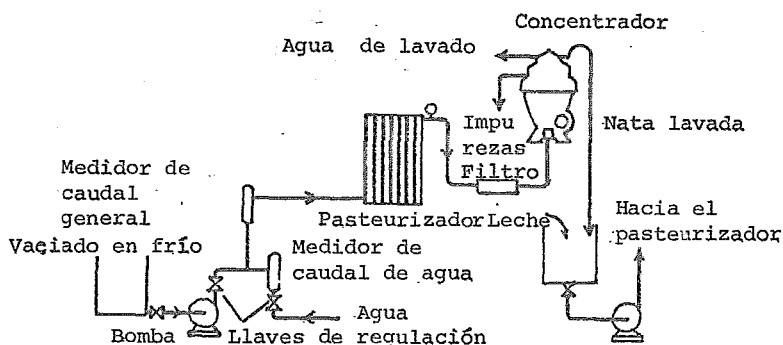


Fig. 8. Esquema de una instalación de lavado de cremas de granja (Alfa-Laval).

Desde el punto de vista teórico, el procedimiento es muy atractivo. No aporta a la crema ningún producto extraño, pero su aplicación resultaría cara porque requiere de un concentrador centrífugo con evacuación continua de los residuos. Desde hace algunos años, esta técnica ha sido extendiéndose en algunas regiones de Europa, en las que las cremas suelen estar sistemáticamente muy alteradas. Los resultados son satisfactorios, - pero la calidad del agua del lavado tiene que ser estrechamente vigilada para evitar la oxidación de la grasa. Por otra parte, se recomienda efectuar el vaciado en frío de las entregas de crema con el fin de evitar pérdidas de grasa en las aguas del lavado.

## 7.- PASTEURIZACION DE LA CREMA.

Esta técnica fué preconizada a finales del siglo pasado por el danés Storch y se extendió a los principales países lecheros. En Francia no se ha generalizado por completo. Mientras que en Dinamarca, en Holanda, en Suiza, en Canadá, en Estados Unidos, en Austria, en Nueva Zelanda, etc., la pasteurización de la crema se impuso en todas las mantequerías.

Actualmente se estima que la mayoría de las mantequerías pasteurizan su crema.

#### a) Objetivos de la Pasteurización.

No se puede trasladar pura y simplemente al dominio de la mantequería lo que ya se ha expuesto a propósito de la pasteurización de la leche.

El primer objetivo continúa siendo la destrucción de los gérmenes patógenos y, especialmente, del bacilo tuberculoso, el más termorresistente de todos ellos. Se ha probado hoy día que la mantequilla de crema cru da puede ser un vector de propagación de enfermedades infecciosas.

El segundo objetivo reside de la eliminación, tan completa como sea posible, de la flora inicial de la crema. Junto a los verdaderos fermentos lácticos, ésta contiene siempre numerosos gérmenes indeseables (levaduras, hongos, bacterias) a causa de las múltiples contaminaciones de que es objeto en el curso de las manipulaciones que sufre en el proceso.

Finalmente, el último objeto consiste en inactivar las lipasas responsables de ciertas alteraciones observadas durante el almacenamiento de la mantequilla.

#### b) Condiciones de la Pasteurización.

No insistiremos sobre la homogeneidad del calentamiento, que es la primera condición indispensable para una pasteurización eficaz.

Por lo que respecta a la temperatura de calentamiento, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En la crema la termorresistencia de los gérmenes es ligeramente superior.
- Ciertas lipasas microbianas tienen temperaturas de inactivación muy elevadas, próximas a los 85°C.

- El calentamiento a alta temperatura permite la liberación en la nata de sustancias antioxidantes puestas en evidencia por el suizo Ritter, capaces de contrarrestar el gusto a pescado y otras alteraciones del sabor de la nata originadas por los grupos sulfhidrilos.
- El gusto a cocido no aparece tan rápidamente en la crema como en la leche.

La experiencia demuestra que una temperatura de pasteurización próxima a 92-95°C, mantenida durante 30 segundos, garantiza una destrucción satisfactoria de los gérmenes y las enzimas, preservando las cualidades organolépticas de la crema. Podemos añadir a éste que el calentamiento sin contacto con el aire se impone con el fin de conservar al máximo las vitaminas y también principalmente para evitar oxidaciones previas de la grasa la cual es una de las graves alteraciones en la mantequilla.

En estos últimos años, se ha observado una clara tendencia a elevar la temperatura de pasteurización y hoy son frecuentes los calentamientos a 97-98°C durante 30 segundos.

### c) Refrigeración y Desodorización de la Crema Pasteurizada.

La refrigeración debe ser de la manera siguiente:

- Ser rápida para no favorecer la aparición en la mantequilla de defectos organolépticos, como el gusto a cocido o el sabor a aceite.
- Ser realizada en condiciones tales como la crema permanezca al abrigo de contaminaciones microbianas y de oxidaciones.

La temperatura depende de diversos factores, tales como la técnica de maduración y la composición química de la crema, la cual está íntimamente relacionada a la época del año.

La refrigeración al abrigo del aire, en aparatos tubulares o de pla

cas, parece imponerse, ya que elimina los riesgos de oxidación y de contaminación por la atmósfera. Por otra parte, estos refrigeradores, generalmente son de acero inoxidable y pueden desinfectarse perfectamente por medio de productos químicos haciéndolos circular a presión en circuito cerrado.

Sin embargo a veces es preferible la refrigeración al aire libre en aparatos adecuados. Por ejemplo, cuando la fábrica trata con cremas de granja, que siempre están profundamente alteradas y que son ricas en productos volátiles formados en el curso de diferentes fermentaciones que su fren las cremas durante su conservación en la granja, lo mismo ocurre -- cuando la leche, en ciertas épocas del año, tiene sabores anormales porque el ganado consume coles, nabos, ajos, etc.

En algunas ocasiones se ha tratado con cierto éxito de asociar las ventajas de la refrigeración al aire libre y la refrigeración al abrigo -- del aire. Diversos constructores de equipo han ideado dispositivos de -- desodorización situados a la salida del pasteurizador, inmediatamente antes del refrigerador cerrado. Todos estos principios están basados en lo siguiente: La crema caliente resbala en capa fina hasta el interior de -- un recipiente cerrado, en cuyo interior se hace el vacío. Después de -- atravesar este desodorizador, la crema es enviada al refrigerador, la crema no entra nunca en contacto con la atmósfera. Estos desodorizadores -- suelen ser muy eficaces.

#### d) Vacreación.

Es un procedimiento de pasteurización un tanto especial usado en -- países como Nueva Zelanda, su país de origen así como en Australia, en Ca nadá y Estados Unidos. Pretende realizar a un tiempo el calentamiento, -- la desodorización y la refrigeración parcial de la crema. Su principio -- es el siguiente: La crema sufre una inyección de vapor vivo en una cámara de vacío y pasa luego, sucesivamente a través de otras dos cámaras en las que un vacío de intensidad creciente permite la destilación del vapor antes inyectado y la expulsión simultánea de los productos volátiles. En --



suma, se trata de un tratamiento U.H.T. por contacto directo de la crema y el vapor.

Este método es interesante no sólo porque el tratamiento térmico es eficaz, sino sobre todo porque permite trabajar cremas bastante ácidas -- sin el riesgo de adherencias ni de adquisición de gusto a quemado. Puede, sin mayores dificultades, someterse a vacreación una crema con 50°D. Por otra parte, la desodorización se acompaña siempre de una desacidificación importante, ya que una gran proporción de ácidos volátiles escapan con el vapor en el curso de la destilación. Por ello, en verano es posible observar en las cremas de granja una próxima degradación por desacidificación a los 15°D. En invierno esta cifra es del orden de los 5 a 6°D.

En conclusión, la vacreación en ciertas circunstancias, rinde indudables servicios. Sin embargo no hay que perder de vista el objetivo inicial de los promotores del método: Eliminar los sabores y olores extraños que aparezcan en la crema a consecuencia de una alimentación defectuosa de los animales. No se trataba pues, primariamente, de desodorizar las cremas cuyos malos olores se deben a degradaciones bacterianas o químicas de sus componentes. Se concibe, por tanto que este método sea incapaz de regenerar cremas cuya composición se encuentra profundamente alterada por las múltiples fermentaciones que tienen lugar en ellas. Sólo se eliminan los malos sabores causados por productos volátiles, pero no los que dependen de la formación de sustancias fijas que subsisten íntegramente. En estas condiciones, la desodorización de las cremas de granja por vacreación es limitada, aunque siempre muy apreciable. (Figura siguiente Vacreador).

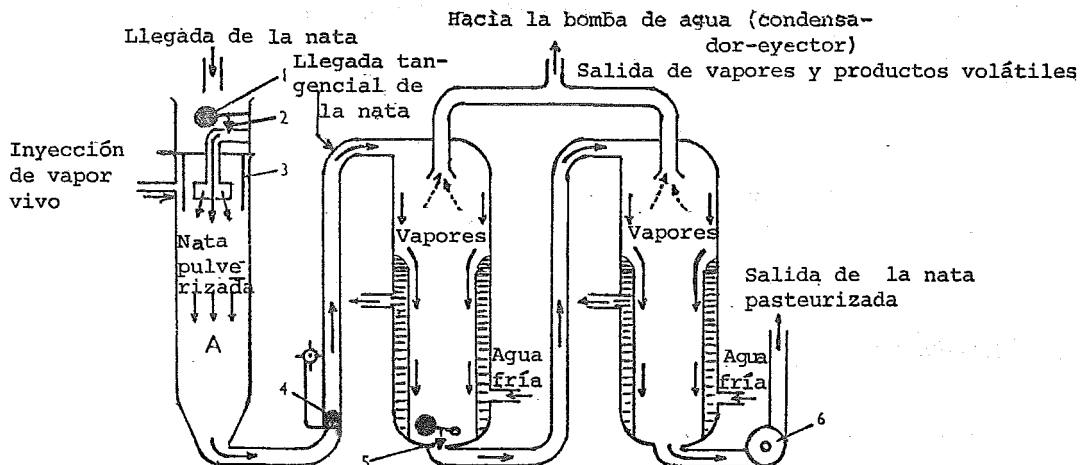


Fig. No. 9. Esquema del funcionamiento de un vacreador (procedimiento Cherry-Burrell).

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| A) Cámaras de pasteurización      | Presión: 500 a 600 mm/Hg.<br>Temperatura de la nata: 92-25°C |
| B) Primera cámara de destilación: | Presión: 340 mm/Hg.<br>Temperatura de la nata: 75-80°C       |
| C) Segunda cámara de destilación: | Presión: 90 mm/Hg.<br>Temperatura de la nata: 45°C           |

- |                                    |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Flotador que regula el nivel    | 4. Válvula de equilibrio        |
| 2. Válvula de admisión de la nata. | 5. Válvula de salida de la nata |
| 3. Pantalla                        | 6. Bomba centrífuga             |

## 8.- MADURACION DE LA CREMA.

### a) Necesidad de la Maduración.

La maduración de la crema se impuso por primera vez a finales del siglo pasado cuando el descremado centrífugo substituyó al espontáneo. La crema fresca que se obtenía por el nuevo procedimiento era difícil de batir y producía una mantequilla sin aroma. Por el contrario, si se dejaba

que la crema cruda se acidificase espontáneamente durante unas horas antes de batirla, la mantequilla se formaba sin dificultades y presentaba las -deseadas cualidades organolépticas. A partir de este momento se relacionaron la actividad microbiana y el aroma.

Señalaremos que ciertas técnicas de fabricación excluyen hoy la maduración por razones que comentaremos posteriormente.

#### b) Aroma de la mantequilla.

Cuando apareció la pasteurización, se comprobó que no bastaba con sembrar la crema pasteurizada con una flora láctica acidificante para obtener mantequillas aromáticas. La acidificación y el aroma parecían - - -pues, ser dos cosas independientes.

Fueron los holandeses Boekhout y DeVries, los daneses Orla Jensen y Storch y los americanos Hammer y Bailey quienes casi simultáneamente entre 1917 y 1919, demostraron que el aroma está ligado a la actividad de -determinados fermentos lácticos que hoy se denominan fermentos del aroma. Estos gérmenes ampliamente estudiados en los últimos 40 años por numerosos investigadores, como Van Beynum, Virtanen, Davis, etc., son bacterias lácticas verdaderas que pertenecen al grupo de los betacocos. Cultivados en la crema fresca forman solo una escasa cantidad de ácido láctico pero, por el contrario, en la nata ácida elaboran una serie de sustancias como el acetilmetilcarbinoil ( $\text{CH}_3\text{-CHOH-CO-CH}_3$ ) o acetoina. Este compuesto, inodoro y sin sabor, puede transformarse por oxidación en diacetilo - - - ( $\text{CH}_3\text{-CO-CO-CH}_3$ ), cuya presencia en la mantequilla demostraron Schmal Fuss y Barthemeyer, Van Niel, Kluyver y Derx, considerándolo como el principal responsable del aroma. Actualmente se sabe que todas las mantequillas -- contienen una dosis de diacetilo que oscila generalmente entre 0.5 y 1.5-mg. por Kg. Tampoco se ignora que la adición de diacetilo a las mantequi llas sin aroma les comunica los caracteres organolépticos de las mantequi llas aromáticas.

Se han identificado las bacterias lácticas capaces de elaborar can-

tidades relativamente importantes de acetilmetilcarbinol y de diacetilo.- Se trata esencialmente de fermentos lácticos heterofermentarios llamados betacoccus por Orla-Jensen y Leuconostoc citrovarum y paracitrovarum por Bergey. Para hacerles producir sustancias aromáticas hay que cultivarlos necesariamente en un medio ácido. Por ello los betacocos deben desarrollarse en la nata en asociación con bacterias muy acidificantes como son el Streptococcus lactis y el Streptococcus cremoris. Por otra parte, más recientemente, se han demostrado que ciertas cepas de estas dos especies de gérmenes eran capaces de formar simultáneamente cantidades apreciables de ácido láctico y acetoina. Lo mismo sucede con una bacteria láctica próxima a las precedentes, el Streptococcus diacetilis, cuya producción de acetoina le convierte en un verdadero fermento aromático.

Pero la producción de diacetilo y de acetoina por las bacterias del aroma es un fenómeno fugaz. Rápidamente, a veces en menos de 24 horas, se asiste a una desaparición de estos productos en los cultivos lácteos por reducción de 2,3 butilene glicol ( $\text{CH}_3\text{-CHOH-CHOH-CH}_3$ ), sustancia desprovista de sabor y olor. La detención del desarrollo de los fermentos del aroma por el mantenimiento del cultivo en frío retarda mucho la reducción.

También, indicaremos que se ha aclarado el papel desempeñado por el ácido cítrico de la crema. Gracias a este ácido, las bacterias del aroma elaboran acetoina y diacetilo según un mecanismo estudiado recientemente por De Mann y Pette y en el que participan como intermediarios el ácido pirúvico, el ácido oxalacético y el ácido acetoláctico.

De aquí se deduce que la adición de ácido cítrico a la crema puede acentuar el desarrollo del aroma. Esto sucede especialmente en ciertas natas de granja que en el curso de su conservación quedan muy empobrecidas en ácido cítrico (Figura siguiente).

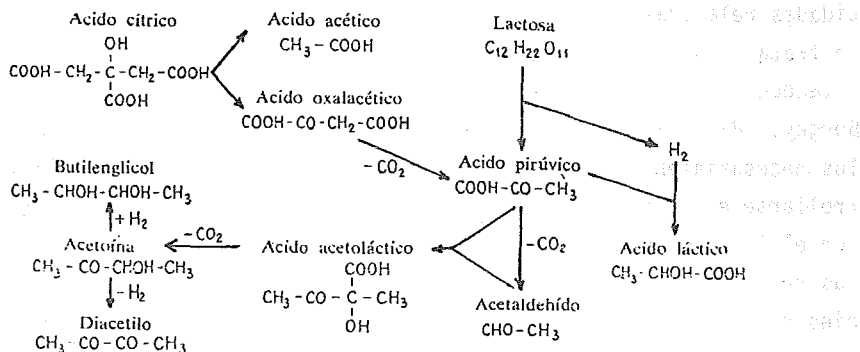


Fig. No. 10. Mecanismo bioquímico de formación del aroma de la mantequilla a partir de lactosa y ácido cítrico.

N. del T. Hoy parece claro que la biosíntesis del diacetilo no tiene lugar en estos microorganismos por oxidación de la acetofina, sino por una ruta independiente de la biosíntesis de acetofina.

Camus y Col. demostraron que la adición de citrato disódico a los fermentos o a la crema permitían obtener una proporción normal de diacetilo en la mantequilla. La aereación de la crema durante el batido es también un factor favorecedor de la formación de aroma, pero conviene subrayar que el contenido final de diacetilo de la mantequilla suele estar muy alejado del de la crema. En efecto, una gran parte del 80 al 90% del diacetilo es arrastrado al final del batido por el suero o mazada y por el agua del lavado. Es frecuente que una crema que contenga 3 ó 4 mg. de diacetilo por kilogramo de una mantequilla que no contenga más de 0.5 mg/kg. Esto explica que la mayoría de las mantequillas de granja, mal batidas e insuficientemente lavadas, presentan inmediatamente después de su fabricación un sabor mucho más pronunciado que el de las mantequillas industriales.

Pero sería erróneo creer que el aroma de la mantequilla es únicamente de la producción microbiana de acetofina y diacetilo, ya que en realidad hoy se sabe perfectamente que éste es sólo un aspecto del problema como lo prueba la existencia, en ciertas regiones de Europa de verdade

ros crudos de mantequilla que reflejan la diversidad de suelos y climas.- Quedan definidos por un conjunto de caracteres físicos y organolépticos - muy manifiestos los cuales confieren a la mantequilla su originalidad.

En conclusión, el problema del aroma presenta esencialmente dos aspectos:

- Un aspecto microbiológico, la producción de substancias fermentativas como la acetofina y el diacetilo;
- Un aspecto químico, la composición de la mantequilla y más concretamente, de su grasa.

Por otra parte no es imposible relacionar estos dos aspectos del problema, ya hemos emitido la hipótesis de la formación del aroma de la mantequilla que es esencialmente la consecuencia de la fijación de los productos fermentativos sobre el substrato específico que constituye la materia grasa (Beyambes y Beisseyre).

Por tanto cualquier técnica de trabajo como la pasteurización, que no modifique sensiblemente la composición de la grasa, debe permitir que subsistan en las mantequillas de cada región los elementos esenciales del crudo.

Existen métodos de aromatización artificial de la mantequilla, la aromatización artificial está prohibida, en algunos países sólo se toleran para la margarina. En el extranjero, particularmente en Suecia y Estados Unidos, se estudia seriamente la aromatización artificial de la mantequilla, derivados de la extensión de determinados procedimientos continuos que no permiten trabajar natas maduras su puesta a punto permitiría suprimir toda discontinuidad en la fabricación. Los principales aromatizantes usados son diacetilo, ácido acético, ácido láctico, etc. En este caso la mantequilla deja entonces de ser un alimento natural.

### c) Preparación de los Fermentos.

Es una operación delicada y muy importante. Consiste en preparar -

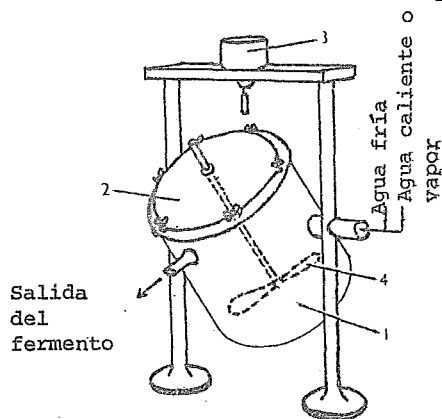
la cantidad suficiente para poblar rápidamente la crema de un cultivo puro de fermentos lácticos en el que se encuentren en proporciones definidas, los gérmenes productores del aroma asociados a fermentos acidificantes.

Será necesario tomar en cuenta la elección de las cepas de bacterias lácticas. Actualmente pueden adquirirse en el comercio en dos formas, bien como cepas puras destinadas a las fábricas que prefieren ellas mismas obtener la combinación de diversas variedades de fermentos o de mezclas de distintas cepas que se emplean directamente. Esta fórmula menos cara, es la más corrientemente adoptada.

Si se dispone de cepas puras, se pueden conservar durante bastante tiempo resemebrándolas con frecuencia, pero manteniéndolas siempre en recipientes separados. La mezcla de las cepas se debe realizar en la cuba de fermentos, o en la cuba de maduración en el momento que se siembra la crema.

Fig. No. 11.- Cuba con fermento basculante.

- 1.- Cuba de doble pared
- 2.- Tapa hermética
- 3.- Mecanismo de arrastre del agitador.
- 4.- Agitador.



Cuando se utilizan mezclas, no es posible conservarlas intactas mucho tiempo por resiembras sucesivas porque el equilibrio entre las diferentes cepas se suele alterar, con el predominio de alguna o algunas, en detrimento de las otras que llegan a desaparecer. En estas condiciones, la fábrica se ve obligada a renovar con frecuencia la mezcla utilizada, si emplea fermentos en polvo, la fábrica puede conservar fácilmente una reserva de fermentos a la que en cualquier momento puede recurrir.

Es necesario insistir en la absoluta necesidad de efectuar estas -- operaciones con el máximo de cuidado, pues de ésto depende el éxito y el carácter aromático y por lo tanto la maduración se traduce a producir un excelente producto.

#### 9.- BATIDO DE LA CREMA.

El batido tiene por objeto transformar la crema (emulsión de grasa en una fase acuosa) en mantequilla (emulsión de una fase acuosa en grasa). En el curso de esta operación se separa la mantequilla y el suero, debe hacerse de tal modo que la pérdida de grasa en el suero se reduzca al mínimo.

Se han emitido diversas teorías desde comienzos de siglo para tratar de explicar este fenómeno, sin embargo, sólo las últimas adquisiciones en el dominio de la constitución físicoquímica de la mantequilla han permitido hacerse una idea bastante exacta del mecanismo de transformación de la crema en mantequilla.

##### a) Teoría del Batido.

La constitución de la mantequilla ha sido precisada en los últimos años por numerosos investigadores alemanes, suecos, daneses, etc., entre los que cabe destacar a Mohr, King, Fritz y Mulder.

En la actualidad se admite que en la mantequilla existe una fase -- continua de grasa, llamada libre, líquida a la temperatura ambiente, ya -- que es muy rica en oleína. En esta grasa libre están repartidos, por una parte los glóbulos de grasa más o menos intactos, cristalizables a la temperatura ambiente, a causa de su alto contenido de glicéridos de punto de fusión elevado y por otra parte, gotitas de mazada más o menos diluída -- por el agua del lavado. La grasa libre desempeña el papel de un cemento -- que aprisiona a los glóbulos grasos y a las gotitas de mazada.

Ahora bien, la grasa se presenta en la leche únicamente bajo la --



fórmula de glóbulos que tienen una estructura bien definida: Los glicéridos de bajo punto de fusión y por tanto, líquidos, se acumulan en el centro de los glóbulos, mientras que los glicéridos de punto de fusión elevado se encuentran en la periferia formando así una especie de caparazón -- que no deja escapar a la grasa líquida.

El batido para obtener la mantequilla provoca primero la formación de una espuma firme y si se prosigue esta agitación, se llega a la destrucción de la espuma con separación de la grasa en forma de mantequilla. Se trata de fenómenos físicos complejos; cuya explicación más aceptable es la siguiente:

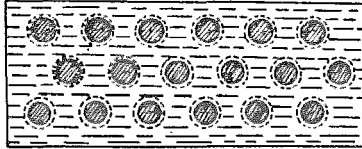
1. La agitación provoca la incorporación de burbujas de aire; se forma entonces una fase gaseosa discontinua gracias a la adsorción de sustancias protéicas que forman una fina capa protectora en la interzona aire/líquido, que se vuelve estable cuando las burbujas de aire incorporadas se subdividen formando pequeños núcleos alrededor de los cuales se agregan dos racimos de glóbulos grasos.

Consecuencia: El volumen y la viscosidad aumentan formándose una espuma sólida si el contenido en materia grasa es superior al 30-35%.

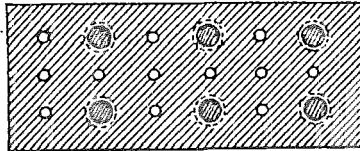
2. El aumento de las microburbujas de gas incorporadas bajo la influencia de la agitación prolongada, provoca una fuerte compresión de los glóbulos grasos. Una parte de éstos se destruye; la película de adsorción se rompe y las sustancias que la componen se disuelven; por este hecho la mazada o suero de manteca se enriquece en lecitino-proteínas. La materia grasa liberada forma una fase continua, un cemento que envuelve a las gotitas acuosas y a los glóbulos grasos intactos.

Consecuencia: Los granos de mantequilla se separan del plasma que constituyen el suero de manteca. Se produce una inversión parcial; el tipo de emulsión original "grasa en agua" se substi-

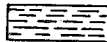
tuye por el de "agua en grasa", propio de la mantequilla (figura siguiente).



leche, crema  
(emulsión tipo grasa  
en agua)



mantequilla  
(emulsión tipo agua-  
en grasa con más o -  
menos glóbulos gra--  
sos intactos.



Solución acuosa



Gotitas acuosas



Fase grasa continua



Glóbulos grasos con  
película de adsorción.

Fig. No. 12. Inversión de fases en la fabricación de Mantequilla.

#### b) Condiciones del Batido.

Una crema demasiado rica se bate mal a causa de su excesiva visco--

sidad, una crema demasiado pobre ocupa un gran volumen y ésto va en contra de una utilización rentable del material; por otra parte, las pérdidas de grasa en el suero suelen ser más elevadas. En general se bate la crema con un contenido en grasa que oscila entre un 30 y un 40%. Estas son las condiciones óptimas de la transformación de la crema en mantequilla y existen otras pero sólo señalaremos algunas de las más importantes:

#### c) Agitación.

La operación se desarrolla tanto más de prisa cuando más enérgica es la agitación. Está en función de la velocidad de rotación de la batidora, que puede oscilar entre 20 y 30 vueltas por minuto, según el volumen del aparato y el grado en que ésta se llena, nunca debe exceder de un 50% en un tiempo que suele durar de 30 a 45 minutos. El suero separado no debe contener más de 3 a 4 gramos de grasa por litro.

#### d) Temperatura.

Una temperatura demasiado elevada acelera la velocidad del batido, pero con ello se corre el riesgo de provocar pérdidas de grasa en la máza da. En invierno se opera generalmente a 12-13°C, mientras que en el vera no se puede trabajar a 8-10°C, teniendo en cuenta el calentamiento de la nata durante la operación.

#### e) Acidez.

La experiencia demuestra que la crema acidificada se bate más rápidamente que la dulce si el resto de las condiciones del batido permanecen inalteradas. Este fenómeno se debe a la influencia de la acidez sobre el comportamiento de los glóbulos grasos.

Se sabe que los glóbulos son hidrófilos en la crema fresca. Presentan muy poca afinidad por los aceites. En efecto, si se deja en reposo una mezcla de aceite y agua a la que se han añadido glóbulos grasos, se ve que estos últimos se agrupan en la parte superior de la fase acuosa y no en la fase grasa que se sitúa por encima. Por el contrario, si se - -

efectúa el mismo ensayo con glóbulos procedentes de una leche a una crema ácidas, se comprueba que los glóbulos penetran en la capa de aceite. Este fenómeno es consecuencia de la desnaturalización de la membrana lipoprotéica de los glóbulos por la acidez.

Los glóbulos hidrófilos pasan a ser hidrófobos y presentan una gran afinidad por la grasa líquida. Esta modificación de la polaridad da cuenta del rápido batido de las cremas ácidas. En la fabricación de mantequillas a partir de crema madurada se bate la crema cuando ésta alcanza una acidez de 65°D en la fase no grasa. De esta manera una nata con un contenido del 40% de grasa se trabaja a  $\frac{65^{\circ}\text{D} \times 60}{100} = 39^{\circ}\text{D}$  aproximadamente. Hay que procurar no acidificar excesivamente la crema con objeto de evitar accidentes durante la conservación de la mantequilla.

Por último en iguales condiciones de trabajo, las cremas de granja que han sufrido una acidificación en su lugar de origen, se baten más fácilmente que las cremas obtenidas en las lecherías.

El batido de la crema dulce, es decir, no madurada, puede efectuarse si se opera a baja temperatura (de 5 a 7°C) con objeto de evitar las pérdidas de grasa en el suero. Por otra parte, la operación se prolonga un poco más.

#### 10.- AMASADO DE LA MANTEQUILLA.

Esta operación facilita la soldadura de los granos y la pulverización de la fase acuosa en el seno de la grasa. Tiene mucha más importancia para la conservación de la mantequilla que el lavado. En efecto, los gérmenes sólo pueden desarrollarse en la fase acuosa y cuando el amasado es correcto, su número es siempre inferior al de las gotas de suero que constituyen la emulsión. La mayoría de estas gotas, pues, estériles y las contaminadas, una de cada 1,000 debido a su pequeño volumen, sólo ofrece a los gérmenes una cantidad escasa de alimentos, lo que impide la proliferación masiva.

El amasado regula igualmente el contenido en agua y su distribución en la mantequilla. Practicada en seco, la operación consigue rebajar el contenido en agua, sin que esta disminución sea nunca muy importante. A veces es imposible rebajar la humedad del producto más de 1%, especialmente si la formación de los granos se mantequilla en el curso del batido ha tenido lugar correctamente.

Por el contrario, cuando se amasa en agua, la humedad de la mantequilla puede aumentar extraordinariamente. Por ello, en la práctica corriente se intenta obtener al término del batido y el lavado, una mantequilla de una humedad ligeramente inferior al 16%. Inmediatamente se le incorpora al producto mediante el amasado la cantidad exacta de agua que le falta para alcanzar el máximo de humedad fijado por la ley.

El amasado puede influir en la evolución química de la mantequilla. La dispersión de las gotitas de agua y suero diluido aumenta considerablemente la superficie de contacto entre la grasa y la fase acuosa. King va lora su extensión en 150 m<sup>2</sup> por kilogramo de peso. En estas condiciones, el contenido de las gotitas puede intervenir para modificar o proteger la grasa. Así, en una mantequilla de crema cruda o pasteurizada a una temperatura inferior a 80°C, se observan a menudo acciones lipásicas que provo can la hidrólisis parcial de los glicéridos y la aparición de un sabor ar rancio. Si se pasteuriza la crema a 95°C, se destruyen las lipasas y apa recen en el medio grupos sulfhidrilos (-SH) reductores. Estos grupos con tenidos en la fase acuosa, protegen un tanto más a la mantequilla cuanto más intento sea el amasado.

Finalmente se ha preconizado, especialmente en Dinamarca, el amasado en vacío. Los ensayos de la estación de Hillorod han demostrado que - en ciertos casos, esta técnica puede mejorar la consistencia de las mantequillas de invierno al favorecer la salida de la grasa libre del interior de los glóbulos. Ni el sabor ni la conservabilidad de la mantequilla se ven afectados.

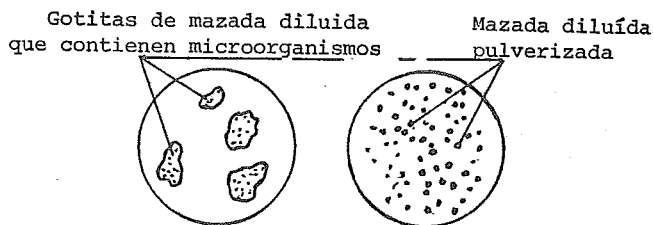


Fig. No. 13.- Efectos del amasado.

A la izquierda, mantequilla no amasada. A la derecha, mantequilla amasada. Las gotitas de mazada son muy pequeñas y no ofrecen suficientes alimentos para permitir el desarrollo microbiano.

#### 11.- EQUIPO DE BATIDO Y AMASADO.

El batido y el amasado se han realizado durante mucho tiempo en aparatos distintos, pero hoy en día todas las instalaciones modernas efectúan sus trabajos en uno solo, la batidora amasadora.

Este aparato se caracteriza esencialmente por la forma y por el material de construcción.

Las antiguas batidoras se construían siempre en madera dura o impusible. Para eliminar las contaminaciones microbianas ocasionadas por la desinfección incorrecta de la madera, sobre todo cuando ésta se hace esponjosa, se idearon batidoras totalmente mecánicas, fabricadas en acero inoxidable. Al principio, estos aparatos presentaban el inconveniente de que la mantequilla se pegaba a sus paredes, pero pudo hacerse un arreglo haciéndolas rugosas fijándolas con esmeril para que se adhirieran a ellas las gotitas y no la mantequilla. Las batidoras metálicas presentan la ventaja de poder regular fácilmente en ellas la temperatura, durante el trabajo por aspersión con agua fría o caliente. Estos aparatos son caros, pero su duración es muy prolongada.

Las batidoras adoptan por lo general forma de tonel, pero desde ha-

ce 20 años, existen una gran variedad de formas: cúbica, bicónica, poliédrica, etc.

Todas las batidoras están provistas de una o dos ventanillas que -- permiten vigilar el trabajo, así como de una puerta hermética por la que se introduce la crema y se extrae la mantequilla y de un canal de evacuación del suero y del agua del lavado. Además, un sistema de paletas asegura la agitación satisfactoria de la crema al tiempo que gira la batidora. El mecanismo impulsor del tonel de la batidora permite variar a voluntad la velocidad de la misma.

El volumen de las batidoras es muy variable. En la industria se -- pueden utilizar aparatos cuya capacidad total puede alcanzar hasta los -- 12,000 litros.

En las batidoras-amasadoras de rodillos internos, el amasado se -- efectúa por laminación de la mantequilla entre los rodillos acanalados y giratorios fijos aleje del tonel de la batidora. En las batidoras amasadoras de carretilla la operación se basa en el mismo principio, pero los rodillos van en un soporte móvil que se introduce en el tonel por una de sus bases y que se abre, constituyendo la puerta de la batidora.

Existe una clara tendencia a substituir el amasado por laminación -- entre los rodillos por el amasado a base de choque. Los aparatos empleados se simplifican; sólo se utiliza una batidora con paletas interiores -- fijas destinadas a hacer ascender la masa de la mantequilla a la parte superior de la batidora, desde donde cae a la puerta contraria, sufriendo -- así una verdadera lapidación que provoca la pulverización de las gotas de suero diluido. Las batidoras de acero inoxidable son todas de este tipo.

## 12.- COLORACION DE LA MANTEQUILLA.

La intensidad del color amarillo de la mantequilla varía según las -- regiones y las estaciones del año. Así, en Normandía, la coloración es -- casi intensa con un máximo en Abril y Mayo. Los animales permanecen en--

tonces continuamente en los pastos y obtienen así una alimentación rica - en carotenos. Por el contrario, en el Este, los animales se quedan mucho tiempo en los establos y consumen una cantidad mucho menor de alimentos - verdes. El color de la mantequilla es claro y a veces casi blanco.

Los gustos del público varían también en cada región, sin embargo - se prefieren las mantequillas amarillas y poco las blancas, los fabricantes colorean frecuentemente sus productos con colorantes naturales, los - cuales se añaden a la crema inmediatamente antes del batido, lo que permi te obtener una mantequilla uniformemente coloreada.

### 13.- ENVASADO.

La mantequilla se distribuye en cajas cúbicas o pequeños toneles de 20 a 25 kilogramos, o bien en pastillas de 125 ó 250 gramos o en porcio-- nes individuales de 20 gramos cubiertas de papel sulfurizado, forrado por lo general de una hoja de aluminio, pueden utilizarse también películas - celulósicas del tipo del celofán.

El envasado en pastillas, se efectúa en la fábrica por medio de em- paquetadoras automáticas capaces, según los modelos, de un rendimiento de 1,000 a 6,000 pastillas o barras de 250 gramos por hora. La regularidad- del trabajo puede ser exacta pero las variaciones de peso de una barra a- otra no deben exceder de un gramo. Cuando la mantequilla está bien amasa- da, las pérdidas de agua no exceden del 0.5%. También puede mecanizarse- la alimentación de la empaquetadora.

La limpieza de estos aparatos debe ser muy cuidada, pues puede cons tituir la fuente de contaminaciones masivas de la mantequilla.

### 14.- CONSERVACION.

El salado es el procedimiento más antiguo. Para detener la prolife- ración de los gérmenes es necesario alcanzar una concentración de sal del



15 al 20% en la fase acuosa, o del 2.4 al 3.2% en la mantequilla (puede - tolerarse hasta el 10%). El salado se hace con sal fina durante el amasado.

En los países latinos, la producción de mantequilla salada es bas-- tante reducida. En los anglosajones la mantequilla se sala muy frecuentemente al 0.5%; pero se trata más bien que nada de cambiar el sabor y no - de facilitar su conservación.

El ácido bórico es un antiséptico utilizado durante mucho tiempo para adicionar a la mantequilla a razón del 0.5%; pero felizmente, su uso - se ha prohibido.

Pero el procedimiento más racional y más seguro continúa siendo el- depósito en frigoríficos a una temperatura comprendida entre los menor -- 15°C la mantequilla puede conservarse perfectamente durante muchos meses, a esta temperatura los procesos bioquímicos transcurren lentamente y la - proliferación microbiana se detiene.

En la siguiente tabla se han agrupado resultados de un análisis mi- crobiológico que muestra la evolución de la flora de la mantequilla durante un almacenamiento previo a menos 14°C durante 5 meses. Como puede verse, el número de microorganismos disminuye rápidamente. Sin embargo, la- actividad enzimática puede proseguir.

La mantequilla debe estar bien envasada en cajas con papel de aluminio y sin permitir que haya formación de bolsas de aire entre la mantequilla y la hoja de papel.

CUADRO No. 14. EVOLUCION DE LA FLORA MICROBIANA DE DIVERSAS MUESTRAS DE MANTEQUILLA A LO LARGO DEL ALMACENAMIENTO A - 14°C DURANTE 5 MESES (Según Veisseyre, Jarrousse, Faurot de Lamothe y Salles)

Factoría	pH de la mantequilla a la entrada.	Número de gérmenes por gramo de mantequilla									
		Flora total		Flora contaminante							
		a la entrada	a los 5 meses	Bacterias coliformes		Bacterias cascolíticas		Levaduras		Mohos	
				a la entrada	a los 5 meses	a la entrada	a los 5 meses	a la entrada	a los 5 meses	a la entrada	a los 5 meses
A	4'5 5'3	5'300.000 800.000	20.000 30.000	0 2'5	0 0'6	250 400	60 0	130 5	10 4	30 2	0 0
B	4'2 5'1	2.300.000 8.800.000	100.000 280.000	60 60.000	0'6 2.500	16.000 70.000	600 1.000	7.500 2.900	400 570	500 320	44 40
C	5'2 6'8	350.000 3.600.000	17.000 40.000	600 60.000	0 2.500	52.000 32.000	200 1.500	2.500 15.000	2 300	2 100	0 10
D	5 6'6	9.000.000 2.600.000	80.000 41.000	60 60.000	0 25.000	27.000 170.000	2.000 5.000	30.000 280	7.500 180	200 55	0 13

## 15.- DEFECTOS Y ALTERACIONES DE LA MANTEQUILLA.

Los defectos y alteraciones de una mantequilla se determinan mediante el examen organoléptico, el cual se basa en un test cuyo contenido es el aspecto, la textura, la distribución de agua, el gusto y el olor.

-Defectos de aspecto. Si la fabricación se realiza sin cuidado con un material mal conservado, la mantequilla puede quedar sucia y llevar impurezas groseras. Hay que evitar las jaspeaduras, son prueba de una utilización incorrecta de colorante o de un amasado insuficiente o irregular. Este defecto es corriente cuando la mantequilla se sala. En efecto, los cristales de cloruro de sodio para disolverse atraen el agua que los rodea, provocando la formación de gotas de salmuera de color oscuro, es -- pues necesario cuando se sala la mantequilla, esperar a que los cristales se hayan disuelto completamente antes de efectuar el amasado final.

Cuando la mantequilla lleva mucho tiempo fabricada y su conservación se realizó en malas condiciones, puede mostrar manchas de diversos colores causadas por la proliferación de mohos.

Por último, hoy se sabe que las mantequillas pasteurizadas son invadidas con más rapidez que las mantequillas de crema cruda por los mohos -- procedentes de contaminaciones durante el trabajo. Las razones de este comportamiento no se han aclarado aún suficientemente.

- Defectos de textura. Se aprecia la textura de la mantequilla extendiéndola con un cuchillo y degustándola después. Una textura correcta permite una extensión fácil, sin que la pasta se pegue a la hoja del cuchillo y sin que se formen grumos. En la boca, la mantequilla debe fundirse fácilmente sin que dé la impresión de grasa o de presencia de granos de arena, que son consecuencia de una cristalización defectuosa de la materia grasa.

La mantequilla quebradiza y grumosa es frecuentemente en invierno. El defecto se debe a que los glicéridos forman grandes cristales, que privan a la pasta de cohesión a causa de la poca cantidad de oleína libre --

que los baña. Para evitar este defecto hay que lograr que la materia grsa forme cristales diminutos, enfriando enérgicamente la crema tras la pasteurización.

La mantequilla blanda, pegajosa, se debe a la presencia de una fuerte proporción de olefina libre, líquida a la temperatura ambiente. El remedio consiste en evitar la expulsión fuera de los glóbulos grasos de una cantidad excesiva de olefina libre y en formar simultáneamente grandes - - cristales de glicéridos que, inundados de olefina libre, confieren a la -- mantequilla una textura más firme. Este doble objetivo se consigue no en friando demasiado la crema tras la pasteurización y efectuando la maduración a 16-17°C. Sin embargo, poco tiempo antes del batido hay que en- - friar más intensamente (8-10°C) para completar la cristalización de los - glicéridos y evitar pérdidas de materia grasa en la mazada.

Puede suceder también que la textura larga y pegajosa sea consecuencia de un amasado demasiado prolongado. Se dice entonces que un amasado-excesivo ha fatigado la pasta.

La mantequilla arenosa es un defecto que afecta sobre todo a las -- partidas fabricadas con crema degranja. Durante las manipulaciones que - proceden a la pasteurización (translado, desacidificación, etc.) se puede observar un principio de batido y los granos de mantequilla formados se - funden durante la pasteurización. Esta mantequilla fundida cristaliza durante el enfriamiento, formando cristales voluminosos responsables de la-particular sensación que percibe el degustador. Es importante pues, evitar el batido parcial. Si a pesar de las precauciones tomadas se produce hay que cristalizar finamente la mantequilla fundida enfriando la crema - enérgicamente y con rapidez.

En algunos casos el defecto puede deberse a una desacidificación a-la cal mal efectuada. Entonces se perciben los aglomerados de caseinato-de calcio. El accidente se produce cuando se desacidifica con una solución demasiado concentrada.

- Distribución defectuosa del agua. Cuando se corta la mantequilla

se percibe en la superficie del corte, gotitas de agua resultante de un amasado insuficiente, más que de una humedad excesiva. Una mantequilla con un 14% de agua, mal amasada, puede rezumar el líquido, mientras que una mantequilla con un 16%, o incluso con un 18% de agua, como suele ser el caso en Alemania, puede ser perfectamente seca o parecerlo sin haber sido convenientemente amasada.

Cuando lo que aparece en el corte son gotitas de mazada, pueden suponerse que no sólo se ha amasado mal la mantequilla, sino que también se ha lavado insuficientemente.

- Defectos y alteraciones del gusto y el olor.- Son los más numerosos, los más frecuentes y los más graves. Su origen es bacteriológico (enranciamiento, gusto a ácido, gusto a queso, gusto a levadura, gusto a moho, gusto a malta) o químico (gusto a metal, gusto a seboso, gusto a pescado, gusto a caramelo).

- a) Enranciamiento o rancidez hidrolítica, es el defecto más conocido. Está provocado por la hidrólisis de la materia grasa, que libera algunos ácidos volátiles de olor picante: ácidos butírico, caproico, etc. Cuando hay enranciamiento cetónico, los ácidos liberados se transforman, por oxidación en metilcetonas volátiles de olor muy desagradable.

Los agentes de enranciamiento son numerosos, en algunos casos, se trata únicamente de la lipasa mamaria; en otros casos mucho más frecuentes, se debe a gérmenes de contaminación productores de lipasa. Orla -- Jensen ha señalado asimismo el papel de los microbios caseolíticos que provocan la formación de amoníaco capaz de combinarse con los ácidos grasos formando productos de olor repugnante.

Los gérmenes del enranciamiento más abundantes son mohos (*Geotrichum*, *Cladosporium*, *Penicillium*) y bacterias (fluorescentes, micrococcos, etc.). Las levaduras, algunas de cuyas especies son fuertemente lipolíticas, intervienen más raramente.

Si el desarrollo de los mohos se ve inhibido, se produce, por lo general, rancidez catónica.

b) Otros defectos y alteraciones.

Gusto ácido.- Es debido a un desarrollo excesivo de los fermentos - acidificantes en la crema y un lavado insuficiente de la mantequilla. No sólo es un gusto desagradable, sino que además anuncia muy a menudo - - otros defectos favorecidos por la acidez excesiva.

Gusto a queso.- Proviene de la degradación de la caseína, de la crema o de la mantequilla por gérmenes proteolíticos de contaminación. El comportamiento de la mantequilla recuerda entonces al del queso.

Gusto a levadura.- Aparece cuando la crema o la mantequilla es invadida por levaduras capaces de producir una fermentación alcohólica. Las cremas ácidas, sobre todo en verano, son propicias para el desarrollo de - estas levaduras.

Gusto a Moho.- Bastante frecuente en las mantequillas almacenadas. - En consecuencia de la proliferación de mohos. Sólo, se le observa raramente porque estos gérmenes tienen una actividad caseolítica y lipolítica considerable.

Gusto a malta.- Algunos fermentos lácticos son responsables de este defecto por lo general menos grave que los anteriores.

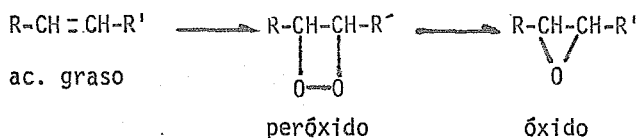
Gusto a metal.- Acompañado de un sabor astringente muy característico que proviene de la presencia de hierro o de cobre en cantidad importante.

Gusto a crema pesada.- Bajo esta expresión se designa un sabor característico que suelen presentar las mantequillas fabricadas a partir de -- cremas de granja desacidificadas, cuando su fabricación no se ha efectuado racionalmente. En particular, el mal gusto aparece cuando la desacidi

ficación ha sido demasiado prolongada.

Gusto a sebo.- Es una alteración que por regla general afecta a las mantequillas almacenadas. Se debe a la oxidación de la materia grasa que va acompañada de la formación de peróxidos.

La serie de reacciones sería la siguiente: formación de peróxido por fijación de una molécula de oxígeno sobre un doble enlace de ácido graso, no saturado; descomposición del peróxido de óxido, con liberación de un átomo de oxígeno; escisión de los ácidos formados a partir de los ácidos-grasos liberando aldehidos y cetonas.



Pero los dobles enlaces no son los únicos que fijan el oxígeno. Se ha conseguido aislar compuestos del tipo  $\text{R-CH-CH=CH-R}'$ ,



llamados hidroperóxidos, formados a partir de la oxidación de un enlace simple. También desempeñan un papel decisivo en el desenvolvimiento de la sebosidad.

Se ha propuesto utilizar el índice de peróxido, es decir, el contenido de la mantequilla en peróxidos para seguir la evolución del producto durante su almacenamiento en frío.

Gusto a pescado.- Este defecto afecta a las mantequillas almacenadas. Se atribuyó durante bastante tiempo a la presencia de trimetilamina proveniente de la degradación de las lecitinas. Hoy se piensa más bien en sustancias resultantes de la oxidación de los ácidos insaturados de lecitinas y glicéridos. La acidez y la presencia de sal y de metales ca-

talizan la degradación de las lecitinas. La pasteurización de la crema a una temperatura superior a 90°C produce sustancias antioxidantes que dificultan el desarrollo de la alteración.

Gusto a Cocido, a Caramelo o a Quemado.- Es consecuencia de una pasteurización mal realizada acompañada de una adherencia a la superficie de los cambiadores de calor del pasteurizador. Es un defecto frecuente al trabajar cremas demasiado ácidas. Tanto la caseína precipitada como la lactosa sufren un principio de carbonización que entrafia la aparición del mal gusto. A veces éste desaparece totalmente pocos días después de la fabricación. Algunos fermentos lácticos provocan la aparición del gusto a cocido.

Gusto a yodo.- Este defecto aparece cuando se utiliza para lavar la mantequilla, agua que contiene un exceso de cloro y que haya pasado por un depósito cuyas paredes internas se hayan contaminado. Se forma clorofenol y aparece simultáneamente un gusto a farmacia que el degustador compara en general con un sabor a yodo.

Gusto y olores a lugares cerrados (Depósitos, etc.) - Estos defectos difícilmente definibles, aparecen cuando la mantequilla se conserva en locales que contienen otros productos que desprenden algún olor por discreto que sea. Ya subrayamos la facilidad con que la mantequilla es capaz de absorber todos los olores.

Gusto a establo.- Es a menudo el resultado de un lavado insuficiente. En este caso la causa es la presencia de mazada alterada.

Gustos a forraje, pulpa, ajo, etc.- Estos sabores extraños pueden aparecer en algunos períodos del año, cuando los animales consumen plantas de olor pronunciado. Son siempre muy difíciles de eliminar totalmente durante la fabricación.



## 16.- PROCEDIMIENTOS CONTINUOS DE FABRICACION DE MANTEQUILLA.

Hasta no hace mucho, la mantequería podía ser considerada como un caso típico de industrias que trabajan por procedimientos discontinuos. La separación de la crema se realiza de modo continuo desde la aparición de las descremadoras centrífugas; en cambio la maduración de la crema y su transformación en mantequilla, siguen siendo operaciones discontinuas, - largas y de hecho poco racionales.

Recordemos que la transformación de la crema en mantequilla necesita primero, la reunión de los glóbulos grasos y luego la expulsión del agua libre que encierran.

En un primer grupo de procedimientos (Fritz y Senn), esta transformación se realiza mecánicamente por agitación enérgica de la crema, acompañada por una inyección de un gas a presión, para esquivar la formación de espuma.

En un segundo grupo de procedimientos (Alfa, New-Way), la inversión de la emulsión se efectúa físicamente, por simple enfriamiento acompañado de un ligero trabajo mecánico. Previamente la crema ha de ser concentrada por medio de descremadoras centrífugas, hasta lograr el contenido de materia grasa de la mantequilla (80-82%).

Por último, en un tercer grupo de procedimientos (Golden-Flow) Creme ry, Package), se separa primero la materia grasa de la crema y después se emulsiona una solución acuosa (agua, leche fresca o acidificada) en esa materia grasa. La emulsión obtenida se solidifica finalmente por refrigeración. Estos procedimientos se asemejan pues, a la técnica de fabricación de margarina.

Estudiaremos sucesivamente los métodos Senn, Fritz, Alfa y Golden Flow.

a) Procedimientos Senn.

En realidad no es un procedimiento de fabricación continua. Consiste en una pequeña sucesión de batidos cuya duración no pasa de 1 a 2 minutos. Es posible entonces alimentar de manera continua una empaquetadora de mantequilla dispuesta a la salida de la instalación.

De origen suizo, el procedimiento ha sido ampliamente experimentado en la central lechera de Berba y en la de Lucerna, después de la segunda guerra mundial.

La pieza fundamental de la máquina es un recipiente cónico, el "churn" (batidora), de un volumen de trabajo de 100 a 200 litros según los modelos. En el interior gira a 3,000 r.p.m. un agitador. La parte inferior del churn está en comunicación con una especie de reservorio horizontal por el que circula una corriente de agua fría. Es el endurecedor. Por último en el extremo de éste hay un amasador de tornillo sin fin, el compresor a la salida del cual se encuentra la empaquetadora (Figura siguiente)

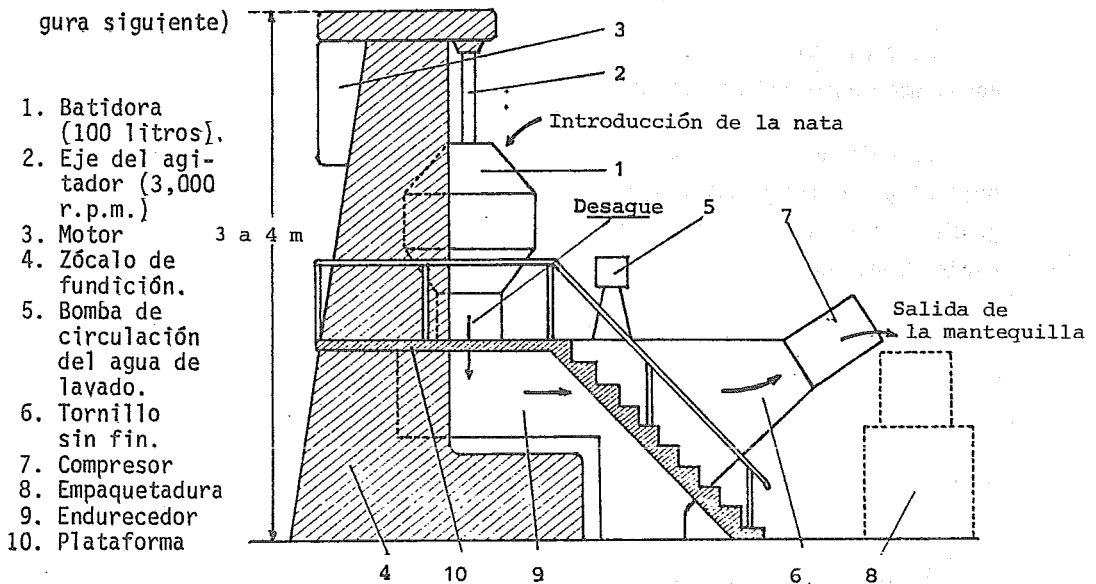


Fig.15. Fabricación continua de mantequilla por el procedimiento Senn.

La crema con un 30% aproximadamente de materia grasa es pasteurizada y sometida luego a maduración. A continuación se conserva durante 24 horas en tanques cerrados, bajo presión de  $\text{CO}_2$  que se introduce en la crema por el borboteo. El batido se realiza en el churn en fracciones de -- 100 a 200 litros aproximadamente, en menos de 2 minutos, debido a la velocidad del agitador, que forman los granos de mantequilla. Se extrae en-- entonces la mazada y se efectúa a continuación un primer lavado en el - - churn. Tras evacuar el agua, se recogen los granos de mantequilla en el endurecedor, donde prosigue el lavado mientras otra fracción de crema penetra en el churn. La mantequilla lavada pasa enseguida al compresor y - sale en cinta para caer en la tolva de la empaquetadora.

El empleo de  $\text{CO}_2$  tiene un doble fin:

- « Favorecer la formación de espuma y acelerar por tanto, la reunión de los glóbulos grasos;
- « Acidificar la crema y favorecer por tanto, la reunión de estos glóbulos.

La capacidad de un aparato provisto de un churn de 100 litros es de aproximadamente 500 Kg. de mantequilla por hora.

La calidad del producto obtenido se parece a la de la mantequilla fabricada por métodos habituales. La presencia de  $\text{CO}_2$  protege la materia - grasa contra la sebosidad. Las pérdidas de grasa, en la mazada son reducidas (menos de 0.2%).

El costo de la máquina es muy elevado y la potencia para su funcionamiento es muy importante.

De esto podemos decir que el procedimiento Senn es el menos revolu-- cionario de todos los procedimientos de fabricación continua de la mantequilla. Sigue las fases habituales: batido, lavado y amasado.

El procedimiento Senn no se ha desarrollado suficientemente debido-

a la competencia de otros procedimientos mucho menos costosos.

### b) Procedimiento Fritz.

El origen del procedimiento es ya antiguo puesto que De Laval en 1889, había ideado una batidora continua en la cual la crema agitada violentamente, se transformaba al instante en mantequilla.

Hace 25 años el Dr. Fritz en Alemania recogió la idea y logró poner a punto un procedimiento utilizado hoy de modo creciente no sólo en Alemania, sino que también en Suecia, Austria y Francia desde 1951.

La máquina original estaba constituida por un pequeño cilindro horizontal de batido de un volumen de unas decenas de litros, de doble cubierta recorrida por agua fría. Dentro del cilindro, un agitador de paletas giraba a 2,000 ó 3,000 r.p.m. Un separador formado por dos tornillos desfilados sobrepuesto que gira en sentido opuesto en un dispositivo bicilindrico, prolongaba el mecanismo del batido. Este separador llevaba en su extremo, una serie de placas perforadas que desempeñaban el papel de laminador. (Figura siguiente).

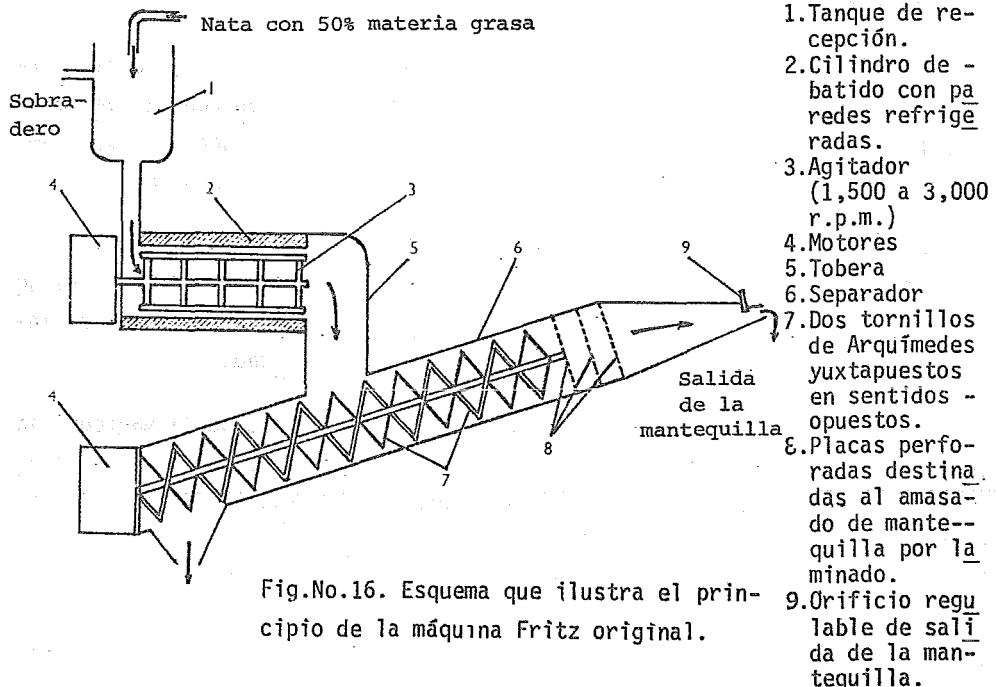


Fig.No.16. Esquema que ilustra el principio de la máquina Fritz original.

En el procedimiento Fritz original, no era posible tratar la crema ma dura. El aparato tenía que ser alimentado necesariamente con crema dulce con un 40-50% de materia grasa, por otra parte, no estaba previsto el lavado de la mantequilla. El procedimiento se apartaba sensiblemente del esquema tradicional de las mantequeras y la ausencia de maduración y del lavado exigía una fabricación particularmente cuidadosa desde el punto de vista microbiológico. En efecto el pH elevado del medio y la riqueza en extracto seco no graso favorecían el desarrollo de gérmenes indeseables.

La mantequilla Fritz sin embargo, era de excelente calidad, aunque su aroma no fuera muy intenso. Por otra parte podía aumentarse la intensidad del aroma sembrando la crema pasteurizada con un fermentador láctico, inmediatamente antes del paso por la máquina. Durante los días siguientes a la fabricación, los fermentos desarrollaban en la mantequilla un aroma discreto y agradable.

Las patentes Fritz son explotadas por diversos fabricantes franceses y extranjeros, que han aportado interesantes modificaciones al procedimiento Westfalia, etc.

Estas modificaciones permiten el tratamiento de la crema ácida y el lavado de los granos de la mantequilla. Debe tomarse en cuenta que no pueden separarse estas dos nociones. En efecto, una mantequilla de crema dura, si no está lavada, presenta un gusto muy ácido y desagradable.

La principal ventaja de la máquina Fritz reside en la perfecta distribución de la fase acuosa. La atomización llega al punto de que las gotitas de suero tienen un diámetro no superior a 5 micras. También se incrementa la untuosidad del producto y su conservabilidad.

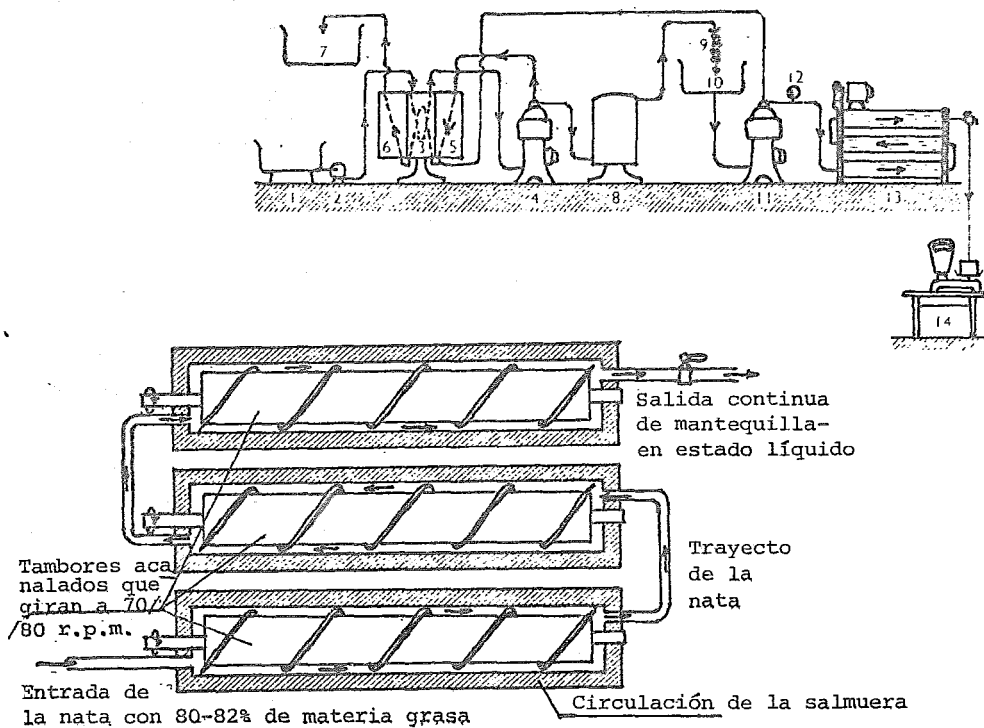
Señalaremos entonces el contenido bastante elevado de la mantequilla Fritz en aire (6-9% contra 3-6% en la mantequilla de batidora) esta característica no parece favorecer la sebosidad en el curso de la conservación.

### c) Procedimiento Alfa.

Fue De Laval el primero que a fines del siglo XIX ideó transformar - en mantequilla una crema muy concentrada en materia grasa sin eliminación de la mazada.

La puesta a punto del procedimiento Alfa data de la última guerra. - Se debe al profesor Mohr, del Instituto Alemán de Lechería de Kiel. Desde el principio, el procedimiento incluyó ya dos variantes: el procedimiento Alfa Laval, Sueco y el procedimiento Alfa, Alemán. La primera variante permite tener una mantequilla salada y aromatizada artificialmente con un contenido en agua no superior al 16%, en tanto que la segunda variante permite obtener una mantequilla no salada de crema dulce, con un 18% de humedad como máximo. Estos dos procedimientos difieren solamente por detalles sobre los cuales no nos extenderemos. Una instalación Alfa se caracteriza esencialmente por dos aparatos: un separador centrífugo que permite concentrar la crema de 30 a 80-82% de materia grasa y un transmutor o texturador compuesto de 3 cilindros horizontales y superpuestos de doble pared recorrida por una salmuera refrigerante. En el interior de cada cilindro un tambor acanalado gira a 70-80 r.p.m. (Figuras siguientes).

La crema pasteurizada al 30% de materia grasa, es enfriada a 50°C y luego pasa al concentrador, del que sale una nata con un 80-82% de materia grasa. Esta crema, eventualmente salada y aromatizada, se envía a continuación al transmutor, donde se produce la inversión de las fases. El fenómeno se produce al nivel del segundo cilindro, a temperatura próxima de 13-14°C. A su salida del 3er. cilindro, la mantequilla está a temperatura de 11-13°C, según las estaciones. Todavía está fluida pues los fenómenos de cristalización se prolongan durante los 20 ó 30 minutos que siguen a la salida del transmutor. En este momento, la mantequilla adquiere una consistencia normal. En el procedimiento Alfa-Laval, Sueco, para acelerar la cristalización se recoge la mantequilla fluida en un transportador refrigerante de chapa de acero inoxidable enfriada por una corriente de agua helada. El transportador lleva la mantequilla del



- 1 a 10. Recepción, pasteurización y desnatado de la leche.
11. Concentración de la nata a 82% de materia grasa.
13. Inversión de fases (transmutador)
14. Recepción de la mantequilla fluida

Fig.No.17. Esquema de funcionamiento del transmutador de la máquina Alfa. transmutador a la empaquetadora.

Cuando la mantequilla está destinada a ser puesta en cajas o barriles, es preferible efectuar el acondicionamiento ya a la salida del transmutador, para eliminar las bolsas de aire, que son siempre de temer cuando se envasa la mantequilla en estado sólido.

La mantequilla Alfa es obligatoriamente una mantequilla de crema dulce, por tanto, poco aroma. Sus ventajas esenciales residen en la pulverización muy intensa de la fase acuosa y en la ausencia casi completa del aire, debido a la supresión de la brutal agitación de la crema. Es una mantequilla no lavada, rica por tanto, en constituyentes antioxidantes.

Sus facultades de conservación serían superiores a las de las mantequillas fabricadas por batido lento o ultrarrápido.

La mantequilla Alfa con un caudal de 400 Kg. de mantequilla por hora, no es de un costo muy elevado; sin embargo, el procedimiento necesita una sección de desnatado costoso debido a la necesidad de utilizar separadores centrífugos especiales para concentrar la crema.

La crema pasteurizada al 30% de materia grasa, es enfriada a 50°C y luego pasa al concentrador, del que sale una nata con un 80-82% de materia grasa. Esta crema eventualmente salada y aromatizada, se envía a continuación al transmutador, donde se produce la inversión de las fases. El fenómeno se produce al nivel del segundo cilindro, a temperatura próxima de 13-14°C. A su salida del 3er. cilindro, la mantequilla está a temperatura de 11-13°C., según las estaciones. Todavía está fluida pues los fenómenos de cristalización se prolongan durante los 20 ó 30 minutos que siguen a la salida del transmutador. En este momento, la mantequilla adquiere una consistencia normal. En el procedimiento Alfa-Laval, Sueco, para acelerar la cristalización se recoge la mantequilla fluida en un transportador refrigerante de chapa de acero inoxidable enfriada por una corriente de agua helada. El transportador lleva la mantequilla del transmutador a la empaquetadora.

Cuando la mantequilla está destinada a ser puesta en cajas o barriles, es preferible efectuar el acondicionamiento ya a la salida del transmutador, para eliminar las bolsas de aire, que son siempre de temer cuando se envasa la mantequilla en estado sólido.

La mantequilla Alfa es obligatoriamente una mantequilla de crema dulce, por tanto, poco aroma. Sus ventajas iniciales residen en la pulverización muy intensas de la fase acuosa y en la ausencia casi completa del aire, debido a la supresión de la brutal agitación de la crema. Es una mantequilla no lavada, rica por tanto, en constituyentes antioxidantes. Sus facultades de conservación serían superiores a las de las mantequi-



llas fabricadas por batido lento o ultrarrápido.

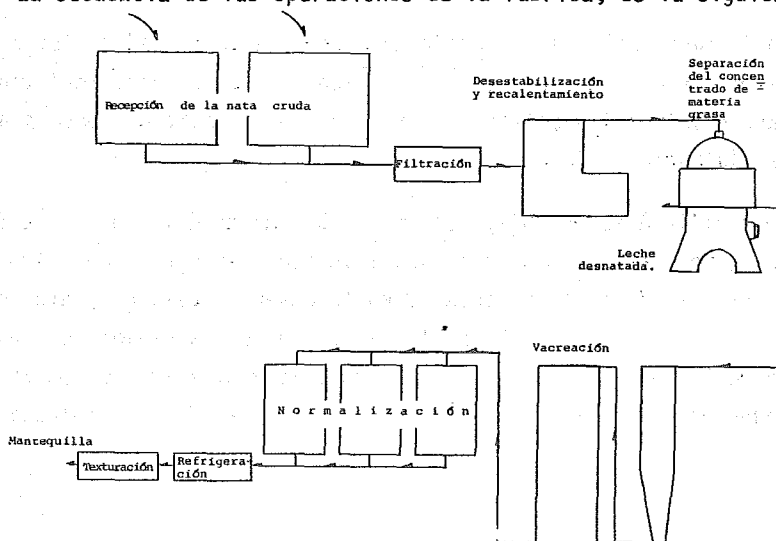
La mantequilla Alfa con un caudal de 400 Kg. de mantequilla por hora, no es de un costo muy elevado; sin embargo, el procedimiento necesita una sección de descremado costoso debido a la necesidad de utilizar separadores centrífugos especiales para concentrar la crema.

El procedimiento Alfa y sus variantes equipan fábricas en Alemania, Suecia y URSS, pero no ha encontrado aplicación industrial en Francia.

#### d) Procedimientos Golden-Flow.

A partir de 1940, la Corporation Cherry-Burrell experimentó su procedimiento Golden-Flow en la fabrica piloto de Danville (Illinois). Este método de fabricación cuya concepción es semejante a la de otro procedimiento americano llamado Creamery-Package, puesto a punto en la misma época, fue introducido en Francia hacia 1958 por dos mantequerías importantes de Somme y Calvados. Se trata de un procedimiento que opera por re-emulsión de una solución acuosa dentro de la materia grasa separada de la crema por centrifugación enérgica.

La secuencia de las operaciones de la fábrica, es la siguiente:



La crema dulce, ácida o neutralizada, conservada a 20-25°C, se filtra y luego se desestabiliza haciéndola pasar por un dispositivo formado por una bomba centrífuga que agita la crema en presencia de aire. Se forma así una crema batida que inmediatamente se calienta a 50-55°C, antes de enviarla a una potente centrífuga que separa la materia grasa de la leche descremada y de los sedimentos. De la centrífuga sale y es enviada a un vacreador, un aceite amarillento con un 90% aproximadamente de materia grasa; en el vacreador se efectúa la pasteurización a 90-95°C, la desodorización y el enfriamiento a 40-45°C. Se recoge entonces el producto concentrado en materia grasa en cubas y se normaliza su composición a un 82% de grasa mediante adición de agua, fermentos y eventualmente. La normalización va acompañada de la agitación de la mezcla, a fin de realizar una emulsión perfecta del tipo de agua en grasa. Finalmente se cristaliza la emulsión haciéndola pasar por una amasadora-refrigeradora, o chiller, que rebaja la temperatura a 4°C. Durante esta fase, la mantequilla así formada conserva una estructura grumosa y quebradiza debido a la presencia de gruesos cristales de materia grasa. Por esto es necesario hacerles sufrir un tratamiento completo semejante a un amasado en un dispositivo llamado texturador. Se observa entonces un ligero aumento de la temperatura que acompaña a la disminución del tamaño de los cristales de la materia grasa y a las modificaciones tixotrópicas de la parte que mejora sus calidades físicas. No obstante, la mantequilla Golden-Flow adquieren normalmente su textura definitiva, perfectamente lisa y homogénea, al cabo de 2 ó 3 días. La fase acuosa se reparte regularmente en forma de finas gotitas cuya distribución y dimensiones recuerdan las gotitas acuosas de la mantequilla Fritz. Las cualidades organolépticas y la capacidad de almacenamiento de la mantequilla son muy satisfactorias. El aroma se desarrolla durante los primeros días de conservación.

Desde hace algunos años, se utiliza en la URSS un procedimiento inspirado en los sistemas Golden-Flow y Creamery-Package.

## 17.- CONTROL DEL RENDIMIENTO MANTEQUERO.

En mantequería, el rendimiento traduce la cantidad de mantequilla fabricada a partir de 100 litros o de 100 Kg. de leche.

Son varios los elementos que condicionan el rendimiento. Se refieren a la riqueza en grasa de la materia prima, a la composición de la mantequilla o al método de fabricación.

En lo que concierne a la composición de la mantequilla, conviene que la fábrica cumpla las disposiciones legales vigentes: un 18% como máximo de materias no grasas; 16% como máximo de agua.

Durante la fabricación conviene evitar todas las causas responsables de pérdidas. Esto sólo puede garantizarse mediante un control técnico y muy estricto.

El cálculo del rendimiento mantequero permite al fabricante de verificar si ha logrado sacar de su materia prima el máximo de provecho. En efecto, puede compararse la cifra teórica obtenida por el cálculo y la cantidad de mantequilla efectivamente fabricada.

A continuación exponemos el procedimiento de un cálculo de rendimiento mantequero ayudados por un ejemplo.

Sea una mantequería que trata 100,000 kilogramos de leche cuya riqueza en materia grasa es de 40 g. por kilo. El laboratorio ha procedido a los siguientes análisis:

- materia grasa de la crema	350 g por Kg.
- materia grasa de la leche descremada.	0.5 g por Kg.
- materia grasa de la mazada o suero	2 g por Kg.
- materia grasa de la manteca	830 g por Kg.
(16% de agua y 1% de productos secos no grasos).	

Estos datos permiten determinar el peso de la manteca teóricamente fabricada.

Si C es el peso de la crema resultante del descremado de los - - -  
100,000 Kg. de leche disponible, tendremos:

$100,000 - C =$  peso de la leche descremada.

B = peso de la mantequilla obtenida tras el batido de la canti--  
dad C de crema disponible.

$C-B =$  peso del suero o mazada.

Puede suceder que el peso de la materia grasa que entra en la fábr--  
ca sea igual al peso de la materia grasa que salga de la misma.

Así:

$40 \times 100,000 =$	$830 \times B$	$+ 0.5 (100,000-C)$	$+ 2 (C-B)$
Materia grasa de la leche	Materia grasa de la mantequilla	Materia grasa de la leche descremada	Materia grasa del suero

Simplificando:  $3,950,000 = 828 B + 1.5 C$ , de donde

$$B = \frac{3,950,000 - 1.5 C}{828}$$

También podemos determinar C:

$40 \times 100,000 =$	$350 \times C$	$+ 0.5 (100,000 - C)$
Materia grasa de la leche	Materia grasa de la crema	Materia grasa de la leche descremada

De donde:

$$C = \frac{3,950,000}{349.5} = 11,300 \text{ Kg. aproximadamente}$$

La cantidad de mantequilla teóricamente fabricada es:

$$B = \frac{3,950,000 - 1.5 \times 11,300}{828} = 4,750 \text{ Kg. aproximadamente}$$

El rendimiento mantequero es pues, de 4.75 kilogramos por cada 100 -  
Kg. de leche. La diferencia entre este rendimiento teórico y el rendi--

miento efectivamente constatado mide las pérdidas evitables casi en su totalidad.

Se llama factor de rendimiento a la relación entre el peso de la mantquilla fabricada y el peso de la materia grasa empleada. En el ejemplo anterior, el rendimiento es igual al siguiente factor:

$$\frac{4.750}{4.000} = 1.187$$

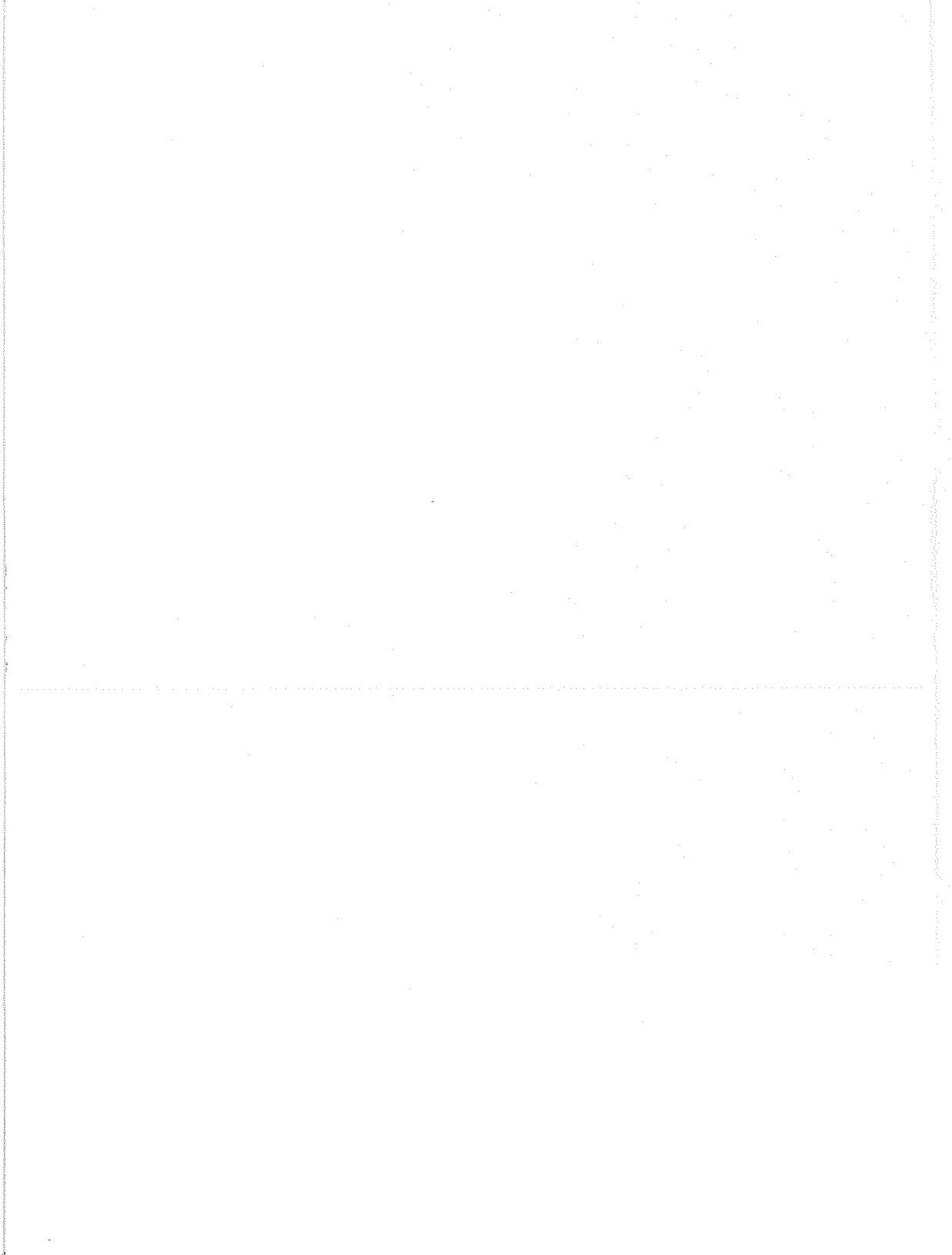
Basta multiplicar el factor de rendimiento por la riqueza en materia grasa de un kilogramo de leche para obtener inmediatamente el peso de mantquilla que es posible fabricar con este kilogramo de leche.;

Independientemente de las pérdidas debidas a manipulaciones defectuosas, los factores que explican la posible diferencia entre el rendimiento teórico y el rendimiento práctico son esencialmente los errores de recepción, clasificación o análisis.

#### D. MARGARINAS.

En el método clásico para la obtención de margarina se sigue un proceso análogo como el de la mantquilla, pero la emulsión grasa es artificial; se trata de una mezcla de grasas animales o vegetales, elegidas para que den las mismas propiedades físicas que la materia grasa de la mantquilla, que se emulsionan en leche descremada y se tratan a continuación como la crema. Se utilizan también aceites normalmente fluidos (de cártamo, de soya, etc.) que se hidrogenan por procedimientos de química industrial (catálisis mediante metales). El producto es un sucedáneo artificial de la mantquilla, que de ninguna manera puede considerarse como lácteo, a pesar de los argumentos de su inventor, el francés Mouries, en 1870. Este creyó que había obtenido una verdadera mantquilla tomada de su fuente originaria, que en realidad era grasa de buey, si bien es cierto que añadía extracto de mama a la mezcla.

La margarina es consumida en gran parte en países de Europa y América, tiene una ventaja que es la de no producir colesterol.



## CAPITULO VIII

### QUESOS

#### A. LAS PROTEINAS DE LA LECHE

Importancia de la parte proteica de la leche:

1. Las sustancias nitrogenadas son de las más abundantes, en algunas leches constituyen la fracción dominante.
2. Las propiedades fisico-químicas más importantes de la leche derivan de la presencia de prótidos.
3. Desde el punto de vista nutritivo, los prótidos constituyen la parte más importante de la leche.

#### B. LA CASEINA

La caseína es un complejo de proteínas fosforadas y es la fracción nitrogenada más abundante en la leche. Precipita bajo la acción de enzimas específicas, como las del cuajo, a pH de 4.6. En la leche además de la caseína existen otro tipo de proteínas, como las del lactosuero que son mezclas de haloproteínas y glicoproteínas; o las proteosas y peptonas poco abundantes en la leche.

La caseína está formada principalmente por tres tipos de proteínas, la alfa, la beta (sensible al calcio) y la kappa; que forman más o menos el 85% de la caseína entera, el resto lo constituyen las proteínas gamma, la "m" que acompaña a la kappa, una que acompaña a la alfa y proteínas básicas.



### C. FORMACION DE COMPLEJOS Y POLIMEROS DE LAS CASEINAS

Una de las propiedades más sobresalientes de las caseínas alfa, beta y kappa es la de poder asociarse para formar polímeros o complejos en presencia de calcio iónico; estos polímeros se reúnen para formar agregados heterogéneos llamados micelas.

La asociación más rápida y fuerte se produce entre las caseínas alfa y kappa, este complejo se comporta como una sustancia homogénea y puede constituir el núcleo de otros complejos secundarios pudiendo ligarse a la caseína beta o a componentes menores. Se forman asociaciones igualmente entre las caseínas alfa y beta y las beta y kappa.

En presencia de calcio iónico intervienen otros enlaces que se establecen entre los complejos primarios y las moléculas aisladas; así existirán dos tipos de enlaces para el calcio bivalente, uno fuerte uniría el complejo alfa-kappa con beta en proporciones constantes; y otro débil aseguraría la reunión de micelas primarias en agregados de dimensiones variables. En ausencia de caseína kappa y con la presencia de calcio iónico, no se forman micelas con otras caseínas y los caseinatos insolubles precipitan. Por lo tanto la caseína kappa actúa como coloide protector con poder estabilizador impidiendo la precipitación de las caseínas alfa, hasta la relación de kappa/alfa = 1/10.

El calcio contribuye a la formación de micelas cuando está presente en pequeñas proporciones como en el caso de la leche (0.03M); una concentración diez veces mayor, por el contrario, provoca la disolución del complejo calcio-alfas-beta-kappa y la precipitación de las caseínas sensibles al calcio.

### D. CASEINA NATIVA

En la leche las caseínas no se encuentran totalmente en estado micelar, del 5% al 10% se encuentran como monómeros o pequeños agregados lo -

que se conoce como caseína soluble. Existe un equilibrio entre los componentes de las micelas y las sustancias en solución, y los iones cálcicos-desplazan el equilibrio hacia la forma micelar, sedimentando la caseína - con concentraciones de 0.08 M. a 0.1M de calcio. Con concentraciones más bajas se observa una disociación de las micelas. Se supone que en la superficie de las micelas se encuentra la caseína kappa de esta manera es - susceptible de ser atacada por el cuajo, que rompe el enlace sin destruir las micelas.

#### E. DESCENSO DEL pH ACCION DE LOS ACIDOS.

La acidificación de la leche provoca la destrucción de las micelas - sin fraccionar la caseína cuya precipitación es total hacia pH 4.7; el -- fosfocaseinato experimenta una degradación con migración progresiva del - calcio coloidal a la solución. Esta desmineralización es la característi - ca principal de la caseína precipitada por acidificación. Si la acidifi - cación es progresiva, en el medio se forma un coágulo homogéneo como el - caso de la fermentación láctica.

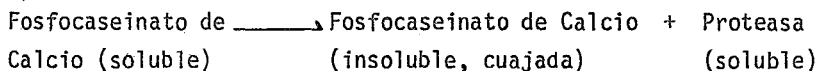
#### F. ACCION DE LAS ENZIMAS PROTEOLITICAS. CUAJO.

El cuajo es una mezcla enzimática (renina, pepsina) segregada en el cuarto estómago de los rumiantes jóvenes, el obomazo también llamado cua - jar. Se admite que la secreción se detiene en el momento del destete. Se secreta en forma inactiva (procuajo) que pasa a cuajo por un fenómeno au - tocatalítico.

El cuajo puro es una haloproteína sensible al pH, no coagula a la - leche ligeramente alcalina (pH 7.4) y se inactiva irreversiblemente a pH - 8. Conserva sus propiedades a pH ácidos pero por abajo de pH 4.8 es poco estable.

Se sabe que la coagulación de la leche por la acción del cuajo, tal

como ocurre en quesería, es consecuencia de una acción proteolítica limitada, donde la caseína es el sustrato. La reacción se presenta de la siguiente manera:



La caseína modificada se ha denominado paracaseína y se distingue de la caseína entera por su insolubilidad en presencia de pequeñas cantidades de calcio.

La caseína kappa es el sustrato específico de la enzima en la reacción primaria, que precede siempre a la coagulación de la caseína entera (en presencia de calcio); por lo tanto, en el fenómeno de la coagulación se han diferenciado dos fases sucesivas:

1. Fase enzimática o reacción primaria; en la cual el cuajo ataca a la caseína y solubiliza una parte pequeña de ésta. La reacción no exige de la presencia de calcio iónico, y a 0°C todavía se produce a velocidad notable.
2. Fase de coagulación o reacción secundaria; en ésta se ataca a la mayor parte de las sustancias procedentes de la reacción primaria. A temperaturas inferiores de 15°C se torna demasiado lenta y se precisa de la presencia de calcio iónico. La coagulación no se produce nunca sin la previa reacción enzimática.

El fenómeno de la coagulación es bastante complejo, comprende una serie de transformaciones que pueden concebirse de la siguiente manera:

1. Hidrólisis enzimática de la caseína kappa, reacción primaria.
2. Modificación de las micelas y quizá degradación de ésta seguida de una reconstitución de nuevas micelas con la intervención del fosfato de calcio.

3. Enlace de micelas y formación del coágulo, fase secundaria.
4. Sinéresis del coágulo.
5. Proteolisis lenta de los componentes de la caseína; fase terciaria.

La formación del gel característico depende de la presencia de la caseína kappa, del calcio iónico y del fosfato de calcio coloidal.

#### G. COAGULACION

En la primera fase de la coagulación no existe deformación o disolución de las micelas esféricas de la caseína nativa existente, las micelas se unen por medio de fibrillas de manera irregular, después se forman cadenas y masas con vacuolas conteniendo suero, para constituir finalmente una red o retícula de tres dimensiones (en la coagulación por acidificación la estructura micelar se destruye).

Existen dos teorías acerca de la coagulación de las proteínas de la leche cuando es tratada con el cuajo. La primera propone que la renina o cuajo convierte a la caseína nativa en otra forma llamada paracaseína, la cual en presencia de calcio iónico precipita. La segunda supone que el cuajo, parte en dos moléculas de paracaseína a la caseína nativa, la que también en presencia de iones calcio precipita.

Los factores que influyen en la coagulación son:

1. Dimensión de las micelas: El tiempo de coagulación y el diámetro medio de las micelas es inversamente proporcional.
2. Calcio: Todas las causas de disminución del contenido de calcio iónico tienen como consecuencia el retardar o impedir la coagulación.

3. Calentamiento previo de la leche: La leche calentada coagula más lentamente que la cruda y el coágulo es menos firme; esto es debido a la reducción de la forma ionizada del calcio y de las formas solubles de fosfatos y citratos, disminución de diámetro medio de las micelas, modificación de las proteínas solubles ya que la caseína kappa reacciona con la lactoglobulina formando un complejo.
4. Fosfatos de calcio coloidal: Tienen influencia durante la duración de la coagulación y sobre la consistencia del cuajo.
5. Temperatura: La coagulación es muy lenta abajo de los 20°C, si la temperatura aumenta, el tiempo de coagulación disminuye siendo mínimo hacia los 40-42°C pero por arriba la enzima comienza a desnaturalizarse.
6. Acidez: Arriba de pH 7.5 la coagulación no se produce a causa de la inactivación de la enzima. A pH 5.7 la coagulación es bastante rápida, sin embargo, cuando el pH tiende hacia el punto isoelectrónico la leche no coagula normalmente.
7. Concentración del cuajo: El tiempo de coagulación "T" es inversamente proporcional a la cantidad de enzima "E", de donde:

$$T = K (1/E)$$

Esta fórmula sólo es válida cuando la temperatura es aproximadamente de 35°C, para leche normal y concentraciones de enzima capaces de provocar la coagulación entre 3 y 30 minutos; por lo que existe también la ecuación:

$$T = K (1/E) + t$$

Donde "t" es el tiempo correspondiente a la separación entre el final de la fase enzimática y el punto de coagulación. A 35°C "t" es muy pequeño.

queño, y por encima de 40°C la ecuación no es válida ya que "t" adquiere valores negativos.

## H. EL QUESO. DEFINICION

"El queso es el producto fermentado o no, constituido principalmente de la caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratada, y reteniendo casi toda la materia grasa si se trata de queso graso, un poco de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancia minerales".

El queso es un producto universal que se produce en casi todas las regiones del globo a partir de leche de diversas especies de mamíferos. Los quesos se encuentran entre los mejores alimentos, no solamente por su alto valor nutritivo, sino también en razón a las variadas cualidades organolépticas que posee.

## I. CLASIFICACION DE LOS QUESOS

Existe gran diversidad de clasificaciones para queso, algunos los agrupan basándose en las técnicas de trabajo y el grado de maduración, otras solo tomando en cuenta la modalidad de elaboración o fabricación. Otras según su consistencia, maduración, textura, etc. Generalizando podemos decir que los quesos pueden ser de dos tipos:

### 1. Quesos al cuajo:

- a) Pastas frescas.- Sin maduración, muy húmedos y perecederos. En general se producen por coagulación lenta a baja temperatura (más o menos 20°C) con acidez láctica desarrollada y pueden ser frescos, salados o sin salar.
- b) Pastas blandas.- Queso de maduración rápida, en general de una

cuajada lenta con poco cuajo, de acidez notable, pH inferior a 4.9 al terminar el desuerado pudiendo ser esta operación espontánea y desarrollo de mohos superficiales blancos (pastas blandas - con superficie enmohecida), o de cuajada cortada antes de ponerla en los moldes con flora bacteriana superficial viscosa y corteza-roja (corteza lavada).

Existen también el tipo intermedio de cuajada cortada con corteza enmohecida, y un tipo de queso con mayor dosis de cuajo llamados-quesos solubilizados.

- c) Pastas azules.- Con mohos interiores, corteza viscosa y pasta -- bastante firme. Cuajado de tipo medio (1 hora), cuajada cortada y dosis alta de cuajo, desuerado antes de moldeo. Pueden ser de dos tipos:

- 1) Salado en frío tras desuerado, y
- 2) Salado en caliente.

Estos quesos son con frecuencia incluidos dentro de los quesos de pasta blanda, lo cual no está justificado.

- d) Pastas prensadas.- Cuajado rápido conservando mucho calcio, pudiendo ser de tres tipos:

1. Cuajada cortada y prensada, pasta agitada, maduración muy corta con corteza lavada, húmeda y raspada.
2. De cuajada cortada, prensada y triturada, de pasta firme y desuerado intenso, con maduración lenta y corteza seca.
3. Igual que el anterior pero semicocido.

- e) Pastas cocidas.- Son muy deshidratadas, de larga conservación, - cuajada dividida y cocido en caldera a más o menos 55°C. Existen los tipos siguientes:

1. De maduración rápida a temperatura relativamente elevada - - (20°C), grandes ojos y corteza seca cepillada.
2. De maduración lenta, corteza encerada húmeda y ojos medianos.
3. Maduración muy lenta a temperatura baja (12°C) y sin ojos.
4. De tipo italiano de pasta hilada en agua o suero hirviendo.

## 2. Quesos sin cuajo:

La cuajada es obtenida por lo general por acidificación espontánea de la leche, pudiendo ser de los siguientes tipos:

- a) Secos, friables, de pequeñas dimensiones y aromatizados con hierbas o especias.
- b) De leche descremada y maduración rápida.

Otra de las clasificaciones más empleadas se basa en la consistencia y maduración del producto y consta de las siguientes divisiones:

3. Quesos de consistencia blanda y semiblanda.
  - a) Quesos no madurados frescos, con o sin hongos en la superficie.
  - b) Quesos maduros, con hongos en el interior y madurados sólo con -- bacterias, de consistencia blanda o más bien semiblanda.
4. Quesos de consistencia firme madurados:
  - a) Medio duros, pasta sin cocer y acidez baja.
  - b) Quesos duros, pasta cocida, acidez baja y sin hongos.
  - c) Quesos muy duros, de pasta no cocida para tajar, y acidez alta; o quesos muy duros de pasta cocida para rallar y acidez baja.

(Ver Tabla No. VIII-1)



TABLA VIII-1 CLASIFICACION DE QUESO NATURAL\* BASADA EN HUMEDAD

80 - 85% de H <sub>2</sub> O	55 - 45% de H <sub>2</sub> O	45- 34% de H <sub>2</sub> O	34 13% de H <sub>2</sub> O
COTTAGE	MAZZARELLA	EDAM	ROMANO
RICOTTA	CAMEMBERT	BRICK	PARMESANO
IMPOSTATA	BRIE	SUIZO	RICOTTA SECO
NEUFCHATEL	PIZZA	CHEDDAR	GJETOST
CREMA	BLUE	PROVOLONE	MYSOST

\* El queso natural se distingue de los quesos procesados pasteurizados.

#### J. FABRICACION DE QUESO

La fabricación del queso comprende las siguientes operaciones generales:

1. Maduración de la leche: (Más o menos fermento láctico). Existe desarrollo limitado de la microflora acidificante y a veces de una flora de micrococos que preparan el medio.
2. Coagulación: Formación del gel.
3. Corte de la cuajada y desuerado: (Más o menos trabajo mecánico o cocimiento). Se obtiene la cuajada fresca más lactosuero. El gel es cortado acelerando la sinéresis separándose la mayor parte del agua, así se desarrolla una acidificación láctica que favorece al desuerado e inhibe el desarrollo de determinadas bacterias.
4. Moído: Se obtiene el queso fresco y continúa el desuerado y la destrucción de la lactosa. El contenido de agua debe acercarse al óptimo.

5. Salado: Da por resultado los quesos salados. Con esta operación se provocan cambios en la cantidad de humedad (secado), existe influencia en el sabor, selección de microorganismos y, sobre todo en la actividad de las enzimas.
6. Maduración: Se obtiene el queso maduro. Se destruye completamente la lactosa con neutralización de la pasta y pérdida de agua; se suceden proteólisis y lipólisis con desarrollo de productos aromáticos y sobreviene la formación de la corteza.

La coagulación y el desuerado constituyen operaciones destinadas a separar los elementos de la leche que sufrieran luego la acción enzimática. En la siembra y maduración de la leche, la leche cruda se conserva durante un tiempo variable a temperaturas de 10-15° C por lo que los gérmenes se multiplican sin provocar una acidificación apreciable. Muchas veces estos gérmenes pueden ser sembrados con fermentos lácticos en leches crudas bajas en contenido microbiano o en leches pasteurizadas. El fermento se añade a la leche momentos antes de adicionar el cuajo.

Con el cuajado se busca obtener un gel de consistencia gelatinosa y elástica, impermeabilidad notable y lenta contractibilidad de las micelas. El gel producto de la floculación, constituye un estado físico inestable, por lo que se nota una concentración de las micelas con expulsión de agua (sinéresis), que constituye el desuerado; quedando por un lado el suero, constituido principalmente por agua y lactosa además de lactoglobulina y lactoalbúmina. Por otra parte queda una masa de caseína y grasa principalmente.

En la práctica, el desuerado no es espontáneo debido a la impermeabilidad de las micelas por lo que para facilitar esta operación se interviene mecánicamente con:

1. Corte, troceado o ruptura de la cuajada. Con esta operación se aumenta la superficie de exudación del suero.

2. Agitación de la cuajada cortada: Se impide vuelva a soldar la - cuajada.
3. Prensado de la cuajada: Para aumentar el escurrido.

En el momento de la rotura, la cuajada debe tener firmeza suficiente y resistencia al corte (tensión de la cuajada), en general estas propiedades son apreciadas por el quesero manualmente. Además cuando la acidez -- del suero exudado comienza a elevarse, es el momento de efectuar la ruptura de la cuajada.

El moldeo es la operación que le da forma al queso, pudiendo ser los moldes de diversas formas. Por lo general son de hierro estañado o made-- ra; aunque también se usan de plástico y acero inoxidable.

Cuando el queso está lo bastante duro en el molde, se saca de el y se procede al salado (en caso de no haber sido salada la pasta con anterioridad) y maduración del producto. El salado tiene efectos múltiples como:

1. Protección contra microorganismos indeseables: Combate los microorganismos que invaden la superficie del queso, así como a los de la putrefacción y ejerce acción selectiva sobre otros.
2. Complementa el desuerado a causa de la acción higroscópica de la sal y contribuye a la formación de la corteza.
3. Tiene efecto potenciador sobre el sabor del queso.
4. Tiene influencia sobre la acción de las enzimas retrasando la maduración, con lo que la pasta permanece dura más tiempo.
5. Aumenta ligeramente la solubilidad de las proteínas del queso - - fresco.

Lo más frecuente es salar con sal fina, pura, seca y bien molida. El

producto se extiende por la superficie del producto ya prensado o se introduce directamente a la pasta antes del prensado. En ocasiones el salado se efectúa sumergiendo el queso en un baño de salmuera saturada, por tiempo variable según el producto final que se quiera obtener.

El salado tiene lugar en frío, por lo general entre 10 y 13° C y puede realizarse a la salida del molde únicamente, o prolongarse durante el afinado. Las cantidades de sal absorbida varían del 1% al 5% como valores medios.

Durante la maduración o afinado tienen lugar la formación del aroma y del sabor, pero no constituyen la única finalidad de esta operación, también el queso adquiere la textura deseada y su aspecto típico exterior. -- Los principales cambios ocurridos durante la maduración son:

1. Pérdida de humedad o secado: Antes de pasar a la cava de maduración algunos tipos de quesos permanecen en un local aereado donde se realiza el secado. De este local pasan a las cavas, las que deben tener cierta humedad y permanecer a determinada temperatura; las hay frescas con temperaturas de 10-12° C. y calientes entre 15-18° C.

La maduración se realiza en cavas frescas y húmedas para que la pérdida de agua sea limitada, sin embargo no despreciable.

2. Destrucción total de la lactosa: Al final del desuerado la pasta tiene un pH ácido, el ácido láctico presente se neutraliza o desaparece por neutralización con el calcio que queda en la pasta; aunque también puede ser por fermentaciones secundarias como la butírica, propiónica y otras, destrucción por mohos superficiales, neutralización con amoníaco, materias de recubrimiento y otras. En algunos quesos la formación de ojos es causada por la fermentación propiónica a partir de los lactatos con la formación de CO<sub>2</sub>.

3. Solubilización parcial de la caseína (proteolisis). Consiste en una digestión progresiva de la caseína y tiene dos efectos; la masa se torna más blanda y untuosa, y se desarrollan caracteres de aroma y sabor por productos de la degradación, lo que constituye el fenómeno más importante de la maduración.
4. Hidrólisis limitada de la materia grasa. La lipólisis no ocasiona modificaciones en la textura del producto pero sí en la formación del aroma, por la presencia de ácidos grasos liberados y -- por sus productos de degradación, las metilcetonas.
5. Formación de la corteza.

TABLA VIII-2. PASOS BASICOS PARA LA ELABORACION DE LA MAYORIA DE LOS QUESOS\*.

PASO	FIN PRIMARIO
PREPARACION DE LA LECHE	Preparar la leche para la formación de la cuajada ácida o por renina, y la incorporación del cultivo de microorganismos adecuado.
CORTADO O QUEBRADO DE LA CUAJADA.	Expulsión rápida y uniforme del suero.
ADEREZADO DE LAS CUAJADAS	Exprimir las cuajadas para remover con mayor eficiencia el suero, desarrollar textura y establecer el control de humedad.
VACIADO O DRENADO	Separar permanentemente el suero de las cuajadas.
CONTRACCION DE LA CUAJADA	Transforma la cuajada dándole las características de textura del queso deseado, da tiempo para la acidificación y ayuda en el control de humedad.
SALADO	Influencia el sabor, la humedad y la textura.
PRENSADO	Formar el queso y examinar el cuerpo.
APLICACIONES ESPECIALES	Incorpora las características de los microorganismos para los tipos especiales de quesos y establecer el medio propicio para su desarrollo.

\* Para quesos frescos y cuajadas antes del curado.

TABLA VIII-3. CORRELACIONES ENTRE LAS ETAPAS DEL PROCESO DE ELABORACION DE 12 QUESOS NATURALES.

TIPO	PREPARACION DE LA LECHE	CORTADO DE LA CUAJADA	ADEREZO DE LA CUAJADA	DRENADO	EXPRESION DE LA CUAJADA	SALADO	PRENSADO
COTTAGE	5 hr. ácido	cuchillo de cinta	49°C	tina de drenado	pH 4.6	1% en seco	tina
CREMA	5 hr. ácido	rompimiento	57°C	bolsa de drenado	pH 4.6	1% en seco	saco
RICOTTA	30 min ácido	rompimiento	80°C	lata de drenado	pH 5.9	1% en seco	lata
MOZZARELLA	30 min renina	cuchillo de cinta	32°C	tina de drenado	pH 5.3	0.7% en seco o salmuera	saco
PIZZA	20 min renina (pasta)	cuchillo de cinta	48°C	tina de drenado	pH 5.3	1% en seco o salmuera	tina
PROVOLONE	20 min renina (pasta)	cuchillo de cinta	48°C	tina de drenado	pH 5.3	1% en seco o salmuera	tina
ROMANO	20 min renina (pasta)	cuchillo de cinta	46.5°C	vaciado	pH 5.3	5% en seco	en moldes con peso superficial
CHEDDAR	25 min renina	cuchillo de cinta	38°C	tina de drenado	pH 5.2	1.5% en seco	presión hidráulica horizontal.
SUIZO	30 min	lira	53°C	vaciado	pH 6.2	1.6% con salmuera	presión hidráulica horizontal.
BRICK	25 min renina	cuchillo de cinta	35.5°C	tina de drenado	pH 5.2	1.5% con salmuera	en moldes con peso superficial
BLUE	30 min renina	cuchillo de cinta	33°C	tina de drenado	pH 5.4	4% en seco	en moldes sin peso superficial
CAMEMBERT	45 min renina	cuchillo de cinta	32°C	vaciado	pH 5.1	1.5% en seco	en moldes sin peso superficial

## K. MICROFLORA DEL QUESO DURANTE LA MADURACION

1. Microflora láctica y micrococos: Tras el desuerado el queso suele tener un número de bacterias muy elevado, dominando las bacterias lácticas. En el principio de la maduración son numerosos -- los estreptococos lácticos que van desapareciendo progresivamente para que después predominen los lactobacilos. Aparte también se desarrollan micrococos. Todos estos microorganismos juegan un pa pel importante en el desarrollo del sabor y del aroma.
2. Microflora superficial: Si las condiciones en la cava no se oponen, la superficie del queso es invadida rápidamente por una va-- riada microflora. Sobre los quesos de pasta blanda (pH bajo, con tenido de agua elevado), primero aparece una microflora acidofila no bacteriana, con varios tipos de levaduras y mohos. Las levadu ras producen olor a fruta y etéreo, debido al acetato de etilo -- que se produce. Las levaduras que toleran el pH bajo y un conte-- nido elevado de sal forman la primera capa viscosa y ocasionan la elevación local del pH; emplean el ácido láctico y activan la de-- gradación de la caseína.
3. Mohos internos: Este tipo de microorganismos se desarrollan en -- los quesos de pasta azul gracias a la aereación provocada por el-- picado. Estos mohos producen lipasas y proteasas que desempeñan-- un papel importante en la maduración. (Ver Tabla No. 4)



TABLA VIII-4. CARACTERISTICAS DE ALGUNAS BACTERIAS EMPLEADAS PARA MADURAR QUESOS

<u>Micrococcus freudenreichii</u>	- Cocos pequeños gram + , crecimiento a 10°C y 45°C, no reduce el papel tornasol, soporta concentraciones mayores a 6.5% de sal, no esporulados ni termodúricos.
<u>Brevibacterium linens</u>	- Bastones pequeños gram +, crecimiento a 10°C sin crecimiento a 45°C, no reduce el papel tornasol, toleran concentraciones de sal mayores a 6.5%, no esporulados, no termodúricos.
<u>Propionibacterium shermanii</u>	- Cocos gram +, sin crecimiento a 10°C, crecimiento a 45°C, no reducen el papel tornasol, toleran concentraciones de sal mayores del 6.5%, no esporulados, termodúricos.
<u>Lactobacillus casei</u>	- Bastones cortos gram +, crecimiento a 10°C, sin crecimiento a 45°C, no reducen el papel tornasol, toleran concentraciones de sal mayores del 6.5%, no esporulados, termodúricos.

#### L. AROMA Y SABOR DE LOS QUESOS.

Los componentes del sabor y el aroma se encuentran formando una mezcla equilibrada de tal forma que no se ha conseguido aislar ni identificar un componente clave o un grupo de sustancias que posean el sabor u olor típico del queso.

De los productos que dan sabor se encuentran las peptonas ( gusto -

amargo). La proteína es casi insípida y las sustancias que más contribuyen con el sabor son los aminoácidos libres, el amoníaco, el ácido láctico, el propionato de calcio y otras sustancias.

De los compuestos que dan aroma los más importantes son los resultantes de la degradación de la lactosa (ácidos volátiles, cetonas, ésteres, etc.) que son sustancias sapidas. Igualmente importantes son las metilcetonas y los ácidos grasos libres, productos de la degradación de la materia grasa.

#### M. CALIDAD DE LA LECHE PARA QUESERIA

Al fabricante de queso le preocupan sobre todo dos condiciones de la leche como materia prima:

1. La calidad bacteriológica, que condiciona la acidez. Debiera exigirse una calidad bacteriológica excelente para todas las leches de quesería; en la práctica la selección rigurosa sólo se practica para fabricar ciertos quesos de pasta dura. Esta operación -- por lo demás, no ha de tener únicamente en cuenta la acidez sino también la posible presencia de gérmenes como los bacilos butíricos o bacterias coliformes, responsables de accidentes de fabricación (producto defectuoso). La pasteurización no es un remedio -- que pueda generalizarse, las leches ácidas no pueden pasteurizarse a menos que se neutralicen con una base, lo que resulta una -- práctica impropia.

Se ha generalizado el uso de ciertas sales como los cloratos, sal común, bromatos, nitratos y nitritos de potasio y otras más, solas o mezcladas. Su acción es irregular al mismo que tienen efecto inhibitor sobre la fermentación láctica.

Se recomienda practicar periódicamente la prueba de la reductasa o de la rezasurina así como la de la lactofermentación, además de

vigilar la ausencia de antibióticos.

La desacidificación de las leches demasiado ácidas para ser pasteurizadas, se realiza normalmente con la ayuda de una lechada de cal, valorada con ácido sulfúrico. Cuando la fábrica no pasteuriza la leche, la desacidificación carece de interés.

El empleo de agua oxigenada tiene efecto destructor eficaz sobre las bacterias perjudiciales y se sabe que además es destruída por la catalasa; por lo que en América se ha desarrollado un método o proceso con su empleo, en la fabricación de quesos de pasta cocida.

Es común también emplear cepas como la del Str. lactis, que producen nisina que actúa contra gérmenes peligrosos, pero también contra la bacterias lácticas.

También son empleadas otras sustancias como los antibióticos de los cuales, el de uso más generalizado es la penicilina, pero estas prácticas no son correctas. Debe considerarse la cantidad de antibiótico contenido en la leche y la dosis crítica, a partir de lo cual se nota una depreciación del producto, principalmente en aquellos de pasta cocida. La frecuencia de defectos por el uso de antibióticos no es grande, aunque se puede prever añadiendo penicilinas antes de la pasteurización.

Se suelen añadir además, sustancias como antisépticos y bacteriófagos, pero no es una práctica recomendable.

2. La segunda condición de importancia para las leches empleadas en quesería es la composición química de ésta, ampliamente estudiada.

## N. PASTEURIZACION DE LA LECHE DE QUESERIA.

Si bien es cierto que desde hace tiempo se fabrican con éxito ciertos tipos de quesos a partir de leche pasteurizada, aún son numerosas las variedades que se fabrican con leche cruda, en razón de las dificultades técnicas que plantea la aplicación de este proceso. La pasteurización de la leche de quesería se realiza principalmente por dos finalidades, a saber:

1. Higiene: Destruyendo los gérmenes patógenos.
2. Tecnología: La sustitución de la microflora espontánea permite obtener una calidad más uniforme en la producción quesera.

Además la pasteurización permite:

1. Obtener quesos con paladar y aroma más puros, aunque menos característicos y del grado que los productos de más alta calidad en las zonas tradicionales.
2. Destruir el 100% de las bacterias patógenas y el 99% de las saprofitas.
3. Destruir las bacterias del grupo coli, las levaduras y las enzimas de la leche.
4. Controlar más eficientemente los métodos de producción y la velocidad de maduración.
5. Producir queso estandarizado todo el año.
6. Madurar el queso a temperaturas más altas que las usuales.
7. Obtener productos de más alta conservación.
8. Aumentar ligeramente el rendimiento.
9. Disminuir apreciablemente la producción de queso inferior.

Como punto importante sobresale el del aumento del rendimiento, efecto que se debe a tres causas:

1. Desnaturalización de las proteínas solubles, cuya intensidad es - proporcional a la temperatura alcanzada. La lactoalbúmina y la lactoglobulina coagulan a más de 80°C y son retenidas por la caseína en la cuajada durante el desuerado, de lo que resulta el incremento del rendimiento.
2. Mejor retención de la materia grasa en la cuajada.
3. Insolubilización de una parte de la materia mineral (sales minerales). Aunque la caseína es resistente al calor, las temperaturas altas afectan las conexiones con el calcio y el fósforo provocando insolubilidad de las sales de calcio de la leche.

La pasteurización ofrece por tanto, ventajas tangibles para el fabricante; sin embargo existen algunos problemas técnicos de los que se pueden citar los siguientes:

1. El calentamiento de la leche disminuye la aptitud para la coagulación con cuajo. La cuajada obtenida es más blanda y la separación del lactosuero es más difícil, lo que se corrige añadiendo cloruro de calcio antes de la adición del cuajo cuidando que la temperatura no sea muy alta.
2. Para cierto tipo de quesos es difícil obtener con leche pasteurizada, una textura y aroma tan buenos como los preparados con leche cruda, el cambio de textura se debe probablemente a la lactoalbúmina y lactoglobulina precipitadas, ocasionando además problemas al desuerar. Con el calentamiento se liberan grupos sulfhidrilo (S-H) con la formación de sustancias reductoras.

El calentamiento exagerado parece romper el equilibrio entre el contenido de calcio y fósforo solubles con el contenido de estos elementos en

estado coloidal. Al mismo tiempo posiblemente modifica las dimensiones de las micelas coloidales de la caseína, así como la capa de hidratación de las mismas con la formación paralela de  $\beta$ -globulina y K-caseína.

Por lo tanto las temperaturas de pasteurización aconsejables son de 72°C durante 15-20 segundos; y para quesos de pasta delicada se aconseja la pasteurización lenta, 62°C por 30 minutos.

#### O. COLORANTES PARA QUESOS.

Su finalidad es dar aspecto más atractivo a la masa del queso; por lo general, se emplean los colorantes de semillas de anatto o achiote (Bixa orellana), cuyos principios colorantes son la bixina de color amarillo y la orellina de color rojo. También se utilizan el azafrán y el caroteno, aunque es más fácil emplear productos comerciales estandarizados, ya sea en polvo, aceite, grageas, suspensiones o soluciones acuosas. En algunos casos el exceso de colorantes como la clorofila, de uso en quesos de pasta azul, ocasiona coloraciones verdes; las dosis empleadas son de 10g de colorante por cada 100 lt. de leche.

#### P. LOS FERMENTOS EN QUESERIA.

##### 1. Cultivos lácticos:

Los cultivos lácticos empleados en la producción de quesos a partir de leche pasteurizada, se clasifican esencialmente por las temperaturas óptimas de desarrollo. Por lo general no se utiliza un solo fermento, sino varios, cada uno de ellos destinados a intervenir en un estadio diferente de trabajo.

Para el quesero no es sólo una fuente de enzimas sino también una fuente de ácido láctico, perjudicial a la leche en el momento del cuajado, pero necesario para el desuerado y la maduración; de ahí que se empleen

cultivos extremadamente poblados para disminuir sus dosis, abatiéndose así la cantidad de ácido láctico durante la inoculación. Deben ser también muy activos y que produzcan poca acidez por lo que deben estar poco coagulados o sin coagular.

El cultivo se añade poco antes de adicionar el cuajo, de tal forma que se produzca una pequeña maduración.

## 2. Cultivos Fungicos.

Son empleados ampliamente en la elaboración de quesos de pasta enmohecida; se trata de cultivos de Penicillium candidum y Penicillium glaucum, los primeros para quesos de corteza florida y los segundos para quesos de pasta azul.

Los cultivos de P. glaucum pueden ser selectos, en forma de suspensiones, polvo o comprimidos de esporas, y también preparados a partir de enmohecer pan preparado a base de mezclas de 3/4 partes de centeno y 1/4 de harina de trigo condeal, acidificados ligeramente con vinagre. Estos panes son triturados cuidadosamente y el polvo es añadido a la leche antes de adicionar el cuajo, o lo que es más frecuente, se mezcla con la cuajada en los moldes. Esta práctica presenta el inconveniente de no garantizar la pureza del inóculo ya que se pueden desarrollar en el pan otro tipo de gérmenes que contaminen la leche.

Los cultivos de P. candidum están constituidos por suspensiones de esporas de cultivos seleccionados, los que se espolvorean en la superficie de la cuajada una vez desuerada; no debe añadirse a la leche antes del cuajado pues lo que se pretende es el desarrollo del moho blanco en la superficie y no en el interior del queso. Los cultivos de P. candidum en polvo se emplean mezclados con sal ya que de esta forma se inócula y sala al mismo tiempo.

## Q. DEFECTOS DE FABRICACION.

### 1. Quesos de pasta blanda:

#### a) Defectos de especie:

- 1). El azul.- Se caracteriza por la aparición de manchas azules o -  
verduzcas en la superficie, ocasionadas por el desarrollo de P. -  
glaucum. Cuando se comprueba su presencia hay que desinfectar --  
los locales y el material de trabajo, así como verificar la pureza  
bacteriológica de los cultivos empleados.
- 2). El pelo de gato. Es producido por el desarrollo de voluminosas -  
manchas de Mucor, de esporas negras. Se observa en quesos mal es-  
curridos y poco salados. La desinfección del local y los materia-  
les permite eliminarlo.
- 3). La grasa o piel de sapo. Es ocasionada por la proliferación de -  
Geotrichum en la superficie de los quesos tornándola viscosa y --  
amarillenta terminando por derretirla. Las causas de este defec-  
to suelen ser un salado insuficiente o irregular, y temperaturas-  
elevadas al final del desuerado o en la cámara.
- 4) Manchas negras o pardas. Son producidas por el lactato de hierro  
formado cuando la superficie de los quesos está en contacto con -  
hierro enmohecido o no estañado. Las manchas en ocasiones pueden  
tomar coloraciones rojo violeta oscuras por el revestimiento con-  
mohos.

#### b) Defectos de textura:

- 1). Pasta seca. Se dice que el queso está yesoso y es ocasionado por  
un afinado insuficiente, resultado de un desuerado excesivo. Es--  
frecuente cuando se trabaja con leches demasiado ácidas.
- 2).. Pasta fluida. Se produce cuando no se desuera lo suficiente que-



dando el queso con demasiada humedad con lo que hay desarrollo - de más de la flora proteolítica.

- 3). Hinchazón. Este defecto también se provoca por un desuerado insuficiente, el queso se hincha y toma el aspecto de esponja por el intenso desarrollo de gérmenes de contaminación productores de -- gas. Especialmente bacterias coliformes y levaduras. Para su control se hace necesario desinfectar el material, controlar la leche con lactofermentador y desuerar convenientemente.

## 2. Quesos de pasta firme:

### a) Defectos de corteza.

- 1). Corteza agrietada o escarchada. Es indicio de secado insuficiente o cuando el queso se enfría bruscamente al principio del avina do cuando la corteza no está lo suficiente bien formada.
- 2). Corteza viscosa. Producida por la invasión en la superficie de - los fermentos del rojo fuertemente proteolíticos. Este defecto - lo ocasiona un mal secado.
- 3). Corteza mohosa. La falta de cuidado durante la permanencia del-- producto en las cavas tiene por consecuencia el enmohecido de la corteza. Por lo general los lavados han sido insuficientes y mal ejecutados.

### b) Defectos de pasta.

- 1). Pasta seca. Es consecuencia de un desuerado excesivo, de una acidez elevada de la leche con la que se labora o también por un baño de salmuera prolongado y atmósfera seca durante el desuerado.
- 2). Hinchamiento. Es resultado de un moldeo y prensado mal ejecuta-- dos. El accidente aparece cuando la acidificación es demasiado - lenta. Si la hinchazón es tardía (10 a 15 días después del empie

zo del afinado), es indicio de contaminación butírica.

- 3). Queso de dos colores. El producto presenta una zona blanquecina y otra proteolizada, este defecto aparece cuando la leche tratada es ácida o cuando no está suficientemente poblada de bacterias -- lácticas. Este accidente también se conoce como corazón duro.
- 4). Gusto a jabón. Es frecuente en los quesos viejos, ricos en materia grasa y mal desuerados. El sabor es consecuencia de la forma ción de jabón por la saponificación de las grasas por la acción - de lipasas posiblemente de origen microbiano.

### 3. Quesos de pasta cocida.

#### a) Defectos de corteza.

- 1). Manchas negras, verdes o pardas. Son producidas por el desarro-- llo de mohos diversos los que pueden ser fácilmente eliminados -- con un buen cuidado de la corteza y con la desinfección del mate-- rial.
- 2). Morge blanquecina. Acompañado de grietas y fisuras superficia-- les. Es el resultado de un desuerado insuficiente por el empleo - de leches demasiado pobladas de fermentos, leche insuficientemen-- te poblada, alcalina, calentamiento rápido en la caldera y otras-- fallas en el proceso.
- 3). Rojo de los Tablards. Se caracteriza por la aparición de manchas rojizas más o menos profundas. El fenómeno aparece en cavas húme-- das donde cae agua con salitre la que salpica los quesos los que-- con su flora desnitrificante transforman los nitratos en nitritos los que sobre la materia nitrogenada dan coloraciones rojas con la producción de gas.

4) Color vinoso. Este accidente de la corteza aparece cuando los quesos están en cavas frías y muy húmedas. Se produce una invasión de Streptococcus faecalis en la superficie del queso. El remedio consiste en desecar convenientemente las cavas.

5). Chancros. Este accidente se caracteriza por la aparición de pequeñas cavernas en la corteza del producto, que penetran progresivamente en la masa del queso. Estas cavernas son provocadas por la presencia de levaduras neutralizantes, por lo que es necesario desinfectar el material y comprobar la flora microbiana de la salmuera cuando se emplea.

6). Aradores. Son pequeños ácaros que se instalan en la corteza del queso, royéndolo formando galerías por toda la masa hasta reducirlo a polvo. Es necesaria la limpieza y desinfección de las cavas como medida preventiva, y el lavado de los quesos con agua salada.

#### b) Defectos de pasta y de abertura.

1). Queso sin abertura. Es consecuencia de la deficiencia de fermentos propiónicos lo que se remedia añadiéndolos a la leche; o bien por un sobrecalentamiento en las calderas, caso en el que suelen aparecer puntos rojos constituidos por colonias pigmentadas de microorganismos de la putrefacción esporulados termorresistentes.

2). Queso muy abierto. Suele ser consecuencia de un desuerado excesivo con una leche poco poblada de bacterias lácticas. La pasta se torna dura, cariácea e impermeable. La fermentación propiónica no encuentra freno formando grandes ojos y sabor picoso.

3). Queso mil agujeros o hinchazón precoz. Bajo la prensa o durante los primeros días del afinado aparecen multitud de agujeritos que después se juntan cuando el queso pasa a las cavas calientes. Es consecuencia del desarrollo de levaduras y coliformes especialmente Aerobacter aerogenes, posiblemente por una mala selección tér-

mica.

4) Hinchamiento butírico. De 10 días a dos meses después de fabricado el queso, se hincha hasta que estalla. La pasta de olor desagradable, presenta enormes agujeros en donde se acumula hidrógeno en vez de bióxido de carbono lo que se evidencia con una flama. - Este fenómeno es provocado por una fermentación butírica por la presencia en la leche de Clostridium butyricum de esporas termo-resistentes. Se propaga principalmente en el forraje ensilado de donde pasa al ganado y de ellos a la leche.

5). Queso abierto. Se dice que un queso está abierto cuando su pasta presenta fisuras, arrugas o tortuosidades acentuadas. Pueden sólo ser fisuras o estar acompañadas también de ojos, por lo que se puede decir que está abierto sin o con ojos.

Este defecto se debe a la falta de elasticidad, provocada por el bióxido de carbono desprendido durante la fermentación propiónica. El origen de este accidente es casi siempre una acidez elevada de la leche de caldera.

6). Putrefacción. Se manifiesta por la presencia, dentro del queso, de núcleos blancuzcos y mal olientes debido a a la licuefacción - pútrida de la pasta, acción producida por Clostridium sporogenes; bacteria anaerobia, esporulada, termo-resistente y termofila, - enérgicamente proteolítica. Este defecto se produce cuando se -- parte de leches poco pobladas de bacterias lácticas (en invierno).

7). Queso Cuiteux. Cuando una fracción de la cuajada se suelta mal al conjunto de pasta, se puede observar en el queso un agujero, a menudo de grandes dimensiones. Se dice entonces que el queso está Cuiteux.

8). Hinchamiento. Se traduce en la presencia de numerosos ejes en el queso principalmente en la superficie. Los gérmenes responsables

son diversos, los más frecuentes son esporulados anaerobios. Se recomienda como tratamiento a la hora de fundir el queso, añadir un cultivo de estreptococos productores de nisina que inhibe el desarrollo de fermentos butíricos.

## CAPITULO IX

### LECHES MODIFICADAS

La industria prepara numerosos tipos de leches cuya composición y sabor son modificados en menor o mayor proporción según los usos: alimentación de lactantes, tratamiento de ciertos enfermos, etc. Podemos citar -- dentro de las más importantes las que siguen.

#### A. LECHE MATERNIZADA O HUMANIZADA.

Son leches cuya composición se modifica para acercarla lo más posible a la de la leche de mujer. Su fabricación incluye siempre la adición de lactosa y la reducción del contenido de caseína. El interés de estas leches es medicamente muy discutido.

En efecto, parece que las ventajas de la leche de mujer residen en - cualidades específicas aún no bien determinadas y que una imitación química de su composición, siempre grosera, es incapaz de conseguir. Así, la - adición de sacarosa a la leche de vaca parece ser mejor tolerada por el -- lactante que la adición de lactosa. Con respecto a la digestibilidad de - la leche por los bebés, la leche humana se digiere más fácilmente que la - leche de vaca y contiene bastante menos proteína y más azúcar. A fin de - corregir estas diferencias, al preparar las fórmulas para los bebés, es -- muy común diluir la leche de vaca con agua y añadir azúcar para hacerla -- más parecida a la humana.

## B. LECHE VITAMINADAS.

Son muy numerosas, por lo que sólo citaremos las principales:

1. Leche con vitamina D: La leche es relativamente pobre en vitaminas, especialmente en vitamina D, para remediar esta carencia se trató de enriquecer la leche con vitamina D, pero la cantidad varía según la dieta de la vaca y el grado en que se ha expuesto a la luz del sol. Debido a que las dietas de la mayoría de los niños es deficiente en vitamina D, su añadidura a la leche es ya una práctica común. Se puede aumentar la actividad de la vitamina D en la leche mediante la irradiación con luz ultravioleta, la cual convierte el esteroil de la leche (7-dehidrocolesterol) en vitamina D<sub>2</sub>. Pero la cantidad de vitamina D que se puede producir de este modo es bastante limitada. Ha resultado más práctico añadir vitamina D en forma concentrada a la leche, en cantidades que aumentan su potencia a un mínimo de 400 unidades por litro. Generalmente la vitamina es añadida antes de la pasteurización. El tratamiento exponiéndolo a los rayos ultravioleta debe practicarse en las siguientes condiciones:

- a) La banda activa del espectro está comprendida entre 230 y 310 m $\mu$ . La radiación puede producirse por medio de lámparas de arco de carbono o de vapor de mercurio.
- b) A causa de la considerable absorción de la radiación, es necesario exponer la misma en capa muy fina de menos de 0.1 mm. de espesor.
- c) Es conveniente trabajar al abrigo del aire para evitar la destrucción de otras vitaminas.

La irradiación de la leche, también llamada actinización, permite además de obtener un producto con contenido considerable de vitamina D, que el resto de las vitaminas no se modifiquen, al

igual que las cualidades organolépticas, y que por la acción de los rayos ultravioleta se disminuya la carga microbiana.

La irradiación de la leche después de la pasteurización es un procedimiento muy extendido en ciertos países.

2. Leche mineralizada multivitamínica. Generalmente los expertos en nutrición y los médicos se oponen al fortalecimiento de los alimentos básicos, ya que las dietas que incluyen una variedad normal de componentes tienden a suministrar todas las vitaminas necesarias, además que un exceso de éstas puede ser dañina. No obstante se ha aprobado una leche fortalecida para satisfacer la demanda que existe en algunas áreas. Generalmente se añade a la leche vitaminas y minerales suficientes para dar a cada litro la cantidad mínima requerida diariamente de vitamina A, vitamina D, tiamina, riboflavina, niacina, hierro y yodo. Normalmente no se añade vitamina C, ya que ésta se destruye rápidamente durante el proceso y durante el almacenamiento.

3. Leche yodada. La leche irradiada no puede considerarse como un verdadero medicamento, pero la leche yodada constituye un producto farmacéutico para tratar la insuficiencia tiroidea.

La preparación de la leche yodada puede ser directa, por adición de un compuesto yodado (10 mg. por litro), o indirecta, administrando a los animales una ración rica en yodo.

4. Leche con bajo contenido de sodio. Muchas veces las personas que padecen presión alta o edema tienen que seguir una dieta en que se restringe la cantidad de sodio. Se puede obtener leche con bajo contenido de sodio haciéndola pasar a través de una resina intercambiadora de iones que elimina al sodio sustituyéndolo por potasio. Esta leche especial contiene por lo general entre 3 y 10 mg. de sodio por 100 ml. en tanto que la leche normal contiene --



unos 50 mg. por 100 ml.

5. Leche acidificada. Esta leche es muy bien asimilada por los lactantes. La acidificación se realiza con ácido láctico o con ácido cítrico, que permiten neutralizar las sustancias tampon de la leche, cuya presencia disminuye considerablemente la acidez del estómago. Por otra parte un pH demasiado elevado en el intestino dificulta la absorción del calcio y del fósforo a causa de la formación de sales insolubles.

El producto conocido como Pelargon, es una leche en polvo acidificada por adición de 0.5% de ácido láctico.

### C. LECHE ESTÉRIL

Es posible esterilizar más bien que pasteurizar la leche mediante el uso de tratamientos térmicos más fuertes. Si se emplea una temperatura suficientemente alta, el tiempo puede ser muy breve, lo cual previene el sabor a cocido y el cambio en el color. Un tratamiento térmico usual en estos casos utilizaría unos 150°C por 2 ó 3 segundos. Después la leche se envasa en condiciones asépticas, generalmente en botes de hojalata. Hasta la fecha la leche estéril se ha utilizado principalmente en lugares donde no hay refrigeración disponible o en casos similares.

### D. LECHE DE CUAJADA BLANDA

La caseína de la leche se coagula y forma cuajada bajo la acción de las enzimas y los ácidos gástricos. Esta cuajada puede ser más o menos blanda de acuerdo con la cantidad de caseína y calcio en la leche y otros factores. La leche humana forma una cuajada blanda y ligera. La leche de vaca pasteurizada forma una cuajada más dura y compacta. La leche de cuajada blanda puede ser digerida más fácilmente por las criaturas y los niños de corta edad. Se conocen varios tratamientos para producir leche de-

cuajada blanda; éstos incluyen tratamientos térmicos comparables con los que se utilizan para la producción de la leche evaporada, eliminación de una parte del calcio mediante el intercambio de iones, tratamiento de la leche con enzimas y otros.

#### E. LECHE FERMENTADAS.

Estos productos están formados por leche acidificada y coagulada espontáneamente o por la inoculación de lactobacterias. A muchos preparados de leche agria les son descritas ciertas propiedades terapéuticas en determinadas enfermedades y de interés es, su influencia sobre la flora intestinal. Se supone que actúan sobre las bacterias toxígenas de la putrefacción, lo que debe fundamentarse en parte en la habilidad de las lactobacterias de producir cantidades significativas de ácido, en parte es un antagonismo entre las lactobacterias y las bacterias de la putrefacción. La acción curativa de los preparados de leche agria radica sin duda alguna, en muchos casos en la cantidad de ácido ingerida en el producto. La fermentación acidificante constituye la primera forma de conservación de la leche. Se trata de una protección limitada debida a un valor de pH bajo; sin embargo, no se opone a la invasión por mohos. Al desarrollarse los gérmenes se modifican los componentes normales de la leche, la lactosa, se transforma parcialmente en ácido láctico, en ciertas leches en alcohol etílico; los prótidos sufren un comienzo de peptenización que mejora su digestibilidad. En ocasiones la leche se carga de  $\text{CO}_2$  y se torna espumosa. Las principales especies que constituyen la microflora de estas leches fermentadas son:

1. Lactobacilos. Principalmente las especies que producen mucho ácido láctico a una temperatura relativamente alta (37 a 47°), se encuentran también lactobacilos mesófilos poco acidificantes, cuya temperatura óptima se sitúa hacia los 30°C.
2. Estreptococos lácticos termófilos o mesófilos. Productores de me-

nos cantidad de ácido pero que desarrollan un aroma característico.

3. Levaduras de la lactosa, que producen gas carbónico y poco alcohol. No se encuentran más que en algunos productos poco difundidos.

Las especies microbianas utilizadas en la práctica no se implantan normalmente en el intestino. La mejora del contenido del tubo digestivo por el consumo de leches fermentadas, se atribuye sobre todo a las cualidades antisépticas intestinales del ácido láctico, como ya se ha dicho, y por la lactosa ingerida. El uso de estas leches se preconiza para facilitar la siembra del tubo digestivo cuando se ha destruido la flora intestinal por un tratamiento con antibióticos.

#### PROBLEMAS PLANTEADOS POR LA FABRICACION DE LECHE FERMENTADAS.

1. Control de la microflora. Eliminación de toda posibilidad de contaminación con microorganismos extraños a lo largo de la fermentación; utilización de una leche de buena calidad bacteriológica y cuidadosamente pasteurizada.

Mantenimiento del equilibrio de los componentes de la microflora útil. En general, la fermentación es el resultado de dos especies por lo menos; se cultivan por separado en el laboratorio y se mezclan solamente a nivel de fermento destinado a la fabricación. Tras una serie de resiembras llega a predominar una de las especies desapareciendo progresivamente la otra.

2. Control de la temperatura. La temperatura alcanzada durante la pasteurización preliminar tiene una gran importancia en un aspecto diferente al de la higiene, se precisa un calentamiento de más de 80°C para modificar las propiedades de la leche, de tal forma que la exudación de suero se retrase lo más posible. La pasteurización baja (63°C por 30 min.) no es conveniente.

La temperatura del cultivo debe ser perfectamente estable. La temperatura de enfriamiento y de almacenamiento debe ser bastante baja; alrededor de 5°C el coágulo se mantiene homogéneo durante largo tiempo.

3. Control de la acidez Contrariamente a lo que comúnmente se cree, una acidez elevada da una cuajada de mejor consistencia y de más prolongada estabilidad que una acidez baja. Por encima de los 70°Dornic, el suero exuda mucho más lento que a 60°D, y la cuajada es más viscosa.

#### PRINCIPALES LECHE FERMENTADAS.

1. Leche agria y suero de leche descremada. Abandonando leche a 20-22°C la misma se coagula en el curso de 15 a 20 horas; su flora natural de lactoestreptococos se desarrolla y acidifica la leche. Este producto se llama leche agria.

Puesto que la leche contiene otras bacterias además de los lactoestreptococos que se pueden desarrollar a 18-20°C, la leche abandonada a la coagulación se inocula con suero de leche descremada que contenga estreptococos del iniciador utilizados en la acidificación de la crema. Con este se aumenta la preponderancia de los lactoestreptococos sobre las demás bacterias de leche pasteurizada. Siempre debe inocularse de esta manera para obtener leche agria.

Característico para estas leches es que pronto será invadida por Oosporas lactis que utiliza el ácido d-láctico como fuente de carbono. En Suecia se utilizan cultivos de estreptococos mucógenos para la obtención de leche cuajada de aquel país, filbunke.

El suero de la leche desgrasada contiene, casi exclusivamente, estreptococos y betacocos, procedentes de la acidificación de la crema. Ninguna de las bacterias presentes en la leche agria o

suero de la leche descremada pueden vivir en el intestino.

2. Leches fermentadas en masa. La fermentación se hace en depósitos; tras la coagulación se agita la cuajada hasta consistencia cremosa para repartirla luego en frascos o botellas. Este método de elaboración es más fácil que el anterior, sólo es necesario que la cuajada se encuentre en condiciones favorables con el fin de que el suero no se separe en el tiempo normal de comercialización. Las condiciones esenciales son: precalentamiento a más de 80°C, acidez mayor a 75°D y que la agitación final se haga en frío, por debajo de los 10°C. El almacenamiento hacia los 5°C permite conservar la cuajada homogénea durante varios días.

De esta manera se prepara la crema de yogur y el llamado Cultured buttermilk. El precio de estos productos es inferior al del yogur.

3. Koumis. Es una leche fermentada de yegua consumida en Asia Central. El koumis resulta fundamentalmente de una doble fermentación (láctica y alcohólica) de la lactosa. Según de la acidez y contenido de alcohol, se distinguen distintos tipos de koumis -- (dulce, medio y fuerte). La flora bacteriana está constituida -- principalmente por fermentos lácticos y levaduras.

Se atribuye a esta leche fermentada un efecto terapéutico sobre algunas afecciones pulmonares; la dosis de koumis administrada en los casos de tuberculosis pulmonar es de 1.5 litros al día.

A veces también se prepara el koumis con leche de camella.

4. Leche acidófila. Es una de las leches fermentadas preparadas al demostrarse que las bacterias del yogur no eran capaces de colonizar el intestino, sin embargo, algunos cultivos lácticos, como el Lactobacillus acidophilus, pueden proliferar en las mismas condiciones y ser aislados en las heces de lactantes: esta observación

fue la base para la preparación de leche acidofila.

La idea actual del concepto de leche acidofila precisa, por ello, el que este producto contenga Lb. acidophilus, cultivada eventualmente con un estreptococo termofilo formador del aroma. Esta leche debe contener al menos 100 millones de lactobacterias bacilares por c.c., lo que se puede controlar mediante distribución en agar-suero de leche autolizado de levadura, donde Lb. acidophilus se reconoce por medio de características colonias R.

Se parte de leche desnatada de excelente calidad que es pasteurizada dos veces a 85°C con objeto de eliminar casi por completo la totalidad de los gérmenes. También se puede esterilizar por un procedimiento U.H.T., o sometiéndola a 115°C durante unos segundos.

Después de la refrigeración a 37°C se siembra con 2.5% de un cultivo puro de Lb. acidophilus. El producto es envasado en botellas y mantenido durante unas 24 horas a 35-37°C para favorecer la coagulación.

La leche acidofila debe ser consumida cuando su contenido en gérmenes es mayor. Si se le añade lactosa aumenta su valor terapéutico al favorecer el crecimiento de este germen un medio intestinal rico en azúcar. Su acidez suele alcanzar el 1.5% y es un agente eficaz para el tratamiento de ciertos desórdenes intestinales, enteritis, estreñimiento, urticarias, etc.

- 5.- Leches concentradas fermentadas: Tienen su origen, por lo menos en la forma comercial, en los países escandinavos y tienen nombres variados: Ymrt, Ykmsrlk, Laktofil, etc. Se obtienen por fermentaciones en masa de leche concentrada con el 15% de extracto seco total y 4% de materia grasa. El producto coagulado se homogeniza antes de envasarlo en recipientes de cartón o tarros--

de vidrio. La consistencia del producto es muy untuosa y suave;- la acidez aparece difuminada.

Estas leches concentradas fermentadas tienen sabor agradable en frío y gustan a los consumidores que aprecian una acidez menos intensa que la del yogur ordinario.

6. Yoghourt: El yoghurt o simplemente yogur, es un producto de leche acidificada de origen búlgaro y turco. Se elabora por lo general de leche de oveja o búfala, aunque en la actualidad se fabrica en muchos países de América y Europa con leche de vaca.

Para un buen yoghurt se desea que una vez frío tenga tal consistencia que al invertir el recipiente, de boca algo más estrecha con respecto al fondo, no se vierta ni pierda su forma, que el corte sea liso, brillante y aporcelanado. El yoghurt ideal en consistencia, acidez y aroma debe contener de acidez entre 90° y 102° Dornic y un pH entre 4.2 y 4.3.

Generalmente la mejor temperatura de incubación es de 42°C, coagulando entre 2:50 horas y 3:15 horas, si coagula más rápido, el yoghurt será más ácido provocado por la mayor concentración de cocos que de bacterias; en la proporción invertida la coagulación tarda más de 3:15 horas obteniéndose un producto flojo e insípido.

El enfriamiento después de la coagulación contribuye a la consistencia así como al aroma. Este enfriamiento se verifica mejor a baño maría con agua fría a 10-15°C que en cámara fría entre 6 y 10°C. Después de 24-48 horas de enfriado el yoghurt mejora su consistencia y sabor. El yoghurt pasteurizado a menos de 95°C tiene menor buen sabor que el pasteurizado a esa temperatura.

El yoghurt industrial se elabora con leche de vaca por lo general muy descremada, y a veces enriquecida con extracto seco, por adición de leche en polvo. Pero se puede partir de leche entera-

o descremada. La adición de leche en polvo se hace hasta alcanzar valores de extracto de 140-160 g/l (3% de leche en polvo), lo que se logra concentrando la leche por evaporación a las 2/3 partes de su volumen en leches enteras o parcialmente descremadas. Este incremento del extracto seco le confiere al producto una consistencia firme. Cuando se trabaja con leche entera la homogenización tiene efectos singulares, porque evita la subida de la nata en el curso de la incubación.

- a) Evaporación.- El mejor yoghourt se obtiene evaporando la leche hasta perder 1/3 de su volumen. Se puede realizar en tachos -- estañados con chaquetas de vapor, se evitan las superficies -- con dos metales diferentes para no establecer corrientes electrotérmicas que alteran el sabor del yoghourt por alterar los cultivos por acciones oligodinámicas u oligometálicas. También la evaporación se realiza con refrigeradores calientes, -- que además evaporan los gases y malos olores de la leche ordeñada absorbidos por las grasas. Y la evaporación al vacío que -- es la más rápida.
- b) Concentración por adición de leche en polvo.- Se obtiene una concentración aceptable, añadiendo el 3% de leche en polvo soluble. Si se añade el 2% la consistencia no será suficiente-- y si se agrega un 4% se nota gusto de leche en polvo, aunque -- este sabor desaparece cuando el producto ha estado 2 ó 3 días-- en nevera.

Se puede fabricar yoghourt sin evaporar o concentrar la leche, aumentando su consistencia añadiendo de 1 a 3 por 1000 de agar y si se desea el 1% de leche en polvo. Se puede emplear el -- 5:1000 de gelatina, goma de carob o cualquier otra, o incluso-- 6 g/l de una fécula o almidón.

- c) Microorganismos del Yoghourt.- El producto genuino contiene--



la simbiosis de Thermobacterium yoghourtii que le da al coágulo un sabor ácido algo fuerte; Lactobacillus bulgaricum que espesa y da consistencia al coágulo, y el Streptococcus thermophilus que suaviza el sabor ácido y confiere algo de aroma. Dicha asociación es en partes iguales de los tres microorganismos

La flora del yoghurt suizo difiere un poco, está constituida por Str. casei (parecido al Str. bulgaricus), Str. thermophilus (resiste temperaturas de 72°C) y Thermobacterium bulgaricum.

Todas las bacterias lácticas son muy susceptibles al exceso de acidez mutándose sus caracteres, por lo que hay que enfriar el producto inmediatamente después de la coagulación.

El Lactobacillus bulgaricus es una bacteria láctica homofermentadora que se desarrolla entre 45 y 50°C acidificando fuertemente el medio, pudiendo formar hasta 2.7% de ácido láctico. El Str. thermophilus se multiplica bien entre 37 y 40°C pero también se desarrolla a los 50 °C; es una especie homofermentadora termo-resistente. Ambos gérmenes son microaerofilos y se comportan bien a pH ácidos (4 a 4.5).

En la simbiosis del yoghurt, el lactobacilo proteolítico obtiene varios aminoácidos de la caseína los que activan el desarrollo de los estreptococos. La valina es uno de los más importantes. En conjunto estos gérmenes producen más ácido láctico que por separado.

Al comienzo de la fabricación el pH de la leche es favorable a los estreptococos, los que predominan y ponen en marcha la fermentación láctica. La acción caseolítica de los lactobacilos estimula el desarrollo de los estreptococos; al progresar-

la acidificación el pH se torna poco favorable para estos y progresivamente son reemplazados por los lactobacilos. La leche cuaja cuando la acidez alcanza los 70 u 80°Dornic. Se puede producir un producto menos ácido añadiendo un poco de cuajo para coagular en dos horas a la acidez que se desee. El acetaldéhidido es uno de los principales componentes del aroma, producido principalmente durante el desarrollo del estreptococo.

- d) Fabricación.- La pasteurización de las leches enriquecidas -- con extracto seco se efectúa a 84-85°C o por procedimiento -- U.H.T., después se enfría entre 42 y 45°C y se siembra el fermento láctico (3%); enseguida se agita y reparte en envases para incubarlos a 42°C durante 2:30 - 3:15 horas tiempo en el -- que la leche cuaja. Los tarros se enfrían entonces por abajode 10°C para detener la acidificación excesiva que ocasionaría la retracción de la cuajada y la separación del cuajo.

Durante la incubación ya sea en estufa o baño maría, aumentando o disminuyendo la temperatura se puede favorecer el desarrollo del estreptococo (productor de aroma) o del lactobacilo -- (acidificación). Asimismo un cultivo joven en donde el estreptococo está en pleno desarrollo por la acidez débil del medio, se producirá un yoghurt dulce y aromático. Si se desea un -- producto ácido, bastará utilizar un cultivo más viejo donde domine el lactobacilo por su resistencia a los pH bajos.

- e) Distintos tipos de yoghurt.

- 1.- Productos con sabor.- El sabor (café, chocolate, vainilla, etc.) se agrega en forma de licor (sabor natural y/o artificial, agua y azúcar hervidos) con algún estabilizador si es necesario para evitar sedimentaciones antes o después de la inoculación de la leche. Por el mismo método se puede añadir miel, licores destilados, frutas y otros productos. Los licores o productos por añadir deben-

estar a 42°C durante esta operación, para evitar baje la temperatura de la leche lo que ocasionaría defectos en el producto.

2.- Yoghourt de larga conservación.- Se produce elaborándolo primero y después, una vez frío, se recubre con una capa de uno a dos centímetros de confitura, miel, caramelo, fondant, crocan, cobertura u otro producto. El objeto es proteger al producto de posibles infecciones superficiales y evitar la respiración de las bacterias para controlar la acidez; pudiendo conservarse el producto por varias semanas.

3.- Yoghourt acidofilo.- Sencillamente se produce mediante la asociación de las bacterias del yoghurt con las de la leche acidófila (Bacterium acidophilum) sin cambios en los métodos de elaboración.

4.- Yoghourt perfumado.- Se emplean esencias de varias frutas (albaricoque, plátano, anís, frambuesa, melón y otros) que por legislación se exige sean extractos naturales estando prohibidos los aromas sintéticos. Las esencias naturales se obtienen de las frutas por destilación y carecen por tanto de color. Se añaden a la leche en el momento de la siembra, siendo común añadir al mismo tiempo un colorante natural adecuado. Se puede añadir pulpa de frutas a la cuajada, batiéndola en frío.

#### f) Queso de Yoghourt.

Se puede obtener queso colocando la cuajada o yoghurt en un sedas-- de tela hervido previamente y no muy tupido para que el suero pueda escu-- rrir bien, se ata y suspende durante 20 ó 24 horas, obteniéndose de esta forma el queso fresco de yoghurt de consistencia parecida a la del requesón, tiene una concentración 6 u 8 veces más que el yoghurt y debe mantenerse bajo refrigeración. También se puede obtener variedades de quesos más elaborados y añejos, como es el caso del chanclich, pero aunque son conocidos, sus métodos de elaboración están poco estudiados y no se fabrican

a nivel industrial.

7.- Kefir.- El kefir del Cáucaso es una bebida gaseosa, ácida y -  
alcohólica. El inóculo se prepara dejando macerar en un odre con  
leche de vaca un pedazo del estómago de carnero o bovino. La le-  
che se cuaja rápidamente pudiendo llenarse de nuevo con leche - -  
fresca. Al cabo de una semana aparece en las paredes del odre --  
una capa esponjosa, la que dividida y seca constituye los granos-  
o gránulos de kefir parecidos a un repollo pequeño, amarillentos y  
amelonados. Al desecarse se contraen fuertemente tornándose par-  
dos y frágiles, pudiendo conservarse por años en estado seco.

Los gránulos de kefir consisten en la simbiosis de Streptococcus-  
kefirii, Bacterium caucasicum, Sacharomyces fragilis y Torula ke-  
firii; aunque la microbiología puede variar de gránulo, pudiendo  
existir otras especies como Torulopsis St. cremoris, St. lactis,  
Lactobacillus caucasicus y L. casei. Esta flora se asocia con --  
una de contaminación (Acetobacter, Klebsiella y otros) además de  
varios betacocos y bacilos gram negativos que licuan la gelatina.

Bacterium caucasicum produce ácido láctico y posee una gran acti-  
vidad proteolítica ácida, produciendo albúminas y peptonas a par-  
tir de la caseína, por lo que este producto es más digerible que  
el yoghurt.

Sacharomyces fragilis es una levadura que fermenta la lactosa con  
virtiéndola en alcohol y anhídrido carbónico.

Streptococcus kefirii también fermenta a la lactosa hasta alcohol  
y anhídrido carbónico al igual que Torula kefirii.

Los lactobacilos hidrolizan la lactosa en glucosa y galactosa, --  
azúcares que pueden ser transformados en alcohol y anhídrido car-  
bónico por las levaduras.

- a) Técnicas de fabricación.- Primero los gránulos de kefir se regeneran colocándolos en agua a 25°C durante 24 horas cambiando el agua una vez a las 12 horas. A continuación se colocan en leche y agua hervida en cantidades iguales a 24°C (temperatura óptima para kefir) y después en leche hervida (10 a 20 g/l) a 24°C hasta que la leche coagule.

Una vez constituido el coágulo se agita para deshacerlo y se cuele para separar los gránulos, se repite la operación obteniéndose los gránulos frescos; se consideran buenos si 10g. coagulan un litro de leche. Por lo tanto para la obtención del kefir se añaden 10 g. de gránulos por litro de leche hervida enfriada a 24°C incubándose a esta temperatura hasta que la leche coagule, agitándose 2 ó 3 veces durante las primeras 4 ó 5 horas obteniéndose la fermentación láctica y un poco de acción ácido proteolítica.

La leche acidificada después de 24 horas se separa por filtración y se coloca en frascos de tapón de resorte a temperaturas de 17-20°C durante 12 horas. Para terminar la fermentación láctica y ácido proteolítica. Enseguida se colocan en un lugar fresco a 12-15°C donde permanecen 2 ó 3 días para desarrollar la fermentación alcohólica y carbónica siendo conveniente agitar los frascos 2 ó 3 veces al día. Una vez terminado el kefir la presión en los frascos es de 2.5 a 3 atmósferas por lo que deben ser de vidrio especial.

Los gránulos retenidos en el colador se lavan con un poco de leche desnatada y hervida agitándolos ligeramente. Si son muy grandes y mucosos se lavan con agua hervida con un 5% de carbonato sódico para separar las bacterias con cápsulas mucosas, un lavado a la semana es suficiente. Si los gránulos mayores al tamaño de una nuez no se dividen espontáneamente lo mejor es cortarlos.

En general los gránulos producen de 1.5 a 2% de alcohol, pero añadiendo el 2 ó 3% de lactosa se aumenta el porcentaje.

b) Determinación de alcohol en kefir y similares.

Reactivos: Solución 4N de sosa y solución de fenolftaleína.

Técnica.- Tómense 100 cc. de la muestra con pipeta o matraz tarado y deposítelos en un matraz de alambique; lávase pipeta y matraz tarado 3 veces con 5 cc. de agua. Enseguida se neutraliza y destila hasta obtener 2/3 partes de la cantidad del líquido original, se ajusta la temperatura a 15°C y se afora a 100 cc. con agua. El contenido alcohólico se calcula según densidad tomada a 15°C. Un gramo de lactosa produce aproximadamente 0.59 cc. de alcohol etílico.

Desinfección de materiales y equipo que no pueda ser tratado con métodos caloríficos:

Fórmula: 1000 g formalina  
50 g permanganato de potasio

Al mezclarse estos dos compuestos se desprenden vapores de formalina a los que se someten los materiales por desinfectar durante dos horas.

8.- Otras leches fermentadas.- Prácticamente son desconocidas, nos referimos a las siguientes:

- a) Mazum: Producto parecido al yogur, típico de Armenia; preparado con leche de cabra, de oveja o de búfalo.
- b) Gioduu: Se consume localmente en Cerceña y es una leche ácida y alcoholizada, preparada con leche de cabra, de oveja y a veces con leche de vaca.



## CAPITULO X

LA LACTOSA

## A. INTRODUCCION

El carbohidrato característico de la leche es la lactosa, apareciendo en ella y en la glándula mamaria en grandes cantidades. Aparece también - en la sangre y en la orina.

Bartoletus la aisló por primera vez en 1633 mediante la evaporación del suero de leche. Desde el siglo XVIII se empleó comercialmente, principalmente en la medicina, pero sus propiedades biológicas eran aprovechadas desde tiempos de Hipócrates con el uso del suero.

En la leche humana se encuentra en una concentración promedio de 7%, - la de vaca contiene 4.4 a 5.2% (4.8% promedio) representando el 50-52% de los sólidos totales, por su diferencia en concentración, con la humana, se acostumbra añadirle lactosa, otro carbohidrato para emplearla como alimento para infantes.

TABLA X-1: COMPOSICION DE LA LECHE EN VARIOS MAMIFEROS EN %

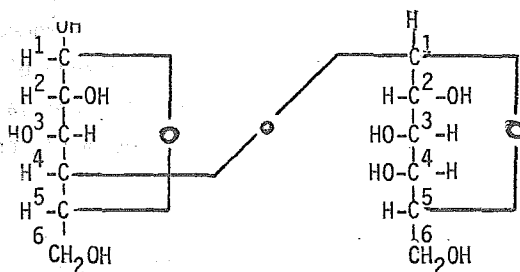
MAMIFERO	GRASA	PROTEINA	CARBOHIDRATOS	SOLIDOS TOTALES
Vaca	3.7	3.3	4.8	12.7
Humano	3.8	1.2	7.0	12.4
Oveja	7.7	6.3	4.5	19.4
Chivo	4.1	3.3	4.7	13.4
Búfalo	7.5	4.1	4.8	17.4
Camello	5.0	3.7	5.0	14.2
Caballo	2.0	2.2	6.6	11.5
Llama	3.2	3.9	5.3	-
Reno	22.5	10.3	2.4	-
Yak	7.0	5.2	4.6	-



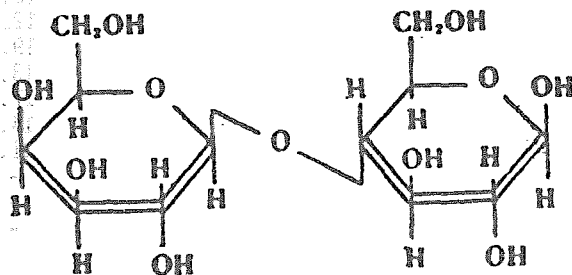
MAMIFERO	GRASA	PROTEINA	CARBOHIDRATOS	SOLIDOS
Mono	3.9	2.1	5.9	-
Rata	14.8	11.8	2.8	31.7
Conejo	24.5	20.6	1.2	48.3
Perro	13.0	9.8	3.3	26.0
Gato	10.9	11.1	3.4	-
Puerco	8.2	5.8	4.8	19.9
Marsopa	49.0	11.0	1.3	-

B. ESTRUCTURA MOLECULAR.

Es un disacárido compuesto por D-glucosa y D-galactosa, que se puede designar como 4-0-p-D-Galactopiranosil-D-Glucopiranososa, encontrándose en las formas  $\alpha$  y  $\beta$ , ambas moléculas se unen por el grupo aldehído de la D-galactosa. Las configuraciones  $\alpha$  y  $\beta$  de la lactosa son fácilmente distinguidas a partir de que la designación es arbitraria, asignada a la forma que tenga la mayor rotación en la dirección Dextro. La fórmula estructural puede ser escrita en cadena recta o en las formas de Howarth, como se ilustra:



(GLUCOSA) Ligaduras 1-4- $\beta$  (GALACTOSA)



(GALACTOSA) Ligaduras 1-4- $\beta$  (GLUCOSA)

La lactosa ha sido preparada a partir de la epilactosa, - 4-O-β-D-Galactopiranosil-D-Manosa de la cual difiere en configuración sólo en el C-2 del residuo de D-glucosa. La lactulosa, 4-O-β-Galactopiranosil-D-Fructosa, es producida a partir de la lactosa durante los procesos de ca lentamiento y almacenamiento de ciertos productos lácteos. Un número de - oligosacáridos que pueden ser derivados de la lactosa han sido encontrados en leche de varias especies, siendo de interés por su significado nutricio nal y fisiológico.

### C. BIOSINTESIS

Los cultivos de tejidos de glándulas mamarias lactantes, fácilmente - convierten la D-glucosa en lactosa, no así otras hexosas, por lo que está - bien establecido que este azúcar en la sangre es el principal precursor de la lactosa. Más tarde con el uso de compuestos marcados con C<sup>14</sup>, confirma ron que más del 80% del carbón de la lactosa, se deriva directamente del - grupo de la glucosa del plasma.

El principal camino (+ 70%) para la síntesis de la D-galactosa se de - mostró ser también a partir de la D-glucosa de la sangre sin ruptura de la cadena del carbón.

La siguiente secuencia de reacciones se sugiere como el principal ca - mino para la biosíntesis de la lactosa, apareciendo entre paréntesis la en zima catalizadora en cada caso:

1. D-glucosa+ATP → D-glucosa-6-fosfato + ADP (Hexoquinasa)
2. D-glucosa-6-fosfato ⇌ D-glucosa-1-fosfato (Fosfoglucomutasa).
3. α D-glucosa-1-fosfato+uridina-5-trifosfato ⇌ Uridina-5-pirofosfato-- 1-D-glucosa+pirofosfato. (Pirofosfatouridiltransferasa uridina-D-gluco sil pirofosforilasa).
4. Uridina-5-pirofosfato-1-D-glucosa ⇌ Uridina-5-pirofosfato-1-D-galacto- sa (Uridina-5-(D-galactosil-pirofosfato)-4-epimersas, galactowaldenasa)

5. Uridina-5-Pirofosfato-1-D-galactosa+D-glucosa → Uridina-5-pirofosfato+lactosa (Galactosil-Transferasa)

D. PROPIEDADES FISICAS

La lactosa se encuentra tanto en la naturaleza como en los productos lácteos en una de sus formas cristalinas,  $\alpha$  -hidrato y  $\beta$  -anhídrido, o como un cristal amorfo, mezcla de  $\alpha$  y  $\beta$  -lactosa.

Se pueden obtener otras formas bajo condiciones especiales.

TABLA X-2. PROPIEDADES FISICAS DE LA LACTOSA

<u>PROPIEDAD</u>	$\alpha$ <u>HIDRATO</u>	$\beta$ <u>ANHIDRIDO</u>
Calor específico	0.299	0.2895
S, °K (E.U./Mol)	99.1	92.3
AS, °K (E.U.)	-586.2	-537.2
AH, °K (Cal/Mol)	-592.900	-533.800
AF, °K (Cal/Mol)	-418.200	-373.700
Calor de combustión (Cal/gm)	3761.6	3932.7
Punto de fusión	201.6°C	352.2°C

E.  $\alpha$  -HIDRATO

La lactosa comercial ordinaria es el monohidrato de  $\alpha$  -lactosa o simplemente  $\alpha$  -hidrato ( $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$ ). Se prepara mediante la concentración de una solución acuosa de lactosa hasta la supersaturación y permitiendo que la cristalización tenga lugar a una velocidad moderada por debajo de los 93.5°C.

El  $\alpha$  -hidrato es la forma sólida estable a temperaturas ordinarias, ya que las otras formas sólidas cambian al hidrato en presencia de una pe-

queña cantidad de agua por abajo de los 93.5°C. Tiene una rotación óptica específica en agua de  $[\alpha]_D^{20} = 89.4^\circ$  (Base peso anhidro) y  $P_f = 201.6^\circ\text{C}$ . - Un estudio de la estructura cristalina ha dado las siguientes constantes - de red (Rotación específica a 0°C);  $a = 7.864 \text{ \AA}$ ,  $b = 21.894 \text{ \AA}$ ,  $c = 4.897 \text{ \AA}$  siendo  $\beta = 105^\circ 58.5'$ .

Estos valores se refieren a las dimensiones de la célula unitaria y - uno de los ángulos de eje. El valor experimental de  $\rho_{\text{exp.}} = 1.497$  indica un valor de  $Z = 2.03$  moléculas por célula unitaria.

El  $\alpha$ -hidrato puede formar un número de formas cristalinas dependien- do de las condiciones de cristalización siendo las más comunes la de Prisma y Hacha India. Los cristales son duros y no muy solubles, así que cuando están en la boca se sienten similar a las partículas de arena; de ahí - el término "Sandy" (arenoso), para describir el defecto en textura de los helados, leches condensadas o quesos procesados para untar que contengan - cristales perceptibles de  $\alpha$ -hidrato. Este defecto depende del tamaño y número de cristales. Los cristales hasta de  $10 \mu$  no son detectables en la boca arriba de  $16 \mu$  son menos tolerados y sólo unos cuantos de  $30 \mu$  bastan para causar arenosidad en varios productos.

#### F. HABITOS CRISTALINOS

El factor más importante es la presión de precipitación; a presión alta y precipitación rápida tiene lugar la formación de prismas; al disminuir la presión se forman placas en forma de diamante, pirámides y hachas-indias; y finalmente con una precipitación lenta se formarán los cristales completamente desarrollados. En los productos lácteos la cristalización - es diferente ya que los demás constituyentes de la leche interfieren; obteniéndose cristales irregulares y agrupados, pudiendo hasta inhibirse la - formación de núcleos retardándose la cristalización.

La riboflavina puede quedar absorvida dentro de los cristales en cre-

cimiento, alterando sus hábitos cristalin<sup>os</sup> dependiendo de la concentración de riboflavina, el grado de sobresaturación de la lactosa y de la temperatura; no existiendo absorción hasta concentraciones de 2.5 mg. de riboflavina/ml. A temperaturas altas se aumenta la solubilidad de la riboflavina, disminuyendo por tanto su absorción y favoreciéndose con bajos niveles de sobresaturación de lactosa. Controlando estas variables se pueden obtener concentraciones de 200 a 300 mg. de riboflavina por gramo de lactosa.

#### G.- $\beta$ -ANHIDRIDO.

Cuando la cristalización toma lugar de soluciones acuosas por arriba de los 93.5°C, los cristales serán anhidros, con rotación específica  $[\alpha]_D^{20} = -35^\circ$  y  $Pf = 252.2^\circ\text{C}$  que son los cristales de  $\beta$ -anhidrido, más dulces y solubles que el  $\alpha$ -hidrato (Ver tabla X-2). La forma del cristal es de diamante de lados disparejos si cristaliza de agua y de prismas curvas como agujas si cristaliza de alcohol.

#### H.- $\alpha$ -ANHIDRIDO.

El agua de cristalización puede removerse del  $\alpha$ -hidrato para formar el  $\alpha$ -anhidrido, obteniéndose lentamente por el calentamiento de los cristales pulverizados a 100°C al vacío, o poco más rápido a 120-125°C. El producto es estable al aire seco, pero es altamente higroscópico. Su  $Pf = 222.8^\circ\text{C}$ .

Los cristales de  $\alpha$ -lactosa anhidra pueden ser preparados por la cristalización de solventes como alcohol metílico seco, alcohol de 95°, o alcohol etílico absoluto. Este producto difiere del  $\alpha$ -anhidrido por su mayor densidad, no es apreciablemente higroscópico y se disuelve primero en el agua antes de formar el hidrato. Esta solución es inestable depositándose cristales de hidrato de  $\alpha$ -lactosa. La forma  $\alpha$ -lactosa anhidra es

más soluble en agua que el  $\alpha$ -hidrato y la  $\beta$ -lactosa.

#### I. MEZCLA CRISTALINA DE $\alpha$ Y $\beta$ -ANHIDRIDOS.

Este tercer tipo de cristales de lactosa anhidra puede formarse mediante la agitación de cristales de  $\alpha$ -hidrato finamente pulverizados, a temperatura ambiente en 10 veces su peso de alcohol etílico con 1 a 5% de ácido clorhídrico anhidro. Los cristales característicos de la lactosa gradualmente desaparecen formándose pequeñísimas agujas compuestas de  $\alpha$  y  $\beta$ -anhidridos en proporción de 5:3.

#### J. VIDRIO DE LACTOSA O FORMA AMORFA.

Cuando una solución de lactosa es secada rápidamente, no se realiza la cristalización, debido al rápido incremento de densidad y al bajo contenido de humedad del polvo resultante; formándose un vidrio no cristalino que contiene  $\alpha$  y  $\beta$ -Lactosa tal como existían en la solución y en una proporción de equilibrio. En leches secadas por congelación la mezcla de equilibrio contiene más  $\beta$ -lactosa, forma que se favorece a bajas temperaturas de secado.

El vidrio de lactosa es estable si se protege de la humedad, pudiendo la tomar de la atmósfera, ya que es muy higroscópico, volviéndose pegajoso. Cuando el contenido de humedad alcanza más o menos del 8%, la lactosa empieza a cristalizar reteniendo parte de la humedad como agua de cristalización en el  $\alpha$ -Hidrato y el resto cedida, ya que este hidrato no es higroscópico. Esta es la razón por la cual las leches en polvo expuestas al aire absorben humedad y luego la ceden.

#### K. DULZURA RELATIVA

La dulzura de los azúcares cambia con la concentración por lo que de-

cir que un azúcar es tantas veces más dulce que otro no es verdad, sólo a ciertas concentraciones. La lactosa es más dulce tanto a más bajas concentraciones como a más altas.

La  $\beta$ -lactosa es más dulce que la  $\alpha$ , pero no es apreciablemente más dulce que la mezcla de equilibrio excepto cuando la concentración de la solución de  $\beta$ -lactosa es igual o mayor de 7%. Puesto que hay aproximadamente 60% de  $\beta$ -lactosa en la mezcla de equilibrio, hay menos diferencia en dulzura entre soluciones de  $\beta$ -lactosa y soluciones de equilibrio, que entre soluciones de  $\alpha$ -lactosa y las de equilibrio. Prácticamente no existe ventaja en emplear soluciones de  $\beta$ -lactosa para endulzar, que las de equilibrio, ya que la diferencia es eliminada por mutua rotación.

## L. APLICACIONES EN TECNOLOGIA LACTEA

Principalmente son empleados los principios de cristalización en el proceso de varios productos lácteos, como leches condensadas azucaradas, leche en polvo instantánea, polvos de suero estabilizados helados, producción de lactosa, etc.

### 1. Leche condensada azucarada.

Es deseable cristalizar rápidamente a la temperatura óptima para asegurar la formación de pequeños cristales y así obtener productos de cuerpo llano. Se puede controlar la cristalización inoculando cristales o semilla de lactosa. Si el material de inoculación y las condiciones de cristalización no producen cristales de tamaño uniforme, al exponerse la leche condensada a fluctuaciones de temperatura, los cristales pequeños por su mayor superficie por unidad de volumen se disolverán más rápidamente al aumentar la temperatura, y al disminuir ésta, se redepositarán en la superficie remanente de los cristales más grandes aumentando su tamaño y ocasionando la textura arenosa (producto defectuoso).

Los cristales de inoculación deben tener más o menos 1 micron de diámetro para permitir el crecimiento y se deben añadir en cantidad de unos - 400,000/mm<sup>3</sup>.

La lactosa normal de semilla se produce por la molienda (molino de martillos con separador de aire), de polvo de  $\alpha$ -hidrato, pero no se producen los cristales de 1 micron de diámetro; por lo que conviene utilizar los cristales formados al diluir o sobrediluir soluciones sobresaturadas de vidrio de lactosa, excedentemente pequeños e ideales como material de insemínación. La lactosa en la solución sobresaturada puede ser depositada sin producir cristales grandes; sin necesidad de producir más con enfriamiento y agitación vigorosa.

El enfriamiento continuo al vacío puede ser empleado reduciéndose el tiempo de enfriamiento de varias horas a menos de 1 minuto.

## 2. Leche seca instantánea

La leche en polvo puede hacerse bolas y endurecerse durante el almacenaje si no es protegida de la humedad. La absorción de la humedad diluye al vidrio hasta la etapa donde es posible la orientación molecular ocurriendo la cristalización. Los cristales duros de  $\alpha$ -hidrato formados simultáneamente con las partículas de leche formando grumos y luego endurecimiento, simultáneamente el sistema caseínico se vuelve insoluble.

En los procesos de instantización para producir polvos de rápida solubilización, la superficie de las partículas de leche en polvo son humedificadas, o alternativamente, sólo secadas parcialmente durante su obtención, de modo que la superficie se torna pegajosa existiendo cristalización parcial antes que las partículas vuelvan a ser secadas. Esto produce agrupamientos sueltos, de estructura esponjosa, de flujo libre y baja densidad.

El agua penetra rápidamente en la estructura esponjosa del agregado permitiéndoles hundirse y dispersarse rápidamente, en tanto que las partí-



culas normales de leche en polvo tienden a formar grumos, difícil de ser dispersados por el agua.

En la leche instantánea el equilibrio se ha cambiado a  $2\alpha:3\beta$  aproximadamente al contrario  $3\alpha:2\beta$ . Las condiciones de rehidratación (que permiten la formación de aglomerados) y redeshidratación, deben ser cuidadosamente controladas para mantener la solubilidad del polvo, ya que se puede perder, casi instantáneamente con las temperaturas altas y las elevadas -- concentraciones de humedad.

### 3. Suero seco estabilizado.

La lactosa siendo aproximadamente el 70% de los sólidos del suero, posiblemente juega un papel importante en la determinación de sus propiedades y las de sus productos. Es difícil secarlo por métodos normales pero se facilita modificando los procesos para secar leche (rodillos y aspersión); las modificaciones implican procedimientos para hacer frente al vidrio pegajoso e higroscópico que puede formarse. La mayor parte de los -- procesos especiales hacen que gran parte de la lactosa cristalice, sosteniendo el producto en alguna etapa donde está seco parcialmente, o por la rehumidificación del producto seco.

Las condiciones de cristalización generalmente favorecen la formación del  $\alpha$ -hidrato, a menos que ocurra por encima de los  $93.5^{\circ}\text{C}$ , especialmente -- bajo presión, formándose los cristales del  $\beta$ -anhidrido. El polvo del -- suero resultante es granular, de flujo libre y no tiende a hacerse masudo -- o pegajoso.

También es empleado el método de secado por aspersión de espuma del -- suero. Consiste en introducir aire comprimido en el suero, inmediatamente antes de la boquilla de aspersión produciéndose una espuma que seca rápida -- mente, formando partículas de flujo libre, que aunque son higroscópicas pueden ser estandarizadas por métodos antes descritos.

Así, la adición de silicato de calcio al suero, antes o después del --

secado se dice prevee la formación de costras o aglomerados.

El alto nivel de las sales de la leche (+ 10% de los sólidos totales) limita el uso de los sólidos de suero. La electrodiálisis se está empleando para remover la mayor parte de los electrolitos. Daniels, describe un procedimiento de diálisis para remover el 80% de las sales de la leche y la mitad de la lactosa del suero o leches descremadas, para su empleo en helados y otros productos.

#### M. MANUFACTURA DE $\alpha$ -LACTOSA.

TABLA X-3.- DATOS FISICOS Y QUIMICOS DE VARIOS TIPOS DE LACTOSA.

Análisis	Fermenta- ción	Cruda	Comesti- ble	USP	US proceso aspersión
% Lactosa	98.0	98.4	99.0	99.86	99.4
Humedad					
% Monohidrato	0.35	0.3	0.5	0.1	0.5
% Prot. (N x 6.38)	1.0	0.8	0.1	0.01	0.05
% Cenizas	0.45	0.4	0.2	0.03	0.09
% Lípidos	0.2	0.1	0.1	0.0001	0.01
Acidez					
% Acido láctico	0.4	0.4	0.006	0.04	0.03
Pb PPM	a	a	2	1	2
Turbidez, PPM	a	a	5	5	5
Otros azúcares	a	a	15	5	10
Color, PPM	a	a	10	5	5
Cuenta estandar/g	a	a	100	30	30
Coliformes en 10 mg	a	a	Neg.	Neg.	Neg.
Esporógenos en 10 mg	a	a	Neg.	Neg.	Neg.
Mohos en 10 mg	a	a	Neg.	Neg.	Neg.
Levaduras en 10 mg	a	a	Neg.	Neg.	Neg.

NOTA: a = no determinada.

La principal fuente para la obtención de lactosa es el suero de queso.

El suero dulce fluido contiene + 5% de lactosa pero difiere de acuerdo con la cantidad fermentada durante la elaboración del queso. El suero-

ácido usualmente contiene 0.85% de proteínas y 0.75% de cenizas, y el suero de la cuajada 1.1% de proteínas y 0.5% de cenizas. La diferencia de cenizas se atribuye al fosfato de calcio presente en el suero ácido.

El suero de la cuajada contiene un pequeño porcentaje de proteínas mayor que en el suero ácido, que dificultan aislar la lactosa. El grado al cual son removidas las proteínas y sales determina la pureza de la lactosa, si estos materiales están presentes durante la cristalización resultan en contaminación de los cristales causando dificultades adicionales. Principalmente incrementan la viscosidad del suero concentrado dificultando la separación de la lactosa cristalizada, en ocasiones impiden hasta su cristalización. Las proteínas y sales son controladas con el ajuste del pH, -tratamientos térmicos, enzimas proteolíticas o con la adición de tetrafosfatos.

En el proceso comercial el suero se encala, calienta y filtra para -remover las proteínas y el fosfato de calcio. El suero claro obtenido se concentra a  $\pm$  30% de sólidos y se filtra para remover proteínas o sales -- que se separen.

Con subsecuente concentración se induce la cristalización siendo el -rendimiento directamente proporcional a la concentración, pero si es exage-rada, los cristales se pegan dificultándose remover el material ocluido. -Mediante centrifugas de canasta perforada, se separan los cristales del li- cor madre y durante esta operación son rociados con agua clara para remo-- ver el licor adherido. Los cristales se pueden disolver para mayor purifi- cación, o se secan obteniéndose la lactosa cruda.

El refinamiento para producir mejores grados consiste en la recrista- lización de agua tratando la solución con carbón activado o secándola por- aspersion.

Otro método emplea resinas de intercambio iónico para remover las im- purezas de la solución pudiendo entonces, condensar y cristalizar, o secar por aspersion directamente.

En otro proceso comercial el suero se trata con tetrafosfato de sodio, impidiendo la coagulación e hidratación de las proteínas y se condensa al punto de granulación y cristalización de la lactosa, separándose así del suero, estando las proteínas y sales aún en solución. Se ha desarrollado un proceso para obtención de lactosa de alta calidad por su extracción con metanol del suero o polvos lácteos no grasos. El polvo se dispersa en el solvente bajo condiciones controladas de concentración y temperatura. La solución de lactosa sobresaturada resultante permite separar las proteínas coaguladas antes de que empiece la cristalización. La pureza obtenida de una sola cristalización es comparable a la de la lactosa refinada comercial, además las proteínas lácticas se recuperan como producto de buena calidad, sin embargo, el proceso no ha sido empleado comercialmente.

#### N. MANUFACTURA DE $\beta$ -LACTOSA

Ya que la  $\beta$ -lactosa tiene mucho más alta solubilidad inicial y es más dulce que la  $\alpha$ , hay una demanda limitada de ella. Los procesos de obtención están basados en el hecho de que es la forma estable precipitada de las soluciones de lactosa arriba de 93.5°C.

En un proceso se seca la solución de lactosa como película sobre una superficie, arriba de 100°C, de la que se remueve en forma de pasta que contenga por lo menos un 2% de humedad. La lactosa precipita en la forma  $\beta$  y el secado se realiza por el calor contenido en la pasta.

Otro proceso añade  $\alpha$ -lactosa en una solución saturada a más de 93.5°C, el equilibrio de las dos formas se establece rápidamente, disolviéndose la  $\alpha$ -lactosa y formándose rápidamente la  $\beta$ .

Con el método de Verschuur se impide la contaminación con  $\alpha$ -lactosa. La piridina de P. eb = 115°C, se añade a una solución hirviente de lactosa. La fase líquida se elimina por destilación depositándose la  $\beta$ -lactosa en la piridina líquida al concentrarse la solución original. Los cristales -

se recuperan, lavan (piridna hirviente-alcohol-caliente) y secan. El producto no es adecuado para la alimentación por el olor desagradable y moderada toxicidad de la piridina.

## 0. REACCIONES QUIMICAS

La lactosa se comporta químicamente bajo los modelos de las reacciones generales de los carbohidratos. Siendo de interés especial la hidrólisis y pirólisis por sus efectos en los productos lácteos.

### 1. Hidrólisis:

La lactosa puede ser hidrolizada por la  $\beta$ -D-galactosidasa (lactasa) y por soluciones diluídas de ácidos fuertes. Los productos inmediatos son la glucosa y galactosa en cantidades iguales, pero las reacciones naturales pueden alterar este cuadro con la producción de oligosacáridos. La lactosa es bastante resistente a la hidrólisis ácida, los ácidos orgánicos, como el ácido nítrico que hidroliza fácilmente la sacarosa, son capaces de hidrolizar la lactosa bajo las mismas condiciones. La velocidad de hidrólisis varía con el tiempo, temperatura y concentración del reactor.

Durante la hidrólisis existe una gradual reducción de la lactosa y las hexosas formadas, las que se combinan a través de reacciones de condensación para formar oligosacáridos, proceso conocido como "reversión".

La hidrólisis enzimática es inhibida con la presencia de la lactosa, el aumento de la temperatura o la concentración de enzima aumenta la proporción de hidrólisis. La formación de oligosacáridos es alta (hasta 35%) a concentraciones elevadas de lactosa, pero sólo se producen en trazas en soluciones diluídas.

El uso de las enzimas hidrolizantes se emplean para reducir el contenido de lactosa de la leche o productos lácteos sin alterar las proteínas, cosa imposible con los ácidos; con lo que se quita la cristalización de la

lactosa, se mejora la estabilidad del producto, etc. Una parte de lactosa de cepas de levadura Saccharomyces fragilis, en 40 partes de lactosa en leche descremada condensada, rinde el 75% de hidrólisis en 4 horas a 38°-43°C. Si esto se emplea para estandarizar leche entera condensada no tratada, la vida útil de almacén del producto congelado se aumenta al doble si se hidroliza el 10% de la lactosa y al quintuple si se hidroliza el 30%.

## 2. Pirolisis

El agua del  $\alpha$ -hidrato se pierde hasta a temperaturas de 80°C (10,4 mm Hg.). La USP indica 2 horas de secado a 80°C para una muestra de  $\alpha$ -hidrato, a 100°C el agua de cristalización se pierde en varios días, a 150°C se pierde rápidamente; a 150-165°C la lactosa se pone amarilla y a 175°C se torna café emitiendo un olor característico y perdiendo más o menos el 13% de su peso.

Los azúcares anhidros o glicosanos son producidos por la eliminación del agua en lactosa, glucosa o galactosa, por calentamiento al vacío o destilación destructiva. En los productos lácteos los cambios más comunes son los de oscurecimiento (reacciones de Maillard, rearrreglo de Amadori y caramelización) siendo inhibidos por los grupos sulfhidrilo activos de la leche; asimismo el bisulfito de sodio, el anhídrido sulfuroso y el formaldehído inhiben estas reacciones. En la actualidad el oscurecimiento es controlado con la limitación de tratamientos térmicos, la humedad y tiempo y temperatura de almacenamiento, ya que tiene efecto detrimento del valor nutritivo de los productos lácteos por la interacción de proteínas y azúcares y el rearrreglo posterior de los productos. Se ha demostrado que existe destrucción de aminoácidos, principalmente lisina e histidina, en leche descremada en polvo con 7.6% de humedad durante su almacenamiento, no sucediendo en productos similares con contenidos de 3% de humedad.

TABLA X - 4: HIDROLISIS ACIDA DE LA LACTOSA

LACTOSA EN SOLUCION.	HEL/1000g. SOL. LACTOSA Mol.	CONDICIONES DE CALENTAMIENTO. TEMP °C TIEMPO - MINIMO		REACCION DESPUES CALENTAMIENTO pH	% LACTOSA HIDROLIZADA.	CTE. DE VELOCIDAD (Ma x 10 <sup>4</sup> )	TIEMPO CALCULADO INVERSION 99.5% min
33.6	0.034	130	36.0'	1.23	82.0	476	144.3
29.0	0.023	130	56.8'	1.46	79.7	274	195.4
28.4	0.019	165	8.2'	1.60	79.0	1 904	27.8

#### P. EFECTOS NUTRICIONALES Y FISIOLÓGICOS DE LA LACTOSA.

La lactosa puede ser fermentada por bacterias, absorbida directamente en el intestino o hidrolizada por la  $\beta$ -D-galactosidasa (lactasa) y sus productos absorbidos y puede ser transferida del intestino a la sangre. La lactosa administrada por vía intravenosa se elimina casi en su totalidad en la orina. La lactosa promueve el desarrollo de bacterias acidificantes en el intestino, abatiendo el pH y aumentando la absorción del calcio. Se piensa que aumenta la utilización y absorción del calcio o que aumenta la permeabilidad de la membrana, al paso de los cationes alcalinotérreos (BE, Ca, Ma, Ba, Sr).

La lactosa parece dar características en la formación del cuerpo, con menos grasa y producción de tejidos más firmes. Específicamente, la galactosa es importante en la nutrición del infante por su acción en la formación de cerebrósidos y mucopolisacáridos. Ya que promueve el desarrollo de la flora intestinal deseable se emplea en el tratamiento de disturbios gastrointestinales por su acción contra las bacterias de flora putrefacción; también activa la síntesis de vitaminas del complejo B. El uso excesivo de lactosa en la dieta puede ocasionar diarreas, poco crecimiento y desarrollo de cataratas.

## Q. USOS VARIOS

Es el carbohidrato preferido para modificar leche de vaca para la -- elaboración de alimento para infantes. Por su poca dulzura se puede utilizar en muchos productos alimenticios, para aumentar la presión osmótica y la viscosidad, mejorar la textura, etc., sin hacerlos demasiado dulces.

En productos de confitería cambia los hábitos cristalinos de otros azúcares mejorándose la textura, cuerpo, masticabilidad y vida de anaquel. Por su gran absorbencia se emplea como vehículo de colorantes y saborizantes volátiles, o para atrapar aromas indeseables en la elaboración de alimentos y en filtros.

En la industria farmacéutica ayuda para mantener fluidos, y suministrada en polvo es fácil de moldear y comprimir en tabletas y píldoras, - obteniéndose productos de muy buena dispersabilidad, también empleándose - en esta forma en productos alimenticios instantáneos.

En panificación además de contribuir con el color de la corteza, olor y sabor, por las reacciones de Maillard y caramelización; por sus propiedades emulsificantes facilita los cremados mejorando la textura; además como no es fermentada por las levaduras empleadas, mantiene sus propiedades funcionales en el producto horneado aumentando la vida de anaquel.





## CAPITULO XI

HELADO

## A). INTRODUCCION.

El helado es un tipo de postre y leche helada, sorbete, hielo y similares. El helado debe contener como mínimo el 10% de crema y 20% en total de sólidos de leche excepto cuando existe dilución por el uso de saborizantes artificiales como chocolate, frutas o nueces. El helado contiene más del 0.5% de estabilizador y 0.2% de emulsificante. Se permite como máximo introducir 9 lbs. de aire por galón de mezcla base, lo que duplica su volumen o sea un aumento de un 100%.

Existen diferentes tipos de helados desde los pobres con poca grasa, máximo de esponjamiento y saborizantes e ingredientes baratos. En el otro extremo se encuentran los helados Premium o de lujo ricos en grasa (crema) poco esponjamiento y con sabores naturales.

El helado es en sí un sistema trifásico constituido por aire, líquido y sólidos; en donde la estructura deseable se expresa en términos de textura y consistencia o cuerpo; dados por el doble efecto producido por la homogenización, batido y helado; y el tipo, origen y el pretratamiento de la mezcla de ingredientes.

La estructura del helado se considera una espuma o un sistema físico químico que contiene aire (gas) disperso en un líquido, un sólido o en una mezcla líquido-sólido. La fase continua está representada con una emulsión, los cristales de hielo y los glóbulos de grasa solidificados existen dentro de la fase de agua helada, Los componentes de este sistema tienen aproximadamente las dimensiones que a continuación se mencionan:

Cristales de hielo	4.5 - 5.0 micras de diámetro
Distancia entre cristales de hielo	0.6 - 0.8 micras

Burbujas de aire 10.9 - 18,6 micras de diámetro  
 Distancia entre las burbujas de aire 10.1 - 19.4 micras

El paso de mezcla de helado a helado propiamente dicho, ocurre durante el enfriamiento bajo una fuerte agitación seguida de endurecimiento, - dejándolo quieto en ese estado. El producto final es un delicado sistema balanceado en el cual la estabilidad y la estructura física dependen de - las propiedades fisicoquímicas de la mezcla.

El helado es esencialmente una emulsión de aceite en agua, la fase - dispersa es la crema y la continua es un suero acuoso constituido de calcio, caseinato de calcio, micelas de fosfato, proteínas del lacto-suero, - carbohidratos y sales minerales. Esta compleja emulsión puede soportar - tensiones por enfriamiento, agitación mecánica, concentración y aereación; considerando la inherente inestabilidad de los glóbulos de grasa, micelas de caseína y la lactosa bajo esas condiciones.

La estabilidad de la mezcla depende de la estabilidad de la emulsión (grasa) y de la estabilidad del coloide (proteína). La mezcla del helado se homogeniza a fin de reducir a lo más fino los glóbulos de grasa y a lo - grar un alto grado de dispersión de éstos. Los glóbulos de grasa en la - homogenización de la mezcla, están rodeados de una capa interfacial que - puede estar hidratada y es de importante grosor con respecto al glóbulo - de grasa; está formada principalmente de un complejo de proteínas de la - leche. Un incremento del agua interna de cohesión, estabiliza la grasa - emulsionada en contra de un batido parcial durante el enfriamiento e in- - crementa la resistencia a la destrucción a la espuma cuando la mezcla es - extendida en láminas durante el batido.

Los puntos de congelación de las mezclas de helado dependen de va- - rios factores los cuales determinan el punto de congelación de la leche, - especialmente los constituyentes solubles como la sacarosa, lactosa, sa- - les de leche y otras sustancias que se encuentran en solución. Las gra- - sas y proteínas no están en solución pero tienen efecto en el punto de --

congelación por reemplazo de agua y aumento de la concentración de las sustancias solubles.

El punto de enfriamiento inicial es de  $-2.8$  a  $-2.2^{\circ}\text{C}$  y es abatido por el total de azúcar contenida en la mezcla.

La transferencia de calor sencillo de la solución congelada, baja la temperatura a un nuevo punto de congelación y más agua es convertida en hielo. Este punto de congelación se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{[(\text{MSNF} \times 0.545) + S]}{W} \cdot 100 = \text{Partes equivalentes de sacarosa/100 partes de agua.}$$

de donde:

- MSNF = Sólidos no grasos de leche
- S = % de sacarosa en la mezcla (azúcar más empleada).
- W = % de agua en la mezcla.
- 0.545 = Contenido de lactosa presente en MSNF.

Las partes equivalentes de sacarosa en 100 partes de agua, resultado de esta operación, se interpolan en tablas, lo que nos da el punto de congelación del producto; pero hemos visto que existe un abatimiento de este valor, (efecto ocasionado por la presencia de sales en la mezcla) el cual se calcula de:

$$\frac{\text{MSNF} \times 2.37}{W} = \text{Abatimiento del punto de congelación en } ^{\circ}\text{C}$$

de donde:

- MSNF = Sólidos de leche no grasos.
- W = % de agua en la mezcla
- 2.37 = Constante basada en el peso molecular aparente de las sales.

Estos dos valores sumados (valor encontrado en la Tabla + abatimiento del punto de congelación) nos dan el valor real al cual debe congelarse el helado.

## BASES.

Se entiende por bases a todas aquellas sustancias que se encuentran en la mezcla del helado dando con su concentración el 1% de sólidos requeridos en el helado. Dentro de estas sustancias las más usuales son la leche en polvo. Existen otras sustancias igualmente denominadas bases, pero su verdadera función es la estabilización y emulsificación del producto.

A las bases siempre les son añadidos sabores y colores artificiales-- además de las frutas conservadas o frescas.

## B. PRINCIPALES INGREDIENTES DEL HELADO.

La grasa de la leche o crema, es el constituyente más importante que influye en la calidad del helado ya que imparte riqueza, cuerpo y ayuda a lograr una textura pareja propia del helado. Una diferencia marcada entre un helado con alta cantidad de grasa y otro con poca, es que los helados pobres en grasa imparten una sensación de frío en la boca.

La grasa de la leche contribuye en la calidad al impartir un sabor -- más sutil, es sinergista por añadir sabor a los diferentes ingredientes y buena portadora de estos sabores, asimismo promueve las calidades al tacto deseables.

La crema helada, crema sintética o plástica y la mantequilla son -- frecuentemente usadas para suplir cuando la crema fluida no es suficiente-- para cubrir las demandas, o cuando se obtiene ventaja al reducir el pre- -- cio.

## C. LOS SÓLIDOS DE LECHE NO GRASOS (MSNF).

Los sólidos de leche no grasos, constituidos por los sólidos del sue- ro, contribuyen a impartir sabor, cuerpo y textura, esenciales para la-

formación y conservación de las pequeñas celdas de aire. Las cremas concentradas, la leche entera y la leche descremada son las principales fuentes de sólidos de suero utilizados para suplementar los derivados de crema. Los concentrados fluidos contienen por lo general entre 27 y 32% de sólidos totales.

#### D. AZUCARES.

La dulzura del helado es aportada por la sacarosa, por las pequeñas partes de lactosa y por otros azúcares. Estos componentes determinan el punto de congelación y su concentración previene al helado de solidificarse aún a temperaturas muy bajas. Los azúcares líquidos son preferidos sobre los granulados o secos principalmente en los procesos continuos por obtener ventajas durante el bombeo y la medición.

Una gran variedad de helados son hechos en la actualidad con azúcares de cereales (maíz) para reemplazar en parte a la sacarosa. Estos productos son obtenidos por la hidrólisis de almidón de maíz por la acción de un ácido, por la acción de una enzima o por la acción de ambos.

#### E. ESTABILIZADORES.

La primera razón para usar estabilizadores en el helado es para ayudar a mantener la textura suave y cremosa al formar geles con el agua y por inhibir la formación de grandes cristales de hielo formados entre la elaboración del helado y su consumo. Además son usados como agentes para dar cuerpo o consistencia, para mantener la suspensión y como emulsificantes; pero su principal función es controlar el tamaño de los cristales de hielo. Todos los estabilizadores incrementan la viscosidad a bajas temperaturas, con lo que las porciones heladas así afectadas, restringen la migración de moléculas o núcleos de cristales, con lo que se limita al crecimiento de los mismos. También ayudan a obtener un producto más seco que no se derrite tan rápidamente ni pierde agua. Generalmen

te los estabilizadores son gomas como gelatina, agar, karaya, goma de algas marinas, pectina, o gomas fabricadas como los tipos de carboximetil--celulosa.

#### F. EMULSIFICANTES.

Los emulsificantes son especialmente deseados cuando las técnicas de extrusión son usadas para elaborar sandwiches, palanquetas y conos o barquillos. Los emulsificantes endurecen la crema por medio de un mecanismo envolvente de las aglomeraciones de glóbulos de grasa, produciendo una --textura suave desde el momento en que los cristales de hielo y las celdas de aire son reducidas.

Pueden ser clasificados en monoglicéridos y ésteres de polisorbatos. Los monoglicéridos son empleados esencialmente puros, pero se encuentran por lo general como mezclas de mono y diglicéridos conteniendo pequeñas--cantidades de triglicéridos. Comercialmente contienen del 40 al 80% de -monoglicéridos.

La efectividad de estos emulsificantes depende de este porcentaje y de la cantidad de ácidos grasos presentes ya que son derivados generalmente de vegetales nitrogenados y grasas animales; predominando los ésteres--de ac. palmítico y estearico.

Los polisorbatos son derivados poliexietilenados de sorbitan triesteratos y sorbitan monobleatos. Son más hidrofílicos que los monoglicéridos, y son usados a niveles más bajos de temperatura ya que a estos rangos son especialmente efectivos, proporcionando al helado dureza en forma de ca--pas heladas superpuestas. Además al endurecer el helado y evitar que los glóbulos de grasa se junten en racimos, se controla que estos salgan en -forma de glóbulos de mantequilla durante la operación de congelado. También hacen que la mezcla se bata más fácilmente y logran un producto más--seco y firme.

La yema de huevo es usada como emulsificante natural por su alto contenido en lecitina.

## G. PROCESO

### 1. Mezcla base

La preparación de la mezcla comprende el mezclado y dispersión de una serie de componentes líquidos y sólidos para dar como resultado un fluido homogéneo el cual es pasteurizado, homogenizado y congelado parcialmente. La dispersión y activación de los estabilizadores, junto con el control de la viscosidad, son los principales problemas que se encuentran en esta parte del proceso.

Primero se mezclan los ingredientes líquidos (crema, leche, jarabes, leches condensadas, etc.), de preferencia bajo calentamiento moderado para mejorar el mezclado. Por otra parte se mezclan los componentes sólidos (MSNF, huevo, cacao, azúcar, estabilizantes, emulsificantes, etc.) -- los que se van agregando a la mezcla de los líquidos, siendo en su totalidad antes de que la temperatura llegue a los 120°F para evitar que se quemem ciertos productos. Los estabilizantes deben ser agregados en caliente para su mejor dispersión e hidratación.

### 2. Pasteurización

La pasteurización de la mezcla del helado debe ser en rangos de temperatura superiores a los empleados para la leche, ya que el contenido total de sólidos en el helado y la viscosidad creada, crean un efecto protector para algunos microorganismos. La U.S. Public Health Service recomienda un mínimo de 68.3°C durante 30 min. siendo este el método Bach; algunas plantas comerciales que practican la pasteurización en cubas, utilizan rangos de 71.1 a 73.9°C por 30 minutos.

En general se puede pasteurizar primero la mezcla líquida y después



agregar los sólidos, o pasteurizar la mezcla completa lo que es más recomendable ya que los efectos benéficos de dispersión e hidratación que se aportan con el calentamiento, son aprovechados en su totalidad cuando se pasteuriza la mezcla de una sola vez. En el proceso HTST (Temperaturas elevadas y tiempos cortos) se emplean temperaturas de 79.4°C durante 25 - seg., ahora si este proceso está seguido de una deodorización al vacío y enfriamiento en etapas, como se acostumbra en algunas plantas, la temperatura rebasa los 100°C y el tiempo, más que suficiente, es de 1 seg. Este método y similares como el Brahiation (100°C durante 1 a 3 seg) no son recomendables ya que la temperatura a esos rangos puede provocar cambios en los constituyentes de la mezcla principalmente en las proteínas de la leche, y los estabilizantes, además de alteraciones en textura y cuerpo.

En cualquier método hay que tomar en cuenta que la temperatura empleada y la viscosidad son inversamente proporcionales, y que las viscosidades elevadas protegen a los microorganismos de la acción del calor.

Generalizando los efectos que la pasteurización proporciona al helado, se traducen en mayor textura y consistencia, se mejoran las propiedades palatables, protege de oxidaciones futuras, se economiza en estabilizadores y se aumenta su capacidad.

### 3. Homogenización

La mezcla se homogeniza inmediatamente después de ser pasteurizada, a la temperatura que sale de esta operación, o sea entre 60 y 74°C a presiones que fluctúan entre los 2500 y 3000 psi. en los equipos de una sola etapa; en los homogenizadores de 2 etapas, la mezcla se bombea a una presión de 2500 psi. a través de la válvula de la primera etapa y de 600 psi. a través de la válvula de la segunda etapa.

La homogenización tiene por objeto reducir el tamaño de los glóbulos de grasa y lograr un alto grado de dispersión de los mismos, además junto con los emulsificantes añadidos se previene la conversión de la grasa en-

glóbulos de mantequilla durante la congelación; y se mejora el cuerpo y la textura general del helado. Después de homogenizada la mezcla se tendría a una temperatura entre  $-1^{\circ}$  y  $4.5^{\circ}\text{C}$ .

#### 4. Añejamiento de la mezcla

La mezcla del helado ya homogenizada se conserva a una temperatura de  $4.5^{\circ}\text{C}$  ó más baja durante 3 a 24 horas; con este añejamiento se logra que la grasa derretida se solidifique, la gelatina u otro estabilizador empleado, al igual que las proteínas de la leche, se combinen con el agua y se hinchen con lo que se aumenta la viscosidad de la mezcla. Estos cambios ayudan a acelerar el batido haciendo que se logre más fácilmente el aumento del volumen deseado en el congelador; producen cuerpo y textura más suaves y logran que el helado se derrita más lentamente.

#### 5. Congelación

La mezcla fría (de  $-1^{\circ}$  a  $4.5^{\circ}\text{C}$ ) se introduce por bombas a un congelador por lotes o de operación continua; en esta parte del proceso la mezcla es parcialmente helada ( $-5.5^{\circ}\text{C}$ ) y al mismo tiempo son introducidas celdas de aire mediante el batido y por el mismo reducidas de tamaño, para lo cual dentro de la cámara congeladora se encuentra un elemento mezclador o hélice, las cuchillas de esta rasuran las capas de helado congelado de la pared interna del congelador, éste previene la formación de una capa aislante que disminuiría la capacidad congeladora de la cámara y al mismo tiempo introduce aire a la masa que se está congelando. El helado semisólido que sale del congelador se envasa directamente en cartoneros o tambores.

Al helado se le introduce de esta manera gran cantidad de aire en forma de pequeñas células o celdas, lo que ayudará a que no sea demasiado denso, duro y frío en la boca.

La cantidad usual de aumento de volumen por la introducción del aire principalmente, es de 70 al 100%, el cual se puede calcular mediante el -

empleo de las siguientes fórmulas:

$$\% \text{ de aumento de vol.} = \frac{\text{Vol. del helado} - \text{Vol. de la mezcla}}{\text{Vol. de la Mezcla}} \times 100$$

$$\% \text{ de aumento de vol.} = \frac{\text{Peso de la mezcla} - \text{peso del helado}}{\text{Peso del helado}} \times 100$$

#### 6. Endurecimiento del helado

En este paso el helado semisólido y empacado se coloca en los cuartos de endurecimiento en los que se mantienen temperaturas de  $-34^{\circ}\text{C}$ . De este congelamiento resulta la congelación de la mayor parte de agua remanente y el endurecimiento del helado. La rapidez con que esta agua restante es congelada o el tiempo de endurecimiento es un factor determinante en el cuerpo y textura del producto final.

### H. DEFECTOS DEL HELADO

#### 1. Sabor

La principal fuente de sabor del helado la constituyen los sólidos de leche y por la variedad de saborizantes artificiales, además de ingredientes de sustitución de componentes naturales del helado, como la mantequilla, crema congelada y la crema plástica que pueden impartir sabores a oxidado o rancio. Si el helado es elaborado en base a productos lácteos con sabores extraños e ingredientes de baja calidad, impartirán su sabor al producto final.

El sabor a cocido es producido por un calentamiento excesivo al elaborar la mezcla o durante la pasteurización, ya que el calor afecta directamente a los sólidos de leche.

Otros problemas son ocasionados al añadir azúcares de cereales (de maíz por lo general) para sustituir los usuales, si son añadidos en canti

dades elevadas el helado adquiere un sabor a malta caramelizada.

## 2. Textura y consistencia.

En la espuma congelada del helado, películas de mezcla rodean las celdas de aire, los glóbulos de grasa y los cristales de hielo se encuentran dentro de estas capas. A medida que el helado envejece en el almacenamiento, la espuma puede encogerse, además las películas de mezcla debilitadas pueden derrumbarse causando pérdidas de volumen en el helado, este defecto puede alcanzar niveles excesivos si el contenido de sólidos es bajo.

Si los cristales de hielo crecen demasiado como ocurre cuando variaciones de la temperatura de almacenamiento, permiten el deshielo y congelación repetida del helado, el producto adquiere una textura áspera y llena de trocitos de hielo.

Si existe demasiada lactosa por un exceso de sólidos de leche, y se separa en forma de cristales, el producto adquiere una textura arenosa, - además del derrumbamiento de la espuma y pérdida de volumen como ocurre en el caso de deficiencia de sólidos antes mencionado.

Puede haber envejecimiento excesivo por derretimiento parcial causado por una temperatura de almacenamiento demasiado alta. También sobreviene encogimiento debido a la compresión mecánica del helado al elaborar barquillos.

La formulación defectuosa de la mezcla base, también produce texturas gomosas o frágiles, grumosas, acuosas, etc.



## BIBLIOGRAFIA

- ALAIS CHARLES                      Ciencia de la Leche  
Editorial Continental, México (1970)
- AGRICULTURA DEL CANADA              Methods of Sensory Evaluation of Food  
Canadá, (1970)
- A.O.A.C.                              Methods of Analysis of the Association  
of Analytical Chemistry.  
P.O. Box 590, Benjamín Franklin  
Station, Washington, USA (1970)
- BRAIER B.                              Bromatología  
Ed. Aniceto López (1944)
- BRINK/KRITCHEVSKY                      Dairy Lipids  
The AVI Publishing Company, Inc. (1968)
- BROWN. G., KARZ. D.,  
FOUST, SCHENELDEWIND                  Unit. Operations.  
John Wiley and Sons, Inc.  
New York (1955)
- DEMETER                              Elementos de Microbiología Lactológi-  
ca. Editorial Acribia; Zaragoza, Espa-  
ña (1971).
- DOMINIQUE REYMOND                      Nestle Researchnelos  
Published New Products  
Technical Assistance Co. LTD.  
Switzerland 1972.
- DR. BOSCAN                              Trabajos Prácticos sobre Leche y De-  
rivados.  
Venezuela, (1972)
- EARLE R. L.                              Ingeniería de los Alimentos  
Ed. Acribia (1968)

- E. JANETZ, MENICK y ADELBERG      Microbiología Médica.  
4a. Edición. El Manual Moderno, S.A.  
México, 1970.
- FISHER Y BENDER      Valor Nutritivo de los Alimentos.  
Editorial Limusa-Wiley, S. A. México,  
(1972).
- FOUST A., WENZEL, CLUMP,  
MAUS, B. ANDERSEN      Principios de Operaciones Unitarias.  
CECSA (1969).
- HALL AND TROUT      Milk Pasteurization  
The AVI Publishing Company, Inc.  
(1968)
- HENDERSON      The Fluid Milk Industry  
The AVI Publishing Company, Inc.  
(1971)
- J. L. ROGERS AND R. BINSTED      Quick-Frozen Foods (The Commerce and  
Technology of Processing, Packing and  
Distribution) Food Trade Press, Ltd.  
Londón 1972
- JUDKINS Y KEENER      La Leche, Su Producción y Procesos  
Industriales.  
CECSA, México, D. F. (1972)
- JORGENSEN - HANSEN      Microbiología de las Fermentaciones  
Industriales. 7a. Edición.  
Ed. Acribia. Zaragoza, 1959.
- LERCHE M.      Inspección Veterinaria de la Leche.  
Editorial Acribia; Zaragoza, España  
(1969).
- MA. CRISTINA CANTU V.      Como hacer quesos en casa.  
Publicaciones Armol, S. A.  
México, 1975.
- MC CABE W. L. AND SMITH  
J.C.      Operaciones Básicas de Ingeniería  
Química. Ed. Reverté (1968).

- MORTIMER R. Explotación Mecanizada del Ganado Vacuno. Editorial Acribia, Zaragoza, España (1966).
- NELSON AND TROUT Judging Dairy Products. The Olsen Publishing Company, USA (1963).
- NORMAN N. POTTER Food Science The AVI Publishing Company, Inc. (1968)
- PRESCOT S.C. AND PROCTOR B.E. Food Technology Mc Graw- Hill (1973).
- ROSEN - GOMEZ Manual de Análisis Lactológicos Ed. Troros (1960).
- S.A.G. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Estadística Agrícola, Ganadera y Forestal. Departamento de Estadística, México.
- SCHONHERR Manual Práctico de Análisis de Leche Editorial Acribia; Zaragoza, España (1959).
- S.I.C. Normas Sanitarias. Departamento de Alimentos y Bebidas, México.
- SOCIETY OF DAIRY TECHNOLOGY Manual de Plantas de Pasteurización. Distribuidora Reverté Mexicana, S. A. México, D. F. (1971)
- S. M. HERSCHDOERFER Quality Control in the Food Industry. Academic Press London and New York - (Vol. 2 1968).
- TANNER Microbiology of Foods. Editorial Published in Champaign. Gerrard Press, U.S.A. (1964).



- TROUT Homogenized Milk  
Michigan State, College Press; USA  
(1950).
- VEISSEYRE R. Lactología Técnica  
Editorial Acribia; Zaragoza, España  
(1972)
- WALTER Y MACBEE Microbiología General  
Cía. Editorial Continental, S. A.  
México, 1965
- WEBB, JOHNSON AND ALFOR Fundamentals of Dairy Chemistry  
The AVI Publishing Company, Inc.  
(1974)
- W. FRAZIER Microbiología de Alimentos  
Editorial Acribia, Zaragoza, España  
(1972)