

300627

6  
2EJ

**UNIVERSIDAD LA SALLE**

**Escuela de Química**

**Incorporada a la UNAM**

**OBTENCION DE LA GRASA BUTIRICA Y SU  
APLICACION EN LA INDUSTRIA LACTEA**

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

Químico Farmacéutico Biólogo

**PRESENTA**

**MIGUEL ANGEL CANSECO CAMACHO**

**ASESOR DE TESIS:  
Q. IRENE MONTALVO VELARDE**

1995

**FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.

# I N D I C E

	Pág.
CAPITULO I.- INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II.- OBJETIVOS.....	4
CAPITULO III.- LA LECHE Y SUS DERIVADOS.....	5
1.1 Generalidades.....	5
1.2 Derivados Lácteos.....	17
CAPITULO IV.- IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA LECHERA MEXICANA.....	32
2.1 En la Economía.....	33
2.2 Como Generadora de Empleo.....	43
2.3 Evolución de la Industria.....	48
CAPITULO V.- CARACTERISTICAS Y METODOS DE OBTENCION DE LA GRASA BUTIRICA ANHIDRA.....	64
3.1 Los lípidos lácteos.....	65
3.2 Propiedades físicas y químicas de la Grasa Butírica Anhídra.....	69
3.3 Alteración de la Grasa Butírica a través del Régimen Alimenticio de los Bovinos.	78
3.4 Obtención de la Grasa Butírica Anhídra.	83
CAPITULO VI.- APLICACION DE LA GRASA BUTIRICA EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA.....	121
4.1 Usos Convencionales.....	122
4.2 En Productos Lácteos.....	144
CAPITULO VII.- CONCLUSIONES.....	176
CAPITULO VIII. BIBLIOGRAFIA.....	179

## **Dedicatoria**

**Dedico el siguiente trabajo de tesis a mi Padre que admiro por su gran calidad humana, el cual siempre me ha apoyado en todo momento además de ser un excelente padre y amigo.**

**A mi maravillosa Madre a la cual no tuve oportunidad de darle mas satisfacciones, a ella que me inculco disciplina y constancia para culminar los objetivos que me tracé en la vida.**

**A mi Esposa, la cual amo, respeto y admiro, la que me ha dado el regalo mas bello del mundo: mi hija Ximena, que me ha traído una felicidad que jamas soñé.**

## CAPITULO I INTRODUCCION

Las grasas constituyen una clase bien definida de sustancias neutras, producidas en cantidades variables por plantas y animales. Sin embargo, las grasas comerciales se derivan de un número relativamente pequeño de especies del reino animal y vegetal, en las cuales aparecen en cantidad y en forma fácilmente asequible.

Las grasas, junto con las proteínas y los carbohidratos, son sustancias alimenticias fundamentales y se consumen en gran cantidad en forma de alimentos grasos y en ciertos productos grasos comestibles, preparados, tales como: la leche y sus derivados; margarina, etc. y son la fuente más concentrada de energía en una dieta.

En la leche, la grasa ha sido considerada desde hace mucho tiempo como su componente más valioso. La posesión de la mantequilla era considerada por los pueblos antiguos como una medida de riqueza, y algunos de esos pueblos enterraban la mantequilla para acumular y almacenar esta riqueza. La grasa láctea es todavía el componente de la leche al que se le asigna el precio más alto en el mercado. En consecuencia, cuando exis-

ten sobrantes de la leche, la grasa es el componente que se concentra y se guarda, para procesarla en caso de faltantes.

En la actualidad se han desarrollado nuevas técnicas, para la obtención de la grasa láctea, lo que ha conducido al desarrollo de nuevos mercados, de los cuales, uno de los que ha cobrado mucha importancia es el de la obtención de la grasa de leche anhidra (GLA), también conocida como Grasa Butírica Anhidra, la cual es un producto ampliamente usado sobre todo en los países de climas cálidos, tales como la India, donde se emplea para cocinar.

Este producto presenta varias ventajas, una de las cuales es su larga vida de anaquel, aún en climas tropicales, donde puede ser almacenada a temperatura ambiente durante meses, siempre y cuando se recubra con un empaque que no sea translúcido y que no permita el paso de gases. Cabe mencionar que su vida de anaquel puede aumentar hasta un año cuando se almacena en frío.

Como se mencionó anteriormente, este producto presenta expectativas muy interesantes en los mercados actuales y hacia el futuro, ya que sus aplicaciones son muy amplias, basta mencionar que es un producto muy útil en la recombinación y reconstitución de las leches y que se usa ampliamente en las

industrias de helados y del chocolate, así como en la reconstitución de la mantequilla. Este mercado está creciendo cada día más, ya que la grasa de leche anhidra se utiliza, entre otros, en la producción de alimentos para bebés y en la elaboración de alimentos preparados, en los cuales se está desplazando a las grasas vegetales.

En este orden de ideas, podemos apreciar que la grasa de leche anhidra representa un papel muy importante en la industria alimenticia; en su elaboración, desarrollo y conservación. Es por eso que el autor de la presente tesis ha decidido elaborar este trabajo en el cual se cubren aspectos tales como la leche y sus derivados, la importancia de la Industria Lechera en México, en sus diferentes aspectos tanto económicos como fuente de generación de empleos, así como los métodos de obtención de la grasa butírica anhidra o grasa de leche anhidra y sus aplicaciones en la Industria Alimenticia, tanto en panadería, helados, etc., pero principalmente en la Industria de los Lácteos.

## CAPITULO II

### OBJETIVOS

La realización del presente trabajo de tesis, tiene como objetivos los siguientes puntos:

- 1) Describir un panorama de los métodos de obtención de la grasa butírica anhidra más usuales a nivel mundial.
- 2) Presentar un cuadro de múltiples alternativas de la aplicación de la grasa butírica anhidra, en las diferentes industrias como: lácteos, helados, panadería y repostería, chocolates, etc. y en otros campos de la alimentación, tales como: comidas rápidas y alimentos para infantes.
- 3) Presentar una alternativa de explotación industrial en nuestro país como una fuente generadora de empleos y como una nueva alternativa en la dieta alimentaria en nuestro país.



## CAPITULO III LA LECHE Y SUS DERIVADOS

### 3.1 GENERALIDADES

La leche es una secreción natural proveniente de las glándulas mamarias de todos los mamíferos, que tiene como finalidad la nutrición de las crías del animal que la produce. Asimismo, es una emulsión acuosa que contiene: agua, proteínas, carbohidratos, grasas, minerales, enzimas, y componentes celulares (Fox, 1982, 1983, 1985 y 1989).

Se entiende por leche natural el producto íntegro, no alterado ni adulterado y sin calostros del ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras mamíferas, domésticas, sanas y bien alimentadas.

En general, de forma genérica, se entiende exclusivamente la leche como la de vaca, y cuando nos referimos a la de otros animales, se indica el nombre de la especie correspondiente. Así tenemos: la leche de oveja, la leche de cabra, la leche de burra, la leche de yegua, la leche de camella.

La Tabla 1.1.1 nos da la composición media de los diferentes tipos de leche, incluida también la de la mujer, ya que en la preparación de leches maternizadas se trata de acercarse lo más posible a ella. Como se ve, existen diferencias apreciables de composición. La leche de mujer es más rica en carbohidratos que las restantes, siendo, sin embargo, más pobre en proteínas. La más rica en calorías es la de oveja (104 calorías/100 grs.), debido a su alto contenido en grasa.

Como nos referimos casi siempre a la leche de vaca, se va a estudiar más detalladamente. La Tabla 1.1.2, nos da la composición en por ciento de los principales componentes como son: proteínas, grasas, carbohidratos, sales minerales y humedad. En dicha tabla se indican los límites entre los que pueden variar los porcentajes de los distintos componentes que dependen de diversos factores, los cuales afectan la calidad de la leche: entre los cuales podemos mencionar la raza de la vaca, el tipo de alimentación, el estado sanitario del animal, época del año, etc. (Madrid, 1991).

### **PROTEINAS**

Las proteínas pueden ser divididas en dos grupos: Las caseínas y las proteínas solubles, las cuales incluyen enzimas.

T A B L A 1.1.1.

COMPOSICION DE LA LECHE DE DIFERENTES ESPECIES (\*)

	Mujer	Vaca	Oveja	Cabra	Burra	Yegua	Camella
Calorías	76	68	104	75	45	47	66
Proteínas	1,1	3,3	5,5	3,8	1,6	2,1	3,4
Grasas	4,5	3,6	7,0	4,3	1,1	1,7	4,1
Hidratos	7,6	4,8	4,3	4,6	6,5	6,1	3,8
Agua	87	87	82,4	86,3	90,4	89,5	87,2
Cloro	39	109	122	132	-	26	107
Calcio	35	140	207	138	-	102	142
Fósforo	15	90	140	100	-	60	102
Potasio	50	140	185	160	-	81	110
Vitamina A	0,7	0,03	0,06	0,04	-	0,02	0,04
Vitamina B <sub>1</sub>	0,01	0,04	0,06	0,05	-	0,03	0,05
Vitamina C	5	1,0	3,0	2,0	-	10	5

(\*) Calorías por cada 100 gramos. Proteínas, grasa, hidratos y Agua, en %. Sales y vitaminas, en miligramos por cada 100 gramos.

Fuente: Manual de Industrias Alimentarias, 1991.

T A B L A 1.1.2.

COMPOSICION DE LA LECHE DE VACA FRESCA

	%
Proteínas	2,8 - 4,9
Grasa	2,6 - 4,8
Hidratos	3,7 - 5,4
Sales	0,6 - 1,0
Agua	85,6 - 89,5

Fuente: Manual de Industrias Alimentarias

Las caseínas forman aproximadamente el 80% del total de las proteínas y están completamente organizadas formando unidades macromoleculares llamadas micelas. Las principales caseínas son designadas como:  $\alpha$  S1-caseínas,  $\alpha$  S2-caseínas,  $\beta$ -caseínas y K-caseínas, con otras caseínas menores, las cuales son derivadas de las primeras por proteólisis, glicosilación o fosforilación. Las proteínas solubles (o proteínas de suero, porque se separan en el suero durante la fabricación del queso) consisten de:  $\beta$ -lactoglobulinas,  $\alpha$ -lactoalbuminas, inmunoglobulinas.

Las  $\alpha$ S1-caseínas (12-15 g/l) tienen cuatro variantes: A, B, C y D, de las cuales la B es la más común. Su masa molecular relativa es de 23,612. Su cadena polipeptídica tiene tres regiones: una fuertemente hidrofóbica, otra con carga altamente negativa y la última es esencialmente neutra.

Las  $\alpha$ S2-caseínas (3-4 g/L) con sus variantes A, B, C y D, son las más hidrofílicas de todas las caseínas. Una de las formas variantes "A" tiene una masa relativa de 25,388. Tiene una región hidrofóbica y una región cargada positivamente.

Las  $\beta$ -caseínas (9-11 g/L) tienen 5 variantes genéticas que son:  $A^1$ ,  $A^2$ ,  $A^3$ , B, C, D y F y son las caseínas más hidrofóbicas. La masa relativa de la variante  $A^3$  es de 23,980.

Las K-caseínas son las más pequeñas (3-4 g/L), presentan dos variantes que son la A y la B, su masa relativa es de 19,037.

Las fracciones de otras caseínas se presentan en las siguientes concentraciones:  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  y  $\gamma_3$  de  $\beta$ -caseínas (1-2 g/L); proteínas de suero (5-7 g/L);  $\beta$ -Lactoglobulinas A, B, C y D (2-4 g/L);  $\alpha$ -Lactoalbumina A y B (1-1,5 g/L); albuminas de suero (0.1-0.4 g/L) y las inmunoglobulinas (0.6 - 1.0 g/L). (Fox, 1982).

La proteína principal de la leche es la caseína, la cual representa entre el 77 al 82% del total de las proteínas. Por acción del cuajo o ácidos precipita produciendo una masa coagulada llamada cuajada que, además de caseína, arrastra grasa, agua y algunas sales. Esta masa coagulada es la que después de prensada, salada y madurada se convertirá en el queso que todos conocemos. (Burón, 1990).

Entre las globulinas, la lactoglobulina juega un papel muy importante en el sabor a cocido de la leche debido a sus grupos sulfídricos, que, al calentar, se modifican o separan en la desnaturalización proteica, dando origen a extraños sabores. (Cenzano, 1991).

### **GRASAS**

La grasa de la leche se encuentra en suspensión, formando miles de glóbulos de 3 a 4 micras de diámetro aunque pueden variar desde 0.1 a 25 micras. (Fox, 1983 y López, 1991).

Cuando se deja la leche en reposo, estos glóbulos ascienden hacia la superficie formando una capa de nata, los cuales están protegidos por membranas, evitando así ataques enzimáticos. Por centrifugación se separa también la grasa de la leche, con lo que obtenemos dos productos:

- a) La leche desnatada.- Muy utilizada en regímenes especiales de alimentación; y
- b) Nata.- Se utiliza en diversos usos en la fabricación de mantequilla, nata montada, etc.

En un mililitro de leche puede haber de 3.000 a 4.000 millones de glóbulos de grasa. Cuando no se quiere que asciendan hacia la superficie, se procede a la homogeneización de la leche, que consiste en dividir finamente estos glóbulos de forma que queden más tiempo en suspensión. Este tratamiento reduce el diámetro de los glóbulos a una décima parte del normal.

Los principales ácidos grasos que componen la grasa de la leche son: butírico (3.0 - 4.5%); caprónico (1.3 - 2.3%); caprílico (0.8 - 2.4%); cáprico (1.8 - 3.7%); láurico (2.0 - 5.0%); mirístico (7.0 - 11.1%); palmítico (25.0 - 29.0%); estearico (7.0 - 13.0%); oléico (30.0 - 40.0%); y linoléico (3.0%).

#### CARBOHIDRATOS

En la composición de la leche entra a formar parte la lactosa, con 37 - 54 g/l. Prácticamente la lactosa es el único azúcar de la leche, aunque en ella existan algunos otros combinados en pequeñas cantidades. (Madrid, 1991). La lactosa existe en dos formas anoméricas:  $\alpha$ -D-lactosa y la  $\beta$ -D-lactosa, en un equilibrio de aproximadamente 37.3% de  $\alpha$  y 62.7% de  $\beta$  a 20° C. (Fox, 1985).

Los orígenes de la lactosa se deben a:

- Síntesis a partir de la glucosa de la sangre, la cual es isomerizada en galactosa, que con el resto de la glucosa da lugar a las moléculas de lactosa. Este es el principal camino para la síntesis de la lactosa y tiene lugar en la mama.
- Síntesis de la lactosa a partir de los ácidos grasos volátiles, la cual también tiene origen en la mama. Este camino es menos importante y sólo se ha comprobado que existen en rumiantes. (Madrid, 1991).

La lactosa tiene un débil sabor dulce en comparación con otros azúcares. Dietéticamente esto es una cualidad, ya que hace más soportable las dietas lácteas. En parte también su sabor dulce es enmascarado por la caseína. En el suero, en el cual hay ausencia de esta proteína, el sabor dulce es más acentuado que en la leche.

La lactosa mediante la acción en caliente de ácidos diluídos o enzimas se hidroliza en dos hexosas, cuyos componentes son: la glucosa y la galactosa. Algunas de sus propiedades más importantes son las siguientes:



- Se transforma en ácido láctico mediante la acción de las bacterias lácticas.
- Su composición es muy constante en la leche y prácticamente sólo se encuentra en ésta.
- Es muy soluble en agua y ésta aumenta en caliente.
- Reacciona fácilmente con las proteínas de la leche o suero (Reacciones de Maillard).
- Se degrada a temperaturas de aproximadamente 100 a 150° C, dándole una coloración a la leche, lo que le proporciona un sabor a cocido.

### **SALES MINERALES**

La leche contiene muchas sales, las cuales varían con la etapa de lactación, estación, dieta y salud del animal. Las principales pueden ser divididas en tres grupos:

- 1) Calcio coloidal, magnesio, fosfato inorgánico y citrato, las cuales están asociadas con el contenido de caseína en la leche.

2) La concentración de calcio y magnesio están relacionados al citrato soluble; la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$ , es inversamente proporcional a la concentración de  $\text{HPQ}^{2-}$  y es dependiente del pH alto.

3) Las concentraciones de potasio, sodio y cloruro (con lactosa) en la leche aseguran que sea isoosmótica con la sangre. (Fox, 1989).

En caso de enfermedades de la vaca, el contenido de cloruro de sodio aumenta, disminuyendo el resto de las otras sales. (Burón, 1990).

### VITAMINAS

La leche contiene casi todas las vitaminas tanto de las liposolubles como de las hidrosolubles, que son importantes en la nutrición humana. Sus concentraciones varían dependiendo de la etapa de lactación, estación del año, dieta y salud del animal.

- Liposolubles.- Están asociadas con las materias grasas como la crema y la mantequilla, entre las cuales están:

Las Vitaminas A, D, E y la K

- Hidrosolubles.- Estas se encuentran en la fase acuosa, como es el caso del suero, y en este grupo podemos encontrar a todas las vitaminas B. (Streitwieser, 1989).

Las vitaminas juegan un papel importante en diversos aspectos fisiológicos, de crecimiento y desarrollo. A continuación se menciona algunas de las funcionalidades de este grupo de compuestos:

- Vitamina A.- Es indispensable para la visión, el buen estado de las mucosas y tiene acción antiinfecciosa, encontrándose en mayor proporción en la mantequilla.
- Vitamina D.- Esta vitamina ayuda a la retención de los minerales como el calcio y el fósforo, aunque la leche no la contiene en una cantidad suficiente de acuerdo a las necesidades del ser humano.
- Vitamina E.- Tiene una función antioxidante que retrasa el envejecimiento de las células. La leche tiene poca cantidad de ella.
- Vitamina K.- Ayuda a la coagulación de la sangre y la leche contiene una cantidad mínima de ella.

- Vitamina B.- La leche cuenta con todas ellas y su función principal es en el crecimiento y en el mantenimiento del buen estado de la piel. La Vitamina B12 sólo está en pequeñas cantidades, pero es de gran importancia en contra de la anemia. (Streitwieser, 1989).

### ENZIMAS

Se han identificado aproximadamente 60 enzimas en la leche. Son importantes, porque son las responsables de ciertos sabores y problemas de estabilidad en la leche. En particular, las enzimas proteolíticas y lipolíticas, pueden causar serios problemas de degradación si la leche no se almacena bajo condiciones adecuadas. La enzima plasmina, que se encuentra en los glóbulos de la membrana de la grasa de la leche, degrada las caseínas aún a bajas temperaturas. La homogeneización de la leche libera lipasas de los glóbulos de la membrana de la grasa, las cuales degradan las grasas en ácidos grasos, formando sabores de rancidez en la leche. (Kessler, 1988).

### ELEMENTOS TRAZAS

Hay una gran cantidad de elementos en la leche, en concentraciones menores a 1 mg/L. Proviene de los alimentos que consume el animal y algunos son esenciales para la salud. Las deficiencias de los elementos trazas en el

suelo, podrían conducir a deficiencias en la dieta, requiriendo complementos minerales en la alimentación. Los elementos en la leche que son importantes en la nutrición humana incluyen: Cromo (tolerancia de glucosa), cobalto (en vitamina B12), cobre (cofactor de enzima y formación de hemoglobina), Iodo (en hormonas tiroideas), manganeso (cofactor de enzima), molibdeno (en xantina oxidasa), selenio (vitamina E y componentes de enzimas), y zinc (en insulina y cofactor de enzima).

#### CONTAMINANTES

Otros materiales incluyen residuos de pesticidas, fluoruros, silicones, metales pesados, los cuales provienen de la contaminación del alimento y del agua que el animal consume.

### 3.2 DERIVADOS LACTEOS

La leche ha dado origen a la generación de una industria en la cual se elaboran una gran cantidad de productos derivados de ella conocida como Industria Láctea, la cual cubre un amplio rango de materias primas y de productos elaborados a partir de éstas; entre los cuales podemos mencionar:

- Crema
- Mantequilla
- Quesos
- Yogurt
- Helados
- Leches especiales, etc.

#### **CREMA**

Se entiende por crema al producto lácteo rico en materia grasa separado de la leche por decantación o centrifugación, que toma la forma de una emulsión del tipo de grasa en agua. (Madrid, 1991).

Como se comentó anteriormente, cuando se deja reposar la leche en un recipiente, los glóbulos de la grasa, debido a su menor peso, ascienden formando una capa cremosa en la superficie. Este proceso de separación se puede acelerar mediante la utilización de máquinas centrifugas que trabajan a miles de veces la fuerza de la gravedad.

El porcentaje de grasa puede variar, por lo que se establece la siguiente clasificación:

Doble crema, la cual contiene un mínimo del 50% de materia grasa.

Crema. que contiene un mínimo del 30 y menos del 50%.

Crema ligera, que contiene un mínimo del 12 y un máximo de 30% de grasa.

Con el objeto de evitar el crecimiento de microorganismos patógenos, la crema debe de someterse a un tratamiento térmico, así tenemos: la crema pasteurizada, la cual se somete a un tratamiento térmico de 75 a 85° C durante 15 a 20 segundos, que asegura la total destrucción de los gérmenes patógenos y la casi totalidad de la flora. Debe tomarse en cuenta que según el tipo de crema es la elección del tratamiento térmico y éste deberá ser más fuerte cuanto mayor sea el contenido de grasa. Una vez pasteurizada debe ser enfriada inmediatamente a unos 5° C para su conservación.

Crema esterilizada.- Es la sometida en el mismo envase en que se suministra al consumidor a un calentamiento de 108 a 116° C, durante 20 a 45 minutos, con lo que se asegura la destrucción de todos los microorganismos y la inactividad de sus formas de resistencia.

Crema UHT.- Es la sometida, en proceso continuo, a tratamiento térmico de 132° C durante 2 segundos, que asegura

la destrucción de los gérmenes y la inactividad de sus formas de resistencia, siendo posteriormente envasada en condiciones asépticas.

Crema en polvo.- Es el producto seco y pulverizado que se obtiene mediante la deshidratación de la crema, pasteurizada cuando aún está en estado líquido.

La crema en polvo debe tener un mínimo de 65% de grasa y un máximo de 5% de humedad. Si se trata de crema ligera, se permite un mínimo de grasa entre el 50 y 65%.

Por último, estas mismas formas de conservación se pueden combinar con el envasado bajo presión de gases inertes para su venta en recipientes cerrados. Los gases utilizados son nitrógeno y carbónico.

La crema pasteurizada puede ser congelada posteriormente a  $-18^{\circ}$  C/ $-30^{\circ}$  C, pudiéndose conservar así hasta 6 meses la crema congelada a  $-18^{\circ}$  C y 18 meses la crema congelada a  $-30^{\circ}$  C.



Las cremas esterilizadas y UHT se les da un período de vida de hasta 12 meses y en cambio las pasteurizadas es de 25 días.

Las cremas se pueden clasificar también según las sustancias que se le incorporan, así tenemos:

Crema batida.- Es aquella que es sometida a una agitación mecánica con gases inocuos tales como nitrógeno, anhídrido carbónico, óxido nítrico o aire.

Crema azucarada.- Es la que se le agrega sacarosa o glucosa, o ambas, en una proporción total no superior al 15% en peso con respecto al producto terminado.

Cremas aromatizadas.- Son aquellas que son adicionadas de sustancias naturales, frutas u otros alimentos.

Cremas ácidas.- Son aquellas en las cuales se adicionan fermentos lácticos.

## **MANTEQUILLA**

La mantequilla es el producto graso obtenido exclusivamente de leche o crema de vaca. (López, 1991).

Desde la antigüedad, se sabía que la crema ascendía cuando se dejaba reposar en un recipiente con leche. era separada y se llevaba a otro recipiente de madera donde se procedía a su batido y amasado, separándose el suero o mazada al acabar el batido.

Con el batido se consigue una inversión de fases, pasándose de la emulsión original grasa en agua, a la de agua en grasa, obteniéndose al final de la operación dos fases:

Fase grasa.- En forma de granos de arroz.

Fase acuosa.- La conforma el suero o mazada.

Si la fase grasa, ya sola, continúa batiéndose más lentamente, los granos se van uniendo hasta formar una masa que es la mantequilla.

El suero aún contiene cierta cantidad de grasa (0.3 a 0.1%), que en gran parte puede ser recuperada por centrifugación. Esta grasa recuperada puede ser utilizada para hacer mantequilla de suero. Según la legislación, la mantequilla deberá contener un mínimo de 80% de grasa, con una humedad máxima de 16% y un extracto seco de la leche de procedencia de un máximo del 2%.

La mantquilla se puede clasificar de varias formas:

Mantquilla dulce.- No contiene adición de sal.

Mantquilla salada.- Contiene un máximo del 5% de cloruro de sodio.

Su consistencia debe ser sólida y homogénea, con un color amarillo más o menos intenso y un sabor y olor característicos. Como sabemos, con la alimentación de la vaca y otros factores se producen variaciones en el color de la leche, por lo que, con el objeto de normalizar el color de la mantquilla, se puede utilizar colorantes naturales tales como: la bixina, curcumina y beta-caroteno.

Está también autorizada la adición de sales para el ajuste de pH de la mantquilla, en un porcentaje que en total no debe de superar el 0.2% en peso de las sustancias anhidras referido al peso del producto total. Estas sales son: ortofosfato sódico, carbonato sódico, bicarbonato sódico, hidróxido sódico e hidróxido de calcio.

#### QUESOS

La definición admitida internacionalmente para el queso es "el producto fresco o madurado obtenido por coagula-

ción y separación del suero de cualquiera de los siguientes productos: leche, crema, leche descremada (total o parcialmente), suero de mantequilla o de una mezcla de cualquiera de ellos". (Madrid, 1991).

Una explicación general de las etapas necesarias para la fabricación del queso, aunque existen variantes específicas para cada tipo, son las siguientes:

- Recepción y tratamientos previos a la leche, entre los que se incluyen refrigeración, higienización y pasteurización.
- Coagulación y separación parcial del suero.
- Llenado de moldes y prensado previo.
- Moldeado.
- Prensado.
- Salado.
- Maduración.
- Control y salida.

Los quesos se pueden clasificar atendiendo a diversas circunstancias (contenido en grasa, dureza, origen, tipo de leche empleada en su elaboración, etc.). En ocasiones nos encontramos con que es muy difícil la clasificación de los quesos, pero podemos mencionar que según el sistema escogido para la coagulación de la leche tendremos:

Quesos al cuajo.- La coagulación se efectúa por la adición de cuajo a la leche.

Quesos ácidos.- La coagulación se consigue por la acidificación.

Otra clasificación se hace atendiendo al origen de la leche: vaca, oveja y cabra principalmente.

Otra clasificación puede ser de acuerdo a su textura, que puede ser compactos, redondeados y granulares.

De acuerdo con su contenido en grasa, expresado en porcentaje sobre el extracto seco, los quesos se clasifican en la siguiente forma: Doble graso, el que contenga un mínimo del 60%; Extragrasso, el que contenga un mínimo del 45%, Grasso, el que contenga un mínimo del 40%; Semi-grasso, un mínimo del 20% y Magro, el que contenga menos del 20%.

Por último tenemos la más conocida de las clasificaciones que se hace atendiendo al contenido de agua de los quesos, así tenemos: quesos frescos, quesos blandos, quesos semiduros y quesos duros.

## YOGURT

En el yogurt a la leche se le adicionan sólidos o también se puede lograr por concentración al evaporar parte del agua. Se hace con leche de vaca en general muy descremada y a veces enriquecida sobre la base del extracto seco, por medio de la adición de leche en polvo, en una proporción aproximada del 2%. (Charley, 1987).

Dado que es un producto susceptible de contaminación microbiana, debe tenerse un cuidado muy especial en lo que respecta a la higiene, por lo que se debe someter a una pasteurización a 85° C durante 30 a 60 segundos.

Una vez que la leche ha sido inoculada con un cultivo de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, se incuba para lograr la fermentación, para lograr el sabor ácido, el cual se debe principalmente al ácido láctico que se forma a partir de la lactosa. La fermentación del citrato en la leche conduce a la formación de los siguientes subproductos: acetaldehído, diacetilo, y ácido acético. El tiempo de incubación y la temperatura contribuyen a que los dos microorganismos efectúen el proceso de fermentación y se determina si el producto será predominantemente ácido o tendrá un balance agradable entre el sabor ácido y el aroma. (Burón, 1990).

## HELADO

Podemos definir a los helados, como una mezcla homogénea y pasteurizada de diversos ingredientes (leche, agua, azúcar, crema, sabores, huevos, cacao, etc.), que es batida y congelada para su posterior consumo en diversas formas y tamaños. (Cenzano, 1991).

Los helados son una mezcla de diversos productos alimenticios entre los que destacan los siguientes: agua potable, leche y derivados lácteos (crema, mantequilla, leche en polvo, suero en polvo, leche descremada, etc.), azúcares diversos (sacarosa, glucosa, sorbitol, etc.), miel, grasas vegetales diversas, frutos y jugos, huevos y productos derivados, proteínas de origen vegetal, aditivos, espesantes, estabilizantes, aromas y colorantes. Todos estos componentes se mezclan en las proporciones debidas, siendo posteriormente sometidos a una pasteurización, que asegura la destrucción de organismos perjudiciales para la salud del consumidor. Después se procede a una homogeneización para conseguir la estabilidad de la mezcla, para seguir con el batido con la incorporación de aire y la congelación de dicha mezcla de ingredientes, cuyo resultado final es el helado propiamente dicho.

En general, podemos decir que los ingredientes que componen los helados son a su vez compuestos en mayor o menor proporción de: carbohidratos, grasas, proteínas, sales minerales, vitaminas y agua.

#### LECHES ESPECIALES

Debido a que la leche es un producto natural susceptible de desarrollar microorganismos, los cuales pueden causar problemas en su calidad, esto ha dado origen a desarrollar tecnologías que nos permitan mantener el producto rico en sus características con algunas modificaciones en su estado original y por lo tanto en su presentación. Todo lo anterior ha permitido obtener productos con buena vida de anaquel sobre todo cuando se habla de excedentes de producción, pudiendo conservar en buen estado el producto para su futura venta, distribución o industrialización.

#### LECHE EVAPORADA Y LECHE CONCENTRADA

La leche evaporada es una leche de vaca esterilizada en la cual se elimina parte del agua de su constitución. En el caso de la leche concentrada, es una leche de vaca pasteurizada en la cual se elimina en mayor proporción el agua de su constitución. (R. García, 1990).



En el primer caso, es necesaria la esterilización, ya que el grado de concentración es de alrededor del 26 al 30% de sólidos y puede haber desarrollo microbiano. En el caso de la concentrada, basta una pasteurización ya que el alto grado de concentración (42% de sólidos) evita el desarrollo de microorganismos.

De una manera general el proceso de elaboración de estos tipos de leches, incluye los siguientes pasos:

- a) Higienización, pasteurización y estandarización en su contenido graso.
- b) Evaporización, donde se elimina la cantidad de agua deseada.
- c) Homogeneización, en el que se divide finamente los corpúsculos de la grasa.
- d) Enfriamiento, hasta unos  $14^{\circ}$  C, y es en esta etapa donde se añaden estabilizantes para que pueda aguantar el tratamiento de esterilización.

- e) Finalmente, pasa a la llenadora de latas las cuales serán cerradas con el producto y se esterilizan a 110 - 120° C, durante 15 a 20 minutos.

#### LECHE CONDENSADA

La leche condensada es el producto que se obtiene por la eliminación parcial del agua de constitución de la leche (entera, semidescremada o descremada), sometida a un tratamiento térmico de pasteurización y conservada mediante la adición de sacarosa. (Renner, 1988).

La leche condensada debe tener una consistencia semilíquida, color uniforme amarillento más o menos claro, olor y sabor fresco y puro.

En este tipo de elaboración está permitida la adición de estabilizantes tales como: el bicarbonato de sodio, citrato de sodio, polifosfatos de sodio y potasio, etc., en una concentración máxima del 0.2%.

El proceso de elaboración de la leche condensada incluye un proceso de higienización previo a una centrifugación, pasteurización y estandarización en su contenido graso para pasar posteriormente a un evaporador en el cual se va concentrando en sucesivas etapas, procediéndose a la

adición del azúcar en forma líquida antes de la última de dichas etapas. "La etapa más importante es el enfriamiento, debido a que el agua de la leche sólo puede mantener en solución la mitad de la lactosa, produciéndose la precipitación del resto. Hay que evitar que esta precipitación sea incontrolada, lo que daría lugar a la formación de cristales gruesos de lactosa que daría un paladar arenoso a la leche.

#### LECHE EN POLVO

La leche en polvo es aquella en la que se elimina la mayor parte de su agua de constitución, dejando un máximo del 5%, correspondiendo el restante 95% a las proteínas, lactosa, grasa, sales minerales, etc. (Renner, 1988).

Se distinguen dos tipos de leche en polvo desde el punto de vista comercial: la leche en polvo entera, con un mínimo de 26% en materia grasa en peso, y la leche en polvo descremada con un máximo del 1.5% de grasa en peso.

La primera se conserva por un período máximo de 6 meses, ya que al ser tan alto el contenido en grasa, ésta se va deteriorando durante el almacenamiento, llegando a notarse el sabor rancio en la leche reconstituída. La leche

en polvo descremada se puede conservar bien por un período de hasta 3 años.

Las características de la leche en polvo son las siguientes:

- a) Color amarillento, blanco o cremoso claro, carente de color pardo característicos de un producto recalentado.
- b) Olor y sabor fresco y puro antes y después de su reconstitución.
- c) Humedad máxima 5% en peso.
- d) Materia grasa como mínimo 26% en peso para la leche entera y 1.5% como máximo para la descremada.
- e) Acidez expresada en ácido láctico: 1.45% en peso como máximo para la leche entera y 1.85% como máximo para la descremada.
- f) Acidez de la grasa, expresada en ácido oleico, máximo del 2% en peso de la grasa.
- g) Ausencia de impurezas macroscópicas.

## C A P I T U L O   I V

### IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA LECHERA MEXICANA

Esta industria está constituida por todas aquellas empresas que utilizan como insumo principal la leche, ya sea en forma directa para su venta o distribución, o que a través de diversos procesos dicho insumo se convierta en productos elaborados, tales como quesos, cremas, diferentes tipos de cuatros leches, postres, panadería, alimentos rápidos, alimentos para infantes, helados, yogurts, etc.

Como se puede apreciar, este tipo de industria cuando se maneja en forma adecuada, con tecnología actual, se convierte en una rama o fuente de divisas muy importante para los países productores de este insumo, el cual además, da origen a la generación de otras industrias de productos derivados, con lo que se pueden obtener dividendos por venta y distribución en nuestros mercados y con la posibilidad de lograr hacer exportaciones.

No obstante lo anterior, en muchas ocasiones, debido a la falta de incentivos por parte del gobierno hacia esta industria, ésta sufre decrementos considerables que se mostrarán a

continuación, además de que al competir con otros países (los cuales tienen fuertes subsidios por parte de sus gobiernos), los precios de los productos de importación son más bajos, con lo cual se va deteriorando este sector industrial.

#### 4.1 EN LA ECONOMIA

El comportamiento de la actividad de la industria de la leche mostró a finales de 1993 una producción de aproximadamente 7,000 millones de litros, lo que representa la producción más alta alcanzada en los últimos 7 años para un mismo período (SARH-2, 1993).

Los principales Estados productores son: Jalisco, Guanajuato, Chihuahua, Veracruz, Durango y Coahuila, que en conjunto aportaron el 55.0% de la producción total, destacando la participación de Jalisco que representa el 16.3% del total nacional (SARH-3, 1993). En relación a las importaciones de leche en polvo, el INEGI reportó en el período enero-octubre (INEGI-SARH, 1993), un volumen de 213.0 mil toneladas con valor de 375.0 millones de dólares, lo que representa un aumento del 4.8 por ciento con respecto al mismo período del año anterior.

En lo concerniente a la actividad industrial lechera, en el periodo de enero a septiembre de 1993, se observa en general un crecimiento en los volúmenes industrializados en relación a los del año pasado en el mismo periodo.

En los rubros de leche fluida y en polvo, los volúmenes industrializados continuaron con su tendencia ascendente para ubicarse en los niveles de 1.769.0 millones de litros y 78.1 mil toneladas en cada producto.

El valor total de la producción industrial de lácteos y derivados fue de 4,993.8 millones de nuevos pesos, lo que significó un incremento superior al 10 por ciento con respecto a la del mes anterior.

El empleo generado por la actividad industrial durante el mes de octubre de 1993 fue para 13,059 personas. La derrama económica acumulada por remuneraciones totales ascendió a 350 millones de nuevos pesos.

No obstante, la industria lechera ha sufrido daños terribles que han traído como consecuencia que el sector haya

quedado rezagado del crecimiento, y la prueba de ello es que México es el primer importador de leche en polvo en el mundo (Gavito, 1993).

Así mismo, se consume en nuestra nación 20 millones de litros de leche diarios, de los que el país sólo aporta el 6.5%, ocupando gran parte del Programa Social Conasupo, que abarca el 20% de la totalidad de la leche que se consume en México. Estas importaciones han hecho que se desplome la producción lechera en algunos Estados como Tlaxcala y Tamaulipas hasta en un 42% (Canille, 1993).

Por lo tanto, se hace necesario y urgente que los productores reciban apoyos adecuados por parte del gobierno, para que puedan estar en igualdad de competencia con otros países que comercializan con sus excedentes y sobre todo ahora con la apertura comercial del Tratado de Libre Comercio, dentro del cual se encuentra en completa desventaja.

En lo que respecta a los precios podemos apreciar en la Tabla 2.1.1. que los valores son concertados entre N\$1.65 a N2.30 por litro. Aquí se presenta una desventaja, ya que la industria se enfrenta a los vendedores en bote los cuales la ofrecen a precios diferentes y en ocasiones a precios menores.



T A B L A 2.1.1.  
 PRECIOS DE LECHE EN LOS ESTADOS  
 (NUEVOS PESOS/LITRO)

ENTIDAD FEDERATIVA	PASTEURIZADA	ULTRAPASTEURIZADA
Aguascalientes	1.80	2.00
Baja California 1/ 3/	1.85	
Baja California S.	2.20	2.30
Campeche 2/		2.00
Chiapas	1.70	2.00
Chihuahua	1.70	2.00
Coahuila	1.80	2.00
Colima	1.80	1.85
Distrito Federal	1.75	2.05
Durango	1.80	2.00
Guanajuato	1.80	2.00
Guerrero	1.85	2.00
Hidalgo	1.80	2.00
Jalisco	1.65	1.95
México	1.80	2.00
Michoacán	1.80	2.00
Morelos	1.80	2.00
Nayarit	1.80	2.00
Nuevo León	1.70	2.00
Oaxaca 2/		2.00
Puebla	1.80	1.80
Queretaro	1.80	2.00
Quintana Roo 2/		2.00
San Luis Potosí	1.80	2.00
Sinaloa	1.80	2.00
Sonora 3/		1.92
Tabasco 2/ 3/		1.96
Tamaulipas 3/	1.65	2.00
Tlaxcala	1.80	1.85
Veracruz	1.80	2.00
Yucatán 2/		2.00
Zacatecas	1.80	2.00
PROMEDIO NACIONAL	1.79	1.99

1/ No se comercializa leche ultrapasteurizada  
 2/ No se comercializa leche pasteurizada  
 3/ Precio promedio reportado por el Banco de México

Fuente: DGPC/SECOFI

Si comparamos los precios internacionales para la leche en polvo descremada (Ver Tabla 2.1.2.) y leche en polvo entera, se puede observar como en 1993 el valor mínimo y máximo tienden a disminuir conforme tiende 1993 a su fin, teniendo precios de 1 200- 1 300 USD. por tonelada de producto, que como se podrá suponer tienden a no permitir la competencia de países con una producción tan baja como la nuestra. Es por eso que los empresarios y productores claman ayuda del gobierno para tener mayor competitividad.

En lo que respecta a importaciones y exportaciones, se puede decir que comparando períodos de enero-octubre, se exportó casi 3 veces más leche condensada o evaporada en 1993, que en 1992, con un valor de 1.881.287 dólares americanos para 1993 y de 635.375 para 1992. También para las demás leches, natas y cremas se exportaron 10 veces más en 1993 que en 1992, para un valor total de 1.814.032 dólares, valor superior al de 1992, al cual correspondió un valor de 19.634 dólares americanos. Ver tabla 2.1.3. (SARH-2-1993).

En lo referente a los productos derivados de la leche, las exportaciones fueron mayores en 1992 en lo que respecta a yogurt y algunas variaciones de quesos.

T A B L A 2.1.2.

PRECIOS INTERNACIONALES DE LECHE EN POLVO DESCREMADA Y ENTERA  
DOLARES/TONELADA

MES	1989		1990		1991		1992		1993	
	DES- CRE- MADA	ENTE- RA	DES- CRE- MADA	ENTE- RA	DES- CRE- MADA	ENTE- RA	DES- CRE- MADA	ENTE- RA	DES- CRE- MADA	ENTE- RA
ENE	1,950	2,000	1,650	1,700	1,250	1,500	1,660	1,630	1,750	1,625
FEB	1,700	1,950	1,630	1,650	1,200	1,600	1,660	1,630	1,760	1,675
MAR	1,850	1,950	1,200	1,200	1,200	1,600	1,650	1,610	1,715	1,675
ABR	1,900	1,950	1,550	1,450	1,100	1,450	1,650	1,610	1,650	1,665
MAY	1,700	1,800	1,050	1,200	1,180	1,320	1,690	1,750	1,650	1,638
JUN	1,650	1,700	1,050	1,200	1,270	1,375	1,800	1,900	1,680	1,613
JUL	1,650	1,700	1,050	1,200	1,150	1,350	1,800	1,900	1,588	1,550
AGO	1,650	1,700	950	1,100	1,200	1,275	1,700	1,800	1,525	1,500
SEP	1,650	1,700	980	1,180	1,300	1,475	1,700	1,850	1,390	1,390
OCT	1,650	1,750	980	1,230	1,400	1,550	1,700	1,660	1,200	1,300
NOV	1,700	1,800	980	1,250	1,450	1,630	1,750	1,600	1,200	1,300
DIC	1,650	1,700	1,250	1,420	1,450	1,630	1,700	1,600		

FUENTE: ZMP.  
Precio ZMP. FOB Puertos de Europa Occidental

TABLA 2.1.3

EXPORTACION DE LECHE Y PRODUCTOS DERIVADOS

(Kilogramos y dólares)

DENOMINACION	ENERO-OCTUBRE			
	V O L U M E N		V A L O R	
	1992	1993 p/	1992	1993 p/
LECHE CONDENSADA O EVAPORADA	700,032	2,029,462	635,375	1,881,287
LAS DEMAS LECHE NATAS Y CREAMAS	5,587	539,072	19,634	1,814,032
LOS DEMAS YOGURTS	2,973	2,594	7,189	33,661
LACTOSUERO, INCLUSO CONCENTRADO, AZUCARADOS	1,184	31,893	689	60,632
LOS DEMAS LACTOSUEROS	2,711	1,820	5,983	7,828
QUESOS DE CUALQUIER TIPO, RALLADO	4,231	2,937	28,106	13,619
QUESO FUNDIDO EXCEPTO EL RALLADO	64,808	934	190,470	4,539
QUESO DE PASTA AZUL	2	-	7	-
LOS DEMAS QUESOS Y REQUESONES	431	8,781	1,907	38,137

p/ Cifras preliminares  
FUENTE: INEGI

Respecto a la importación de leche, los volúmenes se incrementaron en general en 1993, siendo los renglones mayores los que respectan a leche en polvo en pastillas con 183,338 toneladas en 1993 que representa un incremento del 29.5% con respecto a 1992. (Ver tabla 2.1.4.)

En lo que respecta a la importación de productos derivados de la leche, los valores se mantuvieron muy similares en 1993 y 1992, excepto en el renglón de suero de leche en polvo aumentó 22.4% en 1993. Lo cual implicó un costo de 10.75 de dólares americanos.

En la importación de quesos duros y semiduros también hubo un aumento de 21.4% en 1993, lo cual implicó un gasto de 31,379 dólares (Ver tabla 2.1.5.) (SARH-4, 1994)

T A B L A 2.1.4.

I M P O R T A C I O N D E L E C H E

(TONELADAS Y MILES DE DOLARES)

DENOMINACION	ENERO - OCTUBRE			
	V O L U M E N		V A L O R	
	1992	1993 p/	1992	1993 p/
EN ENVASES HERMETICOS LAS DEMAS (LECHE, NATA, CREMA)	4,071	3,186	2,001	1,527
EN ENVASES HERMETICOS LOS DEMAS (LECHE, NATA, CREMA)	2,241	1,886	1,330	1,169
EN ENVASES HERMETICOS LOS DEMAS (LECHE, NATA, CREMA)	33,381	36,012	16,044	17,721
EN ENVASES HERMETICOS LAS DEMAS (LECHE, NATA, CREMA)	12,251	14,251	4,413	4,421
EN ENVASES HERMETICOS LAS DEMAS (LECHE, NATA, CREMA)	4,963	7,700	2,401	3,756
LECHE EN POLVO EN PASTI- LLAS	934	2,403	965	2,427
LOS DEMAS (LECHE, NATA EN POLVO GRANULADA)	141,592	183,338	245,460	322,955
LECHE EN POLVO O EN PASTI- LLAS	430	485	749	1,502
LOS DEMAS (LECHE, NATA EN POLVO SIN AZUCAR)	50,561	29,619	86,838	51,642
LOS DEMAS (LECHE, NATA Y CREMA)	10	3	22	6
LECHE EVAPORADA	120	101	57	55
LOS DEMAS (LECHE, NATA Y CREMA SIN AZUCAR)	716	318	438	478
LECHE CONDENSADA	52	52	26	28
LOS DEMAS (LECHE, NATA Y CREMA CONCENTRADA)	204	388	218	442
	94	45	153	102

p/ Cifras preliminares  
FUENTE: INEGI

T A B L A 2.1.5.

IMPORTACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LECHE  
(TONELADAS Y MILES DE DOLARES)

DENOMINACION	ENERO - OCTUBRE			
	V O L U M E N		V A L O R	
	1992	1993 p/	1992	1993 p/
YOGURT	6,951	5,410	7,507	6,997
SUERO DE LECHE EN POLVO C/ CONTENIDO DE PROTEINAS	18,858	23,089	10,932	10,757
LOS DEMAS (SUEROS DE MANTEQUILLA LECHE)	7,532	2,658	10,772	4,176
LACTOSUERO, INCLUSO CONCENTRADO, AZUCARADO	14,883	17,395	11,613	10,379
LOS DEMAS (LACTOSUEROS)	344	108	1,254	386
MANTEQUILLA, CUANDO EL PESO INCLUIDO EL ENVASE INMEDIATO SEA INFERIOR O IGUAL A 1 KG.	433	486	1,008	1,098
MANTEQUILLA CUANDO EL PESO INCLUIDO EL ENVASE INMEDIATO, SEA SUPERIOR 1 KG.	34	132	82	229
<b>GRASA BUTIRICA DESHIDRATADA</b>	29,579	29,193	53,074	50,054
LOS DEMAS (MANTEQUILLA Y DEMAS MATERIAS)	0	0	0	1
QUESO FRESCO (INCLUSO EL DE LACTOSUERO).	121	128	344	352
QUESO DE CUALQUIER TIPO, RALLADO O EN POLVO.	2,318	2,768	7,412	9,474
QUESO FUNDIDO, EXCEPTO EL RALLADO O EN POLVO.	420	13	1,125	52
LOS DEMAS (QUESO FUNDIDO, EXCEPTO EL RALLADO)	764	1,057	2,371	3,209
QUESO DE PASTA AZUL	197	110	842	468
QUESO DE PASTA DURA, DENOMINADO SARDO.	21	7	128	20
QUESO DE PASTA DURA, DENOMINADO RIGGIANO	193	149	748	623
QUESO DE PASTA BLANDA, TIPO COLONIA	2,154	1,909	6,163	5,672
QUESOS DUROS O SEMIDUROS	10,744	13,047	25,869	31,379
LOS DEMAS QUESOS (REQUESON)	977	1,039	3,206	3,386

FUENTE: INEGI

#### 4.2 COMO GENERADORA DE EMPLEO

El ritmo de crecimiento promedio anual de generación de empleos de la rama ha sido del orden del 3.1% durante el lapso 1970-1980. En el último año, el personal ocupado ascendió a 15,590 personas, cifra reducida en relación a otras ramas de la industria alimentaria. El promedio de personas ocupadas por establecimientos se sitúa en 28 empleados que resulta casi el doble del promedio del sector manufacturero (SPP, 1981).

Las fábricas de leche condensada, evaporada y en polvo, que constituyen los establecimientos de mayores dimensiones y más elevados niveles de mecanización, presentan un promedio de 300 empleados por empresa. En el otro extremo se encuentran las unidades que elaboran queso, crema y mantequilla, que solo ocupan 9 personas por establecimiento. Cabe mencionar que estas empresas están constituidas por unidades de tipo familiar, en las que laboran entre 3 y 5 personas, que generalmente son miembros de la familia. Para 1980 las remuneraciones totales pagadas ascendieron a 1.123 millones de nuevos pesos, cifra que representa una cantidad de 3.6 veces mayor a la correspondiente de 1970.

Para 1991, el personal ocupado promedio en esta industria en las secciones de pasteurización, rehidratación, homo-



geneización y envasado de leche fue de 10,913, aumentando en 4.5% para 1992, año en el que se emplearon 11,402 y para 1993 se emplearon en promedio 11,022 personas, mostrando un ligero decremento con respecto a 1992 (3.3%). (SARH, 12, 1993). (Ver tabla 2.2.1).

En el caso de los renglones de elaboración de leche condensada, evaporada y en polvo, la generación de empleo fue de la siguiente forma: Para 1991 se emplearon en estas actividades 2,741 personas, en cambio para 1992 se emplearon 2,915 personas, mostrando un repunte del 6.36% en promedio y para 1993 se nota una disminución empleándose 2,757 personas. (SARH, 11, 1993). (Ver Tabla 2.2.2).

Toda esta generación de empleos reditó en remuneraciones totales de 208.894 millones de nuevos pesos para 1991, mostrando un repunte en 1992 de 27.94% para un total de 267.260 millones de nuevos pesos y de 237.723 hasta octubre de 1993, todo esto en lo que respecta a las áreas de pasteurización, rehidratación, homogeneización y envasado de leche. Como se puede apreciar en la Tabla 2.2.3, hay un superávit en 1992 con respecto a 1991, y comparando 1993 con respecto a 1992 hasta el décimo mes también se nota un mayor ingreso aproximadamente de 13.00%.

T A B L A 2.2.1

PERSONAL OCUPADO POR CLASE DE ACTIVIDAD

(Número de personas y por ciento)

PASTEURIZACION, REHIDRATAACION, HOMOGENEIZACION Y ENVASADO DE LECHE					
MES	PERSONAL OCUPADO			VARIACION	
	1991	1992	1993 p/	92/91	93/92
ENERO	10.567	11.280	11.373	6.75	0.82
FEBRERO	10.469	11.493	11.259	9.78	(2.04)
MARZO	10.613	11.378	11.341	7.21	(0.33)
ABRIL	10.803	11.540	11.095	6.82	(3.86)
MAYO	10.923	11.352	11.384	4.89	0.28
JUNIO	10.853	11.927	11.313	9.90	(5.15)
JULIO	10.907	11.464	10.970	5.11	(4.31)
AGOSTO	11.066	11.239	10.761	1.56	(4.25)
SEPTIEMBRE	10.910	11.306	10.228	3.63	(9.53)
OCTUBRE	11.289	11.215	10.500	(0.66)	(6.38)
NOVIEMBRE	11.299	11.306		0.06	
DICIEMBRE	11.361	11.321		(0.35)	
PROMEDIO	10.913	11.402	11.022	4.48	

p/ Cifras preliminares

FUENTE: Encuesta Industrial Mensual, INEGI

T A B L A 2.2.2

PERSONAL OCUPADO POR CLASE DE ACTIVIDAD

(Número de Personas y por ciento)

ELABORACION DE LECHE CONDENSADA, EVAPORADA Y EN POLVO					
MES	PERSONAL OCUPADO			VARIACION	
	1991	1992	1993 p/	92/91	93/92
ENERO	2.803	2.743	2.926	(2.14)	6.67
FEBRERO	2.691	2.781	2.869	3.34	3.16
MARZO	2.778	2.870	2.855	3.31	(0.52)
ABRIL	2.755	2.833	2.815	2.83	(0.64)
MAYO	2.752	2.833	2.841	2.94	0.28
JUNIO	2.702	2.898	2.857	7.25	(1.41)
JULIO	2.738	2.911	2.647	6.32	(9.07)
AGOSTO	2.661	3.089	2.618	16.08	(15.25)
SEPTIEMBRE	2.645	3.045	2.580	15.12	(15.27)
OCTUBRE	2.793	3.008	2.559	7.70	(14.93)
NOVIEMBRE	2.790	2.995		7.35	
DICIEMBRE	2.779	2.971		6.91	
PROMEDIO	2.471	2.915	2.757	6.36	

p/ Cifras preliminares

FUENTE; Encuesta Industrial Mensual, INEGI

T A B L A 2.2.3

REMUNERACIONES TOTALES POR CLASE DE ACTIVIDAD  
 ((Millones de Nuevos Pesos y Por ciento))

PASTEURIZACION, REHIDRATAACION, HOMOGENEIZACION Y ENVASADO DE LECHE					
MES	REMUNERACIONES TOTALES			VARIACION	
	1991	1992	1993 p/	92/91	93/92
ENERO	14.051	18.414	25.011	31.05	35.83
FEBRERO	14.755	19.900	22.409	34.87	12.61
MARZO	15.985	21.271	22.864	33.07	7.49
ABRIL	15.941	21.396	23.691	34.22	10.73
MAYO	16.806	21.769	23.855	29.53	9.58
JUNIO	16.549	22.802	24.130	37.78	5.82
JULIO	15.810	21.453	23.123	35.69	7.78
AGOSTO	16.283	20.849	24.004	28.04	15.13
SEPTIEMBRE	16.623	21.413	23.235	28.82	8.51
OCTUBRE	17.257	21.146	25.401	22.54	20.12
NOVIEMBRE	17.261	22.107		28.07	
DICIEMBRE	31.573	34.740		10.03	
PROMEDIO	208.894	267.260	237.723	27.94	

p/ Cifras preliminares

FUENTE: Encuesta Industrial Mensual, INEGI

En lo que respecta a las remuneraciones generadas en las actividades de elaboración de leche condensada, evaporada y en polvo, para 1991 fue de 104.275 millones de nuevos pesos; mostrando un aumento a 135.831 millones de nuevos pesos para 1992, lo cual representa un 30.3%; y para 1993 al mes de octubre, se nota una tendencia a aumentar con un 6.9% para un total de 112.687 millones de nuevos pesos, mostrando una mejoría en la relación 1992/1993 como se puede apreciar en la Tabla 2.2.4. (SARH, 10-1993).

Si hablamos en términos generales y de totales podemos decir que hubo una generación de empleos de 13,654 en 1991, que permitió remuneraciones por un total de 313.169 millones de nuevos pesos; para 1992 se generaron 14,317 empleos para un total en remuneraciones de 403.901 millones de nuevos pesos; y finalmente para 1993 hasta el mes de octubre se generaron 13,779 empleos con una remuneración de 350.410 millones de nuevos pesos. (INEGI, 1993).

#### 4.3 EVOLUCION DE LA INDUSTRIA

En la década de los 70's la industria lechera mostró un aumento en la primera mitad, pero a finales de la década sufrió un decremento aproximadamente del 9.6%. Conforme avanzó la década de los 80's comenzó con un repunte del

**T A B L A 2.2.4**

**REMUNERACIONES TOTALES POR CLASE DE ACTIVIDAD**

(Millones de Nuevos Pesos y por ciento)

ELABORACION DE LECHE CONDENSADA. EVAPORADA Y EN POLVO					
MES	REMUNERACIONES TOTALES			VARIACION	
	1991	1992	1993 p/	92/91	93/92
ENERO	7.378	8.528	12.819	15.59	50.32
FEBRERO	7.754	10.016	11.698	29.17	16.79
MARZO	8.084	11.382	10.835	40.80	(4.81)
ABRIL	7.596	10.329	11.302	35.98	9.42
MAYO	7.806	10.087	11.154	29.22	10.58
JUNIO	10.350	12.728	12.568	22.98	(1.26)
JULIO	7.802	10.329	10.255	32.39	(0.72)
AGOSTO	9.637	10.533	11.630	9.30	10.41
SEPTIEMBRE	8.275	9.918	10.519	19.85	6.06
OCTUBRE	7.947	11.526	9.907	45.04	(14.05)
NOVIEMBRE	8.029	16.301		103.03	
DICIEMBRE	13.617	14.154		3.94	
<b>TOTAL</b>	<b>104.275</b>	<b>135.831</b>	<b>112.687</b>	<b>30.26</b>	

p/ Cifras preliminares

FUENTE: Encuesta Industrial Mensual, INEGI

11.6%, notándose un aumento en el número de empresas, que a mediados de los 70's eran 452 y al inicio de los 80's eran alrededor de 558, de las cuales el 21.0% estaba dedicado a la pasteurización, rehidratación, homogeneización y envasado de leche; el 2.0% a la fabricación de leche condensada, evaporada y en polvo; y el 77.0% a la fabricación de queso, crema y mantequilla (con 431 de las 558 empresas existentes) (SPP, 1981).

Durante esta década de los 80's, los establecimientos productores se concentran en las entidades de mayor producción ganadera y en aquellas que por su población e ingresos representan los mercados más importantes. En estados tales como Chihuahua, Veracruz, Chiapas, Sonora y Tamaulipas, se localiza aproximadamente el 30% del total, y en el Distrito Federal, Estado de México, Nuevo León y Jalisco, se encuentra ubicado el 25% del total de los establecimientos.

En cambio para fines de la década de los 80's (de 1987 a 1989), la producción de leche sufrió una baja pasando de 6,200 millones de litros a 5,577 millones de litros, debido a diversas causas, pero cabe mencionar que una de las más importantes es la falta de un precio redituable y el bajo nivel tecnológico. De 1989 a 1991 se

incrementa la producción, como resultado de diversas acciones de fomento a la actividad. En 1991 se obtuvieron 6,717 millones de litros y para 1992 se llegó a una producción de 6,974 millones de litros (SARH - 12, 1993), siendo para 1992 una producción de 7.184,805 litros. (Ver Tabla 2.3.1).

T A B L A 2.3.1

P R O D U C I O N D E L E C H E

Año	Miles de Litros	% VAR.	INDICE
1985	7,172,955	-	100.00
1986	6,373,406	(4.15)	88.85
1987	6,200,980	(2.71)	86.45
1988	6,159,171	(0.67)	85.87
1989	5,577,309	(9.45)	77.75
1990	6,141,545	10.12	85.62
1991	6,717,115	9.37	93.65
1992	6,974,269	3.83	97.23
1993	7,184,805	3.02	100.17

Fuente: 1985-1989: Dirección General de Estudios, Información y Estadística Sectorial.  
1989: Dirección General de Economía Agrícola  
1990-1993: Dirección General de Informática Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SARH.



En la Tabla 2.3.2, se aprecia la producción de leche de bovino mensualizada, de 1987 a 1993, en la cual se observa una tendencia descendente de 1987 a 1989 en los valores totalizados, todos por abajo del valor promedio total. En cambio, de 1991 a 1993 se aprecian valores ascendentes todos por arriba del valor promedio total.

Al hablar de la producción de leche en nuestro país, por estados, cabe mencionar que el de mayor aportación es el Estado de Jalisco con un 17.28% en 1992 y con un 16.54% en 1993; seguido por Veracruz, con 9.37% para 1992, y 9.09% para 1993; Guanajuato 7.75% y 7.76% respectivamente; Chihuahua con 7.19% y 8.01%, Estado de México, con 6.03% y 5.68%; Coahuila con 5.81% y 7.52%; e Hidalgo con 4.53% y 4.71% entre los principales. (Ver Tabla 2.3.3.).

En la Tabla 2.3.4. se puede apreciar la producción mundial de leche entera fresca de 1990 a 1992, ocupando México el doceavo lugar en el mundo, con una producción que ha ido en aumento, pero no lo suficiente para competir con países tan fuertes en este ramo industrial como Estados Unidos, que tiene una producción de 9.5 veces mayor que la de México; o con Francia y Alemania que producen cuatro veces más que nosotros.

T A B L A 2.3.2.  
**PRODUCCION DE LECHE DE BOVINO MENSUALIZADA, 1987-1993.**  
 (Miles de litros)

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
ENE.	477,315	401,782	559,136	499,995	456,788	474,293	481,094
FEB.	331,885	414,312	484,605	420,252	453,846	483,860	492,700
MAR.	479,963	434,420	478,152	446,231	482,365	491,075	499,342
ABR.	349,871	473,796	426,279	466,633	522,024	495,402	545,164
MAY.	490,923	447,260	363,582	505,224	567,740	522,316	587,323
JUN.	552,314	494,030	306,816	530,694	599,489	641,367	641,557
JUL.	614,316	546,924	347,490	578,880	723,814	712,401	715,872
AGO.	457,406	647,516	412,886	644,857	742,091	740,573	856,013
SEP.	848,593	610,501	521,177	534,429	669,873	671,638	780,416
OCT.	586,847	571,282	416,217	526,576	538,901	611,953	673,846
NOV.	485,280	569,605	538,312	494,674	498,381	606,272	610,051 p/
DIC.	516,287	457,843	522,957	493,180	461,883	523,119	
TOTAL	6,200,980	6,200,980	5,577,309	6,141,545	6,717,115	6,974,269	6,882,578

p/ Preliminar

FUENTES: 1987-1988, Dirección General de Estudios, Información y Estadística Sectorial; 1989, Dirección General de Economía Agrícola; 1990-1993, Dirección General de Información Agropecuaria, Pecuaria y de Fauna Silvestre, SARN.

T A B L A 2.3.3.

## AVANCE DE PRODUCCION DE LECHE DE BOVINO, 1993

(Miles de litros)

P R O D U C C I O N		
ESTADO	NOVIEMBRE 1992	NOVIEMBRE p/ 1993
AGUASCALIENTES	200,938	234,864
BAJA CALIFORNIA	155,741	139,222
BAJA CALIFORNIA SUR	17,319	18,086
CAMPECHE	11,099	10,920
COAHUILA	374,595	517,272
COLIMA	32,675	34,027
CHIAPAS	195,518	214,784
CHIHUAHUA	464,154	551,625
DISTRITO FEDERAL	16,263	13,268
DURANGO	341,892	466,316
GUANAJUATO	500,140	534,030
GUERRERO	55,207	57,029
HIDALGO	292,472	323,918
JALISCO	1,114,997	1,138,183
MEXICO	388,814	390,743
MICHOACAN	239,401	248,452
MORELOS	17,295	17,886
NAYARIT	50,687	52,749
NUEVO LEON	23,340	25,969
OAXACA	137,077	126,542
PUEBLA	254,600	259,102
QUERETARO	139,940	144,545
QUINTANA ROO	2,469	2,356
SAN LUIS POTOSI	261,309	258,915
SINALOA	166,317	108,149
SONORA	87,516	79,963
TABASCO	85,277	77,514
TAMAULIPAS	21,612	21,388
TLAXCALA	69,750	72,273
VERACRUZ	604,247	625,450
YUCATAN	18,752	16,130
ZACATECAS	110,007	100,908
TOTAL	6,451,150	6,882,578

P/ Preliminar

FUENTE: Dirección General de Información Agropecuaria, Forestal y de Fauna Silvestre, SARH

T A B L A 2.3.4.  
 PRODUCCION MUNDIAL DE LECHE DE BOVINO ENTERA FRESCA  
 (Miles de toneladas)

PAIS	AÑO		
	1990	1991	1992
ESTADOS UNIDOS	67,276	67,370	68,960
INDIA	26,800	28,200	29,400
FRANCIA	26,561	25,806	25,500
ALEMANIA	31,307	29,063	28,191
POLONIA	15,832	14,443	12,800
BRASIL	14,919	15,300	15,500
REINO UNIDO	15,203	14,765	14,739
PAISES BAJOS	11,226	11,050	10,876
ITALIA	10,376	10,000	9,800
JAPON	8,189	8,260	8,300
CANADA	7,535	7,455	7,380
MEXICO	6,332	6,925	7,260
CHECOSLOVAQUIA	6,931	5,826	5,300
ARGENTINA	6,500	6,200	6,300
OTROS PAISES	221,489	213,906	199,546
TOTAL MUNDIAL	476,476	464,469	449,852

FUENTE: Boletín Trimestral FAO de Estadísticas/Vol. 6, No. 1-1993.

En lo que respecta a la producción mensual de leche fluida para el trienio 1991-1993, se puede apreciar en la Tabla 2.3.5 un aumento en el volumen mes a mes en 1993 con respecto a 1992 y 1991.

En lo que respecta a la producción de leche en polvo, las cantidades totales para el período enero-octubre en 1992 y 1993, notan un incremento en 1992 para el mismo período, lo cual representa un 2.6% mayor en 1992 con respecto a 1993. (Ver Tabla 2.3.6).

Las mismas situaciones se observan en las Tablas 2.3.7 y 2.3.8 para la producción de leches condensada y evaporada para el trienio 1991-1993, destacándose una producción muy similar en 1992 y 1993 para la leche condensada; y una producción mayor en 1991 y 1992 en la evaporada.

En lo que respecta a la producción de derivados de la leche que incluyen crema, grasa butírica y queso, definitivamente se nota un crecimiento en 1993, con una cantidad de 34,452 toneladas para el período enero-octubre 1993; 29,716 toneladas para 1992 y 27,002 toneladas para 1991 en los mismos períodos. (Ver Tabla 2.3.9).

T A B L A 2.3.5.

VOLUMEN DE PRODUCCION DE LECHE FLUIDA MENSUALIZADA 1/  
(Miles de litros)

MES	MENSUALIZADA		
	1991	1992	1993 p/
ENERO	160.275	164.646	174.850
FEBRERO	148.389	155.737	164.900
MARZO	150.871	162.215	186.940
ABRIL	157.630	164.707	173.768
MAYO	164.907	164.316	171.914
JUNIO	159.996	167.273	180.573
JULIO	157.065	173.478	178.732
AGOSTO	163.104	172.015	178.529
SEPTIEMBRE	153.095	173.966	180.004
OCTUBRE	163.086	171.544	178.802
NOVIEMBRE	156.001	172.602	
DICIEMBRE	161.800	173.327	

1/ Incluye: pasteurizada, pasteurizada y homogeneizada, ultrapasteurizada y rehidratada

p/ Cifras preliminares

FUENTE: Encuesta Industrial Mensual

T A B L A 2.3.6.

VOLUMEN DE PRODUCCION DE LECHE EN POLVO MENSUALIZADA 1/  
(Toneladas)

MES	MENSUALIZADA		
	1991	1992	1993 p/
ENERO	4,811	5,526	9,007
FEBRERO	6,915	7,538	7,963
MARZO	8,141	9,147	7,868
ABRIL	7,377	7,802	7,455
MAYO	6,381	6,828	6,441
JUNIO	8,297	7,337	8,840
JULIO	6,591	8,177	7,352
AGOSTO	8,791	10,709	9,297
SEPTIEMBRE	7,031	9,159	6,326
OCTUBRE	7,268	7,928	7,595
NOVIEMBRE	9,084	10,108	
DICIEMBRE	8,010	8,856	

1/ Incluye: entera, para lactantes y otras leches dietéticas en polvo.

p/ Cifras preliminares

FUENTE: Encuesta Industrial Mensual, INEGI

T A B L A 2.3.7.

VOLUMEN DE PRODUCCION DE LECHE CONDENSADA MENSUALIZADA  
(Toneladas)

MES	MENSUALIZADA		
	1991	1992	1993 p/
ENERO	1.889	2.357	2.474
FEBRERO	3.337	3.194	357
MARZO	4.237	4.008	2.925
ABRIL	2.565	3.349	3.826
MAYO	828	2.952	3.372
JUNIO	1.906	4.065	3.461
JULIO	1.186	2.619	3.670
AGOSTO	2.715	2.969	3.558
SEPTIEMBRE	2.032	2.394	3.626
OCTUBRE	2.451	2.220	3.212
NOVIEMBRE	1.978	2.777	
DICIEMBRE	2.198	2.499	

p/ Cifras preliminares

FUENTE: Encuesta Industrial Mensual, INEGI



T A B L A 2.3.8

VOLUMEN DE PRODUCCION DE LECHE EVAPORADA MENSUALIZADA  
(Toneladas)

MES	MENSUALIZADA		
	1991	1992	1993 p/
ENERO	10,741	9,800	5,360
FEBRERO	10,748	11,050	8,855
MARZO	12,174	11,882	9,859
ABRIL	6,744	5,396	9,841
MAYO	4,833	8,297	11,317
JUNIO	8,203	13,500	14,712
JULIO	8,331	6,373	7,302
AGOSTO	10,574	6,057	7,060
SEPTIEMBRE	6,843	6,291	7,038
OCTUBRE	10,789	6,913	8,370
NOVIEMBRE	7,635	12,222	
DICIEMBRE	8,120	10,120	

p/ Cifras preliminares

FUENTE: Encuesta Industrial Mensual, INEGI

**T A B L A 2.3.9**  
**VOLUMEN DE PRODUCCION DE DERIVADOS DE LA LECHE MENSUALIZADO**  
**(Toneladas)**

	MENSUALIZADO		
	1991	1992	1993 p/
ENERO	2,785	2,582	3,548
FEBRERO	2,436	2,664	3,325
MARZO	2,765	2,855	3,642
ABRIL	2,672	2,762	3,323
MAYO	2,559	2,801	3,310
JUNIO	2,727	3,309	3,149
JULIO	2,733	3,010	3,265
AGOSTO	2,859	3,274	3,466
SEPTIEMBRE	2,745	3,101	3,378
OCTUBRE	2,721	3,358	4,046
NOVIEMBRE	3,173	3,387	
DICIEMBRE	2,794	3,152	

Incluye: crema o grasa butírica y queso

p/ Cifras preliminares.

FUENTE: Encuesta Industrial Mensual, INEGI

El mismo efecto de crecimiento se manifiesta en la producción de otros productos a base de leche que incluyen: crema, grasa butírica para la venta y productos alimenticios, vitaminados y saborizantes en polvo para leche; lo cual se puede apreciar en la Tabla 2.3.10. un aumento en 1993 con respecto a 1992 y 1991.

T A B L A 2.3.10

VOLUMEN DE PRODUCCION DE OTROS PRODUCTOS  
A BASE DE LECHE MENSUALIZADO

(Toneladas)

MES	MENSUALIZADO		
	1991	1992	1993 p/
ENERO	939	1,631	1,149
FEBRERO	1,644	1,081	1,944
MARZO	1,557	2,009	2,064
ABRIL	1,953	1,256	1,592
MAYO	1,343	1,270	1,660
JUNIO	1,659	1,503	2,231
JULIO	1,290	1,261	1,116
AGOSTO	2,344	1,570	1,854
SEPTIEMBRE	1,982	1,116	1,368
OCTUBRE	1,400	978	1,242
NOVIEMBRE	2,472	1,506	
DICIEMBRE	2,323	1,315	

Incluye: crema o grasa butírica para la venta y productos alimenticios, vitaminados y saborizantes en polvo para leche.

p/ Cifras preliminares.

FUENTE: Encuesta Industrial Mensual, INEGI

## C A P I T U L O    V

### CARACTERISTICAS Y METODOS DE OBTENCION DE LA GRASA BUTIRICA ANHIDRA

#### INTRODUCCION

La grasa butírica anhidra (GBA) para la elaboración de mantequilla, es un producto muy popular en los países de clima cálido, donde se usa para cocinar. Una de las razones de su popularidad es su larga vida de anaquel. Aún en climas tropicales, la grasa butírica anhidra puede ser almacenada durante meses a temperatura ambiente, siempre y cuando se cubra con un empaque no translúcido y que no permita el paso de aire, o sea que mantenga al producto de manera hermética. Si el producto se almacena a bajas temperaturas, su vida de anaquel se vuelve más larga, llegando hasta un año.

La GBA presenta un panorama muy amplio de aplicaciones diferentes en diversas industrias de alimentos, por ejemplo, es muy útil para la recombinação y reconstitución de la leche, es ampliamente usada en las industrias del helado y del chocolate. Un campo de aplicación el cual se incrementa en forma significativa es la reconstitución de mantequilla, ya que su producción puede ajustarse de acuerdo a la demanda en

cualquier momento, en lugar de unirla a la producción de la leche, como se hace muchas veces en la actualidad.

La grasa butírica anhidra está ganando amplia difusión de uso en la producción de alimentos para bebés y en la elaboración de alimentos de preparación rápida, donde gradualmente ha ido desplazando a las grasas vegetales, las cuales se han usado durante mucho tiempo.

En el futuro, la grasa butírica anhidra, jugará un papel muy importante en la industria de los lácteos, esto debido al hecho de que esta industria necesita una grasa de leche estable, que facilite el almacenamiento y el transporte, aún fuera de las etapas estacionales de la producción de la leche (Banks, 1989). Más aún cuando se comparan los costos de producción con los costos de producción de mantequilla, los primeros son favorables.

## 5.1 LOS LIPIDOS LACTEOS

Los lípidos de la leche es una mezcla muy compleja de triglicéridos de ácidos grasos (98-99%). Aunque más de 45 ácidos grasos diferentes han sido identificados, sólo 15 se encuentran en cantidades mayores de 1%. La composición de ácidos grasos de la grasa de leche de vaca se

puede apreciar en la Tabla 3.1.1. (Renner, 1986). De acuerdo a su composición, la grasa de la leche contiene un número mayor de ácidos grasos que los aceites vegetales.

T A B L A 3.1.1.

COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS DE LA GRASA  
DE LECHE DE BOVINO

ACIDO GRASO	CONTENIDO % PESO
Butírico (C4)	3.6
Caprónico (C6)	2.3
Caprílico (C8)	1.3
Cáprico (C10)	2.7
Láurico (C12)	3.3
Mirístico (C14)	10.7
Miristoléico (C14:1)	1.4
Pentadecanoico (C15)	1.2
Palmitico (C16)	27.6
Palmitoléico (C16:1)	2.6
Margárico (C17)	0.9
Estéarico (C18)	10.1
Oléico (C18:1)	26.0
Linoléico (C18:2)	2.5
Linoléico (C18:3)	1.4

La cantidad mayor de los ácidos grasos de la grasa de la leche son ácidos saturados (65.0%), luego la de monoinsaturados (32.0%) y poliinsaturados (3.0%). Como se puede observar en la Tabla 3.1.1., la mayor cantidad de los ácidos están comprendidos entre C4 y C18 átomos de carbono. Una de las características típicas de la grasa de la leche, es un alto contenido de ácidos de cadena corta (C4-C8). De los ácidos minoritarios, algunos de los cuales han sido detectados solamente en cantidades de trazas, incluyen compuestos hidroxí y ceto ramificados; y compuestos cíclicos. Se ha determinado que el contenido de ácidos grasos insaturados de la grasa de la leche varía con la estación y con el tipo de alimentación (Fox, 1985), y es medido por el número de yodo (gramos de yodo que reaccionan con 100 gramos de grasa). El número de yodo en invierno, cuando el ganado consume pastura seca es de 25-30 y en la primavera y verano, que consume pastura verde, es de 35-40.

Además, de los triglicéridos, la grasa de la leche contiene de 0.2 - 1.0% de fosfolípidos (como la lecitina, cefalina y la esfingomielina), 0.25 - 0.40% de esteroleos (como el colesterol y el lanosterol), y pequeñas cantidades de di y monoglicéridos.



Por otro lado, los fosfolípidos de la grasa de la leche se encuentran formando una fase de pequeños glóbulos asociados con proteínas y cerebrosidos. Los fosfolípidos son de naturaleza antipolar y presentan gran fuerza de actividad de superficie, lo que les permite estabilizar las emulsiones aceite en agua y agua en aceite. Los ácidos grasos presentes en esta fracción no son iguales a aquellos encontrados en los triglicéridos, en este caso, contienen en promedio un número mayor de insaturaciones, lo cual refleja el hecho de que su origen es muy distinto de los otros ácidos grasos, encontrados en la grasa de la leche. Debido a su naturaleza, con mayor insaturación, los ácidos grasos de los fosfolípidos son más susceptibles de sufrir oxidación de la grasa de la leche en cremas enteras en polvo, el proceso del radical libre se origina en el fosfolípido (Toepel, 1981 y Walstra, 1984).

Tal vez, una de las cualidades de mayor atracción de la mantequilla sea su delicado sabor, que gracias a los adelantos tecnológicos se ha podido determinar la composición química, así como también conocer cuales son las reacciones que se efectúan entre los componentes y que puedan mejorar el producto, o proporcionarle sabores desagradables. Así, por ejemplo tenemos, gracias a investigaciones realizadas en el campo de las leches, que

se ha podido determinar que los sabores indeseables en la leche y de otros productos lácteos son causados por los cambios químicos en los constituyentes de la grasa tales como: (Schmidt, 1988), (Alais, 1984) y (Renner, 1985)

- a) Reacciones hidrolíticas de los triglicéridos.- Contribuye a la rancidez y resulta en un sabor desagradable y es el resultado de la acción de las lipasas, las cuales están presentes en la leche o son formadas por microorganismos principalmente hongos.
- b) Reacciones de oxidación.- Son extremadamente complejas y son las causantes de un sabor rancio. Entre los productos de reacción se incluyen: peróxidos, aldehídos, cetonas e hidrocarburos. El doble enlace de los ácidos grasos insaturados son muy susceptibles de oxidación. Un gran número de factores pueden acelerar este proceso entre los cuales están: calor, luz (especialmente la solar), metales pesados (especialmente cobre) y el contacto directo con el oxígeno.
- c) El sabor a coco de la leche en polvo resulta de la presencia de delta-lactonas.

## 5.2 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LA GRASA BUTIRICA

La composición de la grasa butírica está descrita en las regulaciones alimenticias de muchos países. Típicamente contiene sólo grasa de leche, que es la que está permiti-

da y deberá haber sido de leche secretada de vaca, sin ninguna adición durante el proceso de elaboración. El contenido máximo permitido de humedad (menor a 1%), es establecido normalmente como un factor muy importante para mantener en buenas condiciones las propiedades del producto.

#### PROPIEDADES QUIMICAS

Se han establecido métodos analíticos para el análisis y evaluación de la grasa, los cuales han sido preparados por la International Dairy Federation (IDF), la Association of Official Analytical Chemist (AOAC) y la International Standards Organization (ISO), que permiten determinar los componentes de la grasa butírica anhidra, tales como: humedad, contenido de grasa, tipo de grasa, sólidos no grasos, presencia de materiales extraños y detectar rancidez. Muchas de estas evaluaciones nos permiten conocer sus propiedades y composición.

Algunas de las constantes químicas típicas de esta grasa se mencionan en la Tabla 3.2.1 (Waltra, 1984).

T A B L A 3.2.1

CONSTANTES QUIMICAS PARA LA GRASA BUTIRICA

CONSTANTE QUIMICA	VALOR
- Valor de Saponificación (Vs=mgKOH necesarios para saponificar 1 g. de grasa).	220-240
- Valor de Iodo (VI=g de Iodo que reaccionan (en 100 g. de grasa)	26-42
- Número de Reichert-Meissl (NRM=ml de alcali O.IN necesarios para neutralizar los ácidos grasos volátiles solubles en agua destilados de 5g de grasa saponificada).	20-35
- Número de Polenske (NP=ml de alcali O.IN necesarios para neutralizar los ácidos grasos volátiles insolubles en agua destilados de 5g de agua saponificada.	1.0-3.3
- Número de Kirschner (NK=ml de alcali O.IN necesarios para neutralizar los ácidos grasos volátiles solubles en agua destilados de 5g de grasa saponificada y que forman sales de plata solubles.	18-30
Fuente: Walstra P. y Jenness R. John Wiley and Sons. (1984).	

La grasa de leche contiene una alta proporción de ácidos grasos volátiles solubles en agua, en particular ácido butírico. La presencia de estos ácidos son base para los métodos de Reicher-Meissl y Kirschner) y modernos métodos de cromatografía, para detectar la presencia de grasa de adulteración. El Valor de Iodo (es una medida de la insaturación), es muy útil para identificar si la grasa proviene del verano o del invierno, y es un valor muy importante para la aplicación de la temperatura de tratamiento para la elaboración de crema para la obtención de mantequilla suave o dura, apoyándose en las bases de este valor.

Aunque más de 45 ácidos grasos han sido identificados en la grasa de la leche, únicamente doce de ellos juegan un papel muy importante en la determinación de las propiedades físicas y químicas (Tabla 3.2.2).

T A B L A 3.2.2.

COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS EN LA GRASA BUTIRICA

ACIDO GRASO	g/100 g. DE ACIDO GRASO		CLASE
4:0	3.3	4.9	Saturados de cadena corta
6:0	1.6		
8:0	1.3		
10:0	3.0	7.4	Saturados de cadena media
12:0	3.1		
14:0	9.5		
16:0	26.3	50.4	Saturados de cadena larga
18:0	14.6		
16:1	2.3	32.1	
18:1	29.8		
18:2	2.4	3.2	Poliinsaturados
18:3	0.8		

Fuente: Gurr, MI (1989)

Para la obtención de información detallada sobre la composición de los perfiles de los ácidos grasos, éstos se obtienen mediante las técnicas de cromatografía de gases con columnas capilares y con un detector de ionización de flama, con lo cual se puede obtener una resolución sobre la base del número de carbonos y el grado de insaturación de los ácidos que conforman la grasa (Hawke y Taylor, 1988).

#### PROPIEDADES FISICAS

Los valores de las constantes para la grasa butírica están en la Tabla 3.2.3. El Índice de Refracción, evaluado a 40°C, es un dato importante para la pureza de la grasa, aunque actualmente, en la industria de las margarinas se obtienen valores similares, para muchas otras grasas. La gravedad específica puede efectuarse a diferentes temperaturas, pero las mayores diferencias para esta constante para la grasa butírica y otras grasas es mayor aproximadamente a 40°C.

TABLA 3.2.3

#### CONSTANTES FISICAS PARA LA GRASA BUTIRICA

CONSTANTE FISICA	VALOR
Indice de Refracción	1.4524 - 1.4561
Gravedad Específica	0.910 - 0.913
Intervalo de Fusión	28 - 33°C
Intervalo de Solidificación	24 - 19°C
Fuente: Egan M. (1991)	

La grasa butírica se funde y solidifica sobre un rango de temperatura, más que tener un punto de fusión y un punto de solidificación, tiene un intervalo de fusión y solidificación.

Idealmente estos puntos deberían de coincidir, pero la dependencia del intervalo de solidificación sobre la velocidad de enfriamiento y la influencia de la historia térmica sobre el intervalo de fusión, así como también, la disolución más que la fusión de los cristales de la grasa durante el calentamiento, indican que esto raramente sucede.

Se puede obtener información adicional sobre el comportamiento de fusión de la grasa butírica mediante el empleo de la técnica de Calorimetría Diferencial de Barrido, la cual se basa en las transiciones térmicas que ocurren en una sustancia durante el calentamiento y enfriamiento.

Otras de las propiedades interesantes de la grasa butírica es la solubilidad de un gas a temperatura ambiente y presión atmosférica, para este caso, la grasa líquida de la leche contiene aproximadamente 0.004g de oxígeno/100g, por lo tanto para evitar las consecuencias oxidativas de este grado de solubilidad, debe empacarse grasa de mante-

quilla anhídrica en presencia de un gas inerte como el nitrógeno, que remueva el aire. (Juriaanse, 1988).

La composición compleja de ácidos grasos en la GBA se refleja en su comportamiento de fusión (derretimiento). La fusión comienza aproximadamente a  $-40^{\circ}\text{C}$  y es completa al alcanzar los  $40^{\circ}\text{C}$ . En cualquiera de las temperaturas intermedias la GBA es una mezcla de sólido y líquido. En gran medida, la relación sólido:líquido determina las propiedades reológicas de la grasa. Por ejemplo, a temperatura de refrigeración, la manteca tiene un mayor contenido de sólidos que la margarina. (Murphy, 1991).

Tan pronto como una grasa líquida es enfriada se comienza el proceso de cristalización. Existen dos etapas en la cristalización, llamadas (i) nucleación y (ii) crecimiento. La nucleación ocurre en las superficies de las impurezas, un fenómeno descrito como nucleación heterogénea. Un grado considerable de sobreenfriamiento es necesario para producir la nucleación. El crecimiento subsecuente del núcleo tiende a ser lento en grasas naturales debido a una inhibición competitiva. En materiales de bajo peso molecular, las impurezas migran a la superficie del cristal en crecimiento. De hecho, las diferentes especies de triglicéridos están tan relacionadas íntimamente, que el



término "impureza" tiende a perder significado. Una molécula de triglicérido puede migrar a la superficie del cristal y permanecer ahí, si no presenta grandes diferencias con aquellas ya presentes. Sin embargo, si no puede ser aceptada dentro de la estructura cristalina, vuelve a migrar y es reemplazada por una nueva molécula. Por desgracia, ese tipo de inhibición competitiva retarda el crecimiento del cristal (Murphy, 1991).

La formación de mezclas de cristales conteniendo más de una especie de cristales de triglicéridos es común en la grasa de la leche. El comportamiento de fusión de la grasa de la leche, se ha racionalizado sobre la base de que es capaz de formar series de mezclas de cristales con rangos de fusión que se traslapan. Se debe también recordar que la cristalización ocurre en un intervalo finito de tiempo y que las estructuras que se forman por consecuencia comparten orígenes de tipo cinéticos más que termodinámico (Wilbey, 1986).

Superpuesto a las complejidades de la mezcla de cristales se encuentra el fenómeno de polimorfismo. Al menos tres formas cristalinas de grasas se reconocen como de significado práctico, llamadas, alpha, beta prima y beta. Las tres formas han sido identificadas en la GBA. La forma

alpha, que tiene la estructura más simple y menos estable se forma por un rápido enfriamiento de la grasa. Un enfriamiento subsecuente y más lento trae como resultado el que las formas beta prima y beta aparezcan también. Las tres formas pueden coexistir, pero es posible el fusionar la forma alpha de manera preferente para convertirla -por medio de una subsecuente cristalización- en las formas beta o beta prima.

En cada una de las tres formas, el eje longitudinal de la molécula es perpendicular al eje longitudinal del cristal. Los surfactantes pueden modificar el grado de cristalización y aún la constitución del cristal, pero aún se necesita mucho trabajo en estas áreas en el caso de la GBA antes de trazar conclusiones definitivas (Banks, 1989).

Mientras la cristalización se lleva a cabo, los cristales en crecimiento forman agregados. Una malla o red se va formando, donde tanto la fase sólida como la líquida pueden ser consideradas continuas. La formación de la malla incrementa grandemente la firmeza de la grasa. La malla puede ser modificada por medios físicos, como en trabajo de suavización, etc. (Walstra, 1984).

En términos generales, se puede presumir que la cristalización, y el comportamiento de la fusión de la grasa de la leche, son fenómenos completamente comprendidos. Sin embargo, en muchas áreas faltan detalles, que si se conocieran, podría resultar en, por ejemplo, productos más consistentes cuando la GBA se fraccionara. (Wilbey, 1986).

### 5.3 ALTERACION DE LA GRASA BUTIRICA A TRAVES DEL REGIMEN ALIMENTICIO DE LOS BOVINOS

Los lípidos de la leche son secretados de la glándula mamaria en forma de glóbulos rodeados por una membrana, la cual deriva de la membrana del plasma de la propia glándula. La grasa dentro de la membrana, consiste principalmente de triglicéridos, con pequeñas cantidades de digmonoglicéridos, colesterol libre, ésteres del colesterol, ácidos grasos libres y fosfolípidos.

Los ácidos grasos presentes en mayor concentración presentan longitudes de cadena entre C4:0 a C18:3, el resto están presentes en concentraciones menores. Los ácidos grasos son derivados de los lípidos del plasma del animal o de la síntesis de "novo" en la glándula mamaria. Por lo tanto, la dieta del animal tiene una gran influencia

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

en el perfil de ácidos grasos presente. Los ácidos provenientes de la síntesis de "novo" son de cadena corta, media e inclusive algunos componentes de C16. (Reiter, 1985).

Existe mucha variación en los triglicéridos de la grasa de la leche de bovinos, pero de manera general se pueden observar ciertas tendencias. La primera posición sn-1 del glicerol, tiende a formar ácido palmítico (16:0), estearico (18:0) u oléico (18:1), los cuales se encuentran esferificados a él. La posición sn-2 tiende a formar decanoico (10:0), laúrico (12:0), mirístico (14:0) o palmítico (16:0); la sn-3, butanoico (4:0), hexanoico (6:0), voléico (18:1). El ácido oléico tiende a ser dividido igualmente entre las posiciones sn-1 y sn-3.

Como ya se ha explicado, los ácidos grasos de la grasa de la leche pueden dividirse en: aquellos que se forman a partir de la síntesis de novo en la glándula mamaria, C4 - C14 y una proporción de C16, y aquellos que son tomados por la glándula de la circulación sanguínea, una proporción de C16 y los ácidos de cadena larga de C18. Por lo tanto, los principales factores que influyen las contribuciones relativas de ácidos grasos de las dos fuentes antes mencionadas son la lactación y la dieta.

Los cambios en los ácidos de cadena corta, C4-C14, pueden ser considerados que se forman a partir de la lactación, mientras que los de cadena larga como C16:0, C18:0 y C18:1, son relacionados con la dieta. Por ejemplo, en el verano, donde la alimentación es con pastos verdes y frescos, esto dará como consecuencia una grasa más suave, con una disminución en C16:0 y un aumento en C18:0 y C18:1, mientras que a la inversa ocurre durante la alimentación en el invierno, donde el ganado se alimenta de pastura seca, trayendo como consecuencia un aumento en la cantidad de ácidos grasos saturados (menor cantidad en el verano y otoño), lo cual significa que se forma una grasa de mayor dureza que se traduce en una grasa con un rango de fusión mayor, que la obtenida en el verano, ya que como se explicó, la alimentación con pasto verde trae una disminución en la cantidad de los saturados, con un aumento en los ácidos insaturados. Todo esto hace que haya diferencias significativas en las características físicas de la grasa final. Por tanto, se vuelve muy importante la estructura de los triglicéridos en la grasa de la leche, en combinación con la composición de los ácidos grasos, para determinar las características físicas de la grasa, ya que se ha determinado que el punto de reblandecimiento se alcanza como un resultado de la interesterificación. (Parodi, 1981).

Como se puede apreciar por lo antes mencionado, las características de textura de la grasa dependen de la composición y del método de manufactura, por lo tanto, si se conoce la composición química de la grasa, se puede seleccionar los parámetros tecnológicos adecuados al tipo de materia prima, para lograr la textura mejorada del producto final.

Como se observa, la composición de la grasa es un factor muy importante en la obtención de productos mejorados, y a su vez, la composición es altamente dependiente de la estación y del tipo de alimentación que el ganado tenga.

La composición de la grasa se puede mejorar mediante suplementos en la alimentación del ganado con grasas o aceites para incrementar la energía, lo cual puede afectar la composición de los ácidos grasos. Generalmente, tal dieta tiende a incrementar el rendimiento de los ácidos C18:0 y C18:1, mientras que disminuye la formación de los ácidos de C6 - C16. Si la grasa que se da como suplemento está presente en una forma protegida, ésta podrá pasar a través del rumen, sin sufrir una lipólisis o biohidrogenación ruminal y entonces el resultado en la composición de la grasa de la leche reflejará el efecto de ese suplemento. Las grasas protegidas también permi-

ten a la actividad metabólica del rumen proceder con poco deterioro por el efecto adverso de la gran cantidad de grasa. (Gurr, 1989).

Esta tecnología ha sido usada para producir grasa con altos niveles de ácidos de C19:2. Sin embargo, el crecimiento en el nivel de ácidos poliinsaturados aumenta enormemente la susceptibilidad oxidativa de la grasa, conduciendo a un producto demasiado suave y aceitoso a 21° C. Una alternativa, (Keogh, 1988) que se presentó, se basa en explotar la conversión de C18:0 a C18:1, lo cual ocurre durante la biosíntesis de la grasa intestino y en la glándula mamaria de la vaca. La dieta deberá suministrar una alta proporción de ácidos C18 (por ejemplo: frijoles de soya) para optimizar la actividad de desaturación de la piel del bovino. La grasa resultante presenta incrementos en los niveles de C18:1 (oléico) y disminución en los niveles de C16:0 (palmitico). Los ácidos monoinsaturados son menos susceptibles a las reacciones de oxidación que los poliinsaturados. Además de que el aumento en ácido oléico en la grasa, aumenta enormemente la dispersabilidad a bajas temperaturas.

Por todo lo anteriormente mencionado, se puede notar que la composición de la grasa es el factor más importante

que afecta la firmeza del producto final. Además, se sabe que la composición de la grasa cambia, primordialmente con la alimentación; por lo tanto, se vuelve importante, conocer el tipo de alimentación del ganado. Actualmente, en muchos países de Europa, la composición y variación de la grasa de leche producida, es ampliamente conocida de acuerdo a los cambios de estación (Hettinga, 1988).

#### 5.4 OBTENCION DE LA GRASA BUTIRICA ANHIDRA

La GBA es un componente importante de muchos de los productos de consumo diario, sin embargo, la mayor parte ha sido sólo consumida en forma de mantequilla. La GBA es una mezcla de triglicéridos de un rango de pesos moleculares y grado de insaturación, exhibiendo un amplio y variable rango de fusión y propiedades físicas (Mulder y Walstra, 1974). Apesar de que el sabor agradable de la GBA es deseable en muchos productos alimenticios, sus propiedades físicas únicas, especialmente la cristalización y sus propiedades de fusión, no la convierten en apta para su aplicación en varias comidas grasas. Debido a que las propiedades físicas de la leche influyen en las propiedades reológicas comunes en productos lácteos, especialmente en la mantequilla, se ha observado un con-



siderable interés en la obtención de la GBA, a través de cambios físicos (fraccionación, texturización, combinación con otras grasas) y químicos (interesterificación, hidrogenación) (Zillen, 1978). El hecho de que la GBA esté compuesta por triglicéridos de varios pesos moleculares con diferentes propiedades físicas, nos hace pensar que la fraccionación de la GBA se realiza en fracciones marcadamente diferentes unas de otras en composición y propiedades físicas. Una fraccionación económica de GBA que produzca fracciones oleosas y plásticas de grasa facilitará un incremento en el uso de GBA en muchas aplicaciones en tecnología de alimentos, como en la producción de chocolate, productos de confitería y panificación y en el desarrollo de mantaquillas dietéticas. Diferencias en pesos moleculares, puntos de fusión, volatilidad e interacción molecular, pueden proveer las bases físicas para la fraccionación de los triglicéridos de la GBA (Boudreau y Arul, 1989).

#### PROCESOS FISICOS

##### DESTILACION DE VAPOR AL VACIO

Las sustancias pueden ser fraccionadas selectivamente usando destilación molecular al vacío. (Robinson, 1986) ha revisado estos principios y desarrollado la tecnología

del proceso. El colesterol es un compuesto poco volátil pero sin embargo lo es más que la mayoría de los triglicéridos de la grasa butírica. El vapor sobrecalentado puede ser burbujeado a través del aceite, y el aceite puede ser calentado indirectamente para proveer el calor latente de vaporización para los compuestos que se destilan y prevenir la condensación del vapor; y además la temperatura y la presión pueden ser variadas independientemente. Cuando la suma de las presiones parciales de vapor de agua y de los compuestos que destilan son equivalentes a la presión total, entonces el vapor de agua y los compuestos poco volátiles como el colesterol y los ácidos grasos libres pueden ser destilados. La presión del sistema puede ser disminuida con la aplicación de vacío o, alternativamente, la presión del vapor de agua puede disminuir al aumentar la temperatura, la cual a su vez incrementa la presión de vapor de los compuestos que se destilan. La temperatura de destilación puede ser disminuida si es necesario, si incrementamos el flujo de vapor.

#### DESTILACION DE VIA CORTA Y DESTILACION MOLECULAR

La destilación por vacío moderado está caracterizada por el uso de equipo convencional de destilación y el límite mínimo de presión es aproximadamente 1 mm de Hg. Las destilaciones por vía corta y molecular son a menudo agrupa-

das en conjunto como destilaciones sin obstrucción o al alto vacío. La diferencia entre ellas es su dimensión y sus condiciones de operación; así, el mismo tipo de equipo puede ser usado tanto para destilación por vía corta, como para destilación molecular (Boudreau y Arul, 1989).

La destilación por vía corta es un proceso relativamente conocido y consiste en la evaporación de moléculas dentro de un espacio substancialmente libre de gases (vacío). La separación más simple mediante este proceso es la destilación de sustancias deseables o indeseables de una mezcla de componentes de elevado peso molecular. La proporción en que se destila a una temperatura dada es una función de la tasa de  $P/M^{1/2}$  donde  $P$  es la presión parcial del componente y  $M$  es su peso molecular. Debiéndose a la temperatura dependencia en cuanto a la proporción en que se destila, una fracción de componentes con diferentes pesos moleculares puede obtenerse si mantenemos la temperatura constante hasta que el constituyente menos volátil sea removido. La destilación por vía corta ha sido aplicada para separar vitaminas solubles en aceite, esteroides, mono y diglicéridos y ácidos grasos provenientes de grasas naturales y aceites (Clydesdale, 1984). Bracco (1980) usó la destilación molecular para reducir el colesterol en grasa butírica anhidra en un rango de 70-90%.

La destilación por vía rápida ofreció los mejores medios de reducir el contenido de colesterol contenido en grasa butírica con el menor cambio en la composición de la GBA original entre los procesos estudiados. Arul et al (1988) realizaron la destilación por vía rápida de la grasa butírica anhidra usando un evaporador de película al alto vacío en escala piloto.

La grasa butírica, siendo una mezcla de triglicéridos diferentes en su peso molecular (de 470 a 890), volatilidad y energía de interacción intermolecular, es un candidato ideal para efectuar la separación de triglicéridos, mediante destilación por vía corta. Los triglicéridos de la GBA que tienen puntos de ebullición altos pueden ser vistos con sumo cuidado, dado que requieren altas temperaturas. Los triglicéridos pueden descomponerse o polimerizarse, particularmente aquellos con alta insaturación aún cuando se destilen por alto vacío. Sin embargo, el riesgo térmico puede ser minimizado mediante la reducción de tiempo de exposición al calor, ya sea con evaporadores o con centrifugas.

La destilación por vía corta de la GBA fue llevada a cabo al alto vacío en un evaporador de película seca. La unidad piloto tuvo una superficie de evaporación de

0.1115 m<sup>2</sup> y 0.15 m<sup>2</sup> de superficie condensante con un tiempo de residencia de alrededor de un segundo. La grasa butírica fue derretida bajo una atmósfera de nitrógeno y después destilada al vacío (93°C y 0.007 mm Hg) para deshidratar y desgasificar la grasa. Subsecuentemente, la grasa butírica fue destilada en tres pasos en condiciones de temperatura/presión (grados centígrados/mm Hg) de: 245/0.0022, 245/0.001 y 265/0.001, y cargas de alimentación de 43.2, 26.4 y 14.91 kg/hr, respectivamente. Las presiones deseadas fueron obtenidas por la variación en las cargas de alimentación. Las presiones de la destiladora fueron adecuadamente bajas para efectuar la destilación libre de los triglicéridos (Boudreau et al. 1984).

La GBA fue obtenida en 4 fracciones, dos líquidas (FL1 y FL2), una semisólida (FI) y una sólida (FS) a temperatura ambiente. Las fracciones fueron caracterizadas a través de un perfil de temperatura de fusión, índice de grasa sólida y la composición de ácidos grasos y triglicéridos. El pico de las temperaturas de fusión aumentó progresivamente (8.8 a 38.7°C) de la fracción líquida a la sólida. El contenido de grasa sólida se extendió de un 0 a 27.5% a 20°C mientras que fue de 15.4% para grasa de leche nativa. La cadena corta (C24 a C34) de triglicéridos estuvo concentrada en FS y la cadena media (C36 a C40) de

triglicéridos en FI. La cadena corta (C4 a C8) de ácidos grasos gradualmente disminuyó desde fracciones líquida a sólida y la tendencia fue inversa para la cadena larga (C14 a C18) de ácidos grasos (saturados e insaturados). El incremento gradual en la concentración de cadenas largas de ácidos grasos insaturados de la fracción líquida a sólida es contrario a lo observado en la cristalización en el fraccionamiento de grasa de leche. El peso molecular promedio y el número de carbonos de las fracciones de grasa de leche estuvieron en el rango de 590.7 a 782.8 y 31.9 a 46.3, respectivamente, comparado con el 729.3 y 41.0 respectivamente de grasa de leche nativa; esto sugiere que la destilación por vía corta efectúa un muy alto grado de separación de pesos moleculares. La destilación por vía corta es superior a la cristalización como proceso para la separación molecular de triglicéridos (Makhlouf et al, 1987).

La destilación por vía corta ofrece así una excelente oportunidad para obtener fracciones de grasa de leche con distintas propiedades físicas y químicas. El desarrollo de mantequilla dietética enriquecida con triglicéridos de cadenas corta y mediana para pacientes dispépticos es posible con altas proporciones de fracciones líquida e intermedia obtenidas de este proceso. El agotamiento de co-

lesterol y el recuperamiento de compuestos saborizantes son otras de las características atractivas. A pesar de todos los aspectos positivos, la destilación vía corta sufre de requerir altas temperaturas. (Boudreau y Arul, 1984).

#### FRACCIONACION POR FLUIDOS SUPERCRITICOS

Las densidades de tipo líquido de gases supercríticos resultan en solventes de tipo líquido; esta propiedad y la difusión rápida son características, debido a que la baja viscosidad de los gases hace a los fluidos supercríticos agentes de extracción atractivos. La solubilidad de sustancias en gases supercríticos proviene de las fuerzas moleculares de atracción de Van der Waals y se incrementa con el aumento de la presión, a temperatura constante. La temperatura influye en la solución en equilibrio de forma más complicada que la presión. Los compuestos pueden ser selectivamente disueltos por cambios de densidad en el gas, así como las condiciones de presión y temperatura (Boudreau y Arul, 1984).

La extracción con fluidos supercríticos envuelve los fenómenos de destilación y extracción, simultáneamente: el aumento en la presión de vapor, la solubilidad ideal y la separación de fases, juegan un papel importante. Una mez-

cia de componentes diferentes en propiedades físicas, peso molecular, volatilidad, calor de fusión y energía de interacción molecular, tal como los triglicéridos de la GBA, pueden ser fraccionados con una variación en la fuerza del solvente del fluido supercrítico. Entre los gases potenciales, el bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es atractivo como agente de extracción, siendo un solvente no muy adecuado para sustancias no polares, comparado con hidrocarburos como el propano, debido a su volumen molecular. Fuera de eso, el  $\text{CO}_2$  no reacciona químicamente con los constituyentes de los alimentos, aún en sus estados supercrítico; no es tóxico, no tiene el problema de residuos de procesamiento y está disponible en grandes cantidades a costos relativamente bajos (Hubert y Vitzhum, 1980, Brunner y Peter, 1981).

Biernoth y Merk (1985) han reportado extracción de grasa de leche anhidra con  $\text{CO}_2$  como fluido supercrítico en dos fracciones. La extracción fue llevada a cabo a una presión de 200 bar y una temperatura de  $80^\circ\text{C}$ , usando un flujo de  $\text{CO}_2$  de 6 kg/hr. La fracción líquida fue enriquecida con triglicéridos y ácidos grasos de cadenas corta y mediana; la fracción sólida fue enriquecida con ácidos grasos saturados e insaturados de cadena larga.



Arul et al (1987) fraccionaron grasa de leche por extracción densa con  $\text{CO}_2$  en ocho fracciones a temperaturas de 40 y 70°C, a una presión que fluctuó entre 100 y 350 bar. Obtuvieron un buen incremento, con respecto a las investigaciones de Biernoth y Merck (1985), en la composición de ácidos grasos y triglicéridos. El pico de la temperatura de fusión se incrementó progresivamente (9.7 a 38.3°C) de la fracción líquida a la sólida. El peso molecular promedio estuvo en el rango de 625.6 a 805 y el número de carbonos promedió entre 34.2 a 47.6, en comparación del 729.3 y 41.0 para la grasa de leche nativa, respectivamente. Esto plantea que la extracción supercrítica efectuó una separación de mayor grado de pesos moleculares que la cristalización, pero fue un tanto cuanto menor a la destilación por vía corta. Además, las fracciones mayores, líquida, intermedia y sólida, obtenidas por extracción supercrítica con  $\text{CO}_2$ , fueron diferentes de aquellas obtenidas por los demás procesos.

La extracción supercrítica con  $\text{CO}_2$  selectivamente disolvió triglicéridos de grasa de leche tanto como la fuerza del solvente fue manipulada por el cambio de presión y temperatura. Este método podría ofrecer una excelente oportunidad para la obtención de fracciones de grasa de leche con diferentes propiedades físicas y químicas que

podieran satisfacer los requerimientos de muchas aplicaciones en alimentos. Sin embargo, este proceso es de inversión de capital fuerte (Arul et al 1987).

Kaufmabb et al (1982), Shishikura et al (1986) y Arul et al (1988) estudiaron el contenido de colesterol en fracciones de GBA obtenidas por extracción supercrítica con  $\text{CO}_2$ . Kaufmabb et al (1982) obtuvieron dos fracciones de grasa butírica (20% líquida y 80% sólida) a una presión de 200 bar y una temperatura de  $80^\circ\text{C}$ . Reportaron concentraciones de 5.5 mg por gramo de grasa en la fracción líquida y 2.3 mg por gramo de grasa en la fracción sólida; sólo alrededor del 36% del colesterol total fue extraído de la fracción líquida.

La extracción de colesterol dentro de la fase móvil gaseosa podría ser determinada por el balance de interacciones: Triglicéridos/ $\text{CO}_2$ , triglicéridos/colesterol y colesterol/ $\text{CO}_2$ . Siendo un constituyente menor de la grasa butírica, el colesterol está probablemente asociado con triglicéridos para quien tiene gran afinidad. Dado que la afinidad del  $\text{CO}_2$  es baja para el colesterol a la presión de 200 bares y  $80^\circ\text{C}$  (baja concentración de gas), habría menos competencia entre triglicéridos y  $\text{CO}_2$  por el colesterol. Aquellas moléculas de colesterol asociadas

con cadenas de triglicéridos cortas y medianas podrían ser limpiadas dentro de la fase gaseosa junto con los triglicéridos a bajas concentraciones de gas. Sin embargo, las moléculas de colesterol asociadas con cadenas largas de triglicéridos no podían ser limpiadas con bajas concentraciones de gas a causa de su gran tamaño. Los ésteres del colesterol estando como moléculas grandes no podrían ser limpiadas tampoco (Kaufmabb et al 1982).

Aunque la remoción del colesterol es baja mediante la extracción supercrítica simple con  $\text{CO}_2$ , altos niveles pueden ser alcanzados utilizando procesos múltiples o por el uso de absorbentes (Shishikura et al 1986).

Algunas compañías están trabajando en la comercialización de tecnología de fluidos supercríticos en Alemania, Gran Bretaña y Estados Unidos. Las tecnologías para la remoción de colesterol de alimentos con  $\text{CO}_2$  supercrítico es hoy una realidad en los Estados Unidos.

#### FRACCION POR CRISTALIZACION USANDO SOLVENTES

El fraccionamiento por cristalización de grasa en solventes orgánicos, tales como la acetona, se emplea comúnmente en el laboratorio. La separación de cristales de gra-

sas a partir de solventes orgánicos es fácil de lograr y las fracciones obtenidas pueden ser recristalizadas y purificadas fácilmente. Sin embargo, este método no ha encontrado aplicaciones industriales debido a la pérdida de sabor en varios componentes de la grasa de la leche, alteración de pigmentos y problemas con los residuos de solventes en la fracción de la grasa láctica. La principal ventaja de esta tecnología recae en la cristalización rápida de los cristales debido a la baja viscosidad de la fase líquida y una mayor eficiencia de fraccionamiento que la cristalización a partir de grasa derretida. Sin embargo, la fraccionación de la grasa láctica por cristalización usando solventes, necesita ser realizada a temperaturas mucho menores que el proceso de cristalización por fundición (Wilson, 1975).

#### FRACCIONACION POR CRISTALIZACION USANDO LA FRACCION SECA FUNDIDA

Las grasas lácticas exhiben un amplio rango de fusión desde  $-40$  a  $+40^{\circ}\text{C}$ . Esto les permite la posibilidad de cristalizar una serie de fracciones glicéridas a temperaturas menores a sus puntos de fusión. El tamaño de los cristales se desarrolla controlando el enfriamiento de la parte fundida, y los cristales se separan de la fase

líquida mediante filtración y centrifugación (Boudreau et al 1984).

Wilson (1975), Antila (1979) y Makhlouf et al (1987) han llegado a las siguientes conclusiones: Los triglicéridos de cadena corta, así como los ácidos grasos de cadena larga insaturados y los de cadena corta, se enriquecieron en la fracción líquida; la eficiencia de la separación a nivel molecular en el proceso de cristalización por fusión fue pobre; y los componentes de sabor, pigmentos, vitamina A y colesterol se concentraron en la fracción líquida. Inclusive, se identificó el comportamiento de fusión de las fracciones de la grasa láctica con una aplicación potencial en la formulación de alimentos. Por ejemplo, el perfil de fusión de las fracciones sólidas ha demostrado ser similar al de aquellas grasas usadas en la formulación de productos de panadería. La fracción intermedia (p.f. 20-30°C) puede ser usada en las formulaciones de confitería y helados.

Un proceso industrial, puesto en práctica para el fraccionamiento de la grasa láctica es el Sistema Tirtiaux (Tirtiaux 1976), en Fleurus, Bélgica, el cual es un proceso semicontínuo de cristalización. El proceso Tirtiaux de fraccionación en seco permite uno o dos pasos en frac-

cionación de aceite de mantequilla a cualquier temperatura entre 2 y 50° C. Las fracciones de grasa de leche así obtenidas pueden ser usadas cada una como tales o las fracciones pueden ser mezcladas en varias proporciones para usarse como ingredientes en varias fórmulas de alimentos grasos. El mayor defecto inherente en este sistema es el largo tiempo que se necesita esperar (8 a 12 hrs.) para el crecimiento del cristal.

En operaciones industriales, el proceso de fraccionación es llevado a cabo por el derretimiento de la grasa, a alrededor de 65° C para destruir todos los núcleos del cristal. Entonces, por cocimiento controlado, los cristales son desarrollados a partir de grasa fundida y se permite su crecimiento. Cuando se alcanza una temperatura final de unos pocos grados por debajo del punto de fusión de la fracción de grasa sólida, los cristales de alta fusión son separados de la fase líquida de baja fusión. Varios factores afectan el proceso de fraccionamiento: la temperatura refrescante, el grado de enfriamiento, la geometría del cristal, la eficiencia en la separación y la composición de la grasa de leche. La separación de cristales de la fase líquida puede hacerse por filtración, centrifugación o por una combinación de esos métodos. El tamaño óptimo del cristal depende de la

elección del método de separación. Un tamaño de cristal de 200-300 micras se presenta en la filtración mientras que en la centrifugación el tamaño del cristal es de 150 a 200 micras. (Tirtiaux 1976, Antila, 1979).

En el proceso Tirtiaux, un filtro al vacío (50 a 200 mbar) se usa para separar los cristales de grasa (tamaño óptimo de 200-300 micras) de la fase líquida. Alternativamente un filtro de tambor rotatorio, un filtro radial y un filtro de membrana son aprovechados para la separación de cristales. La separación usando centrifugas con la ayuda de un agente surfactante (lauril sulfato de sodio) y un electrolito (sulfato de magnesio) fue introducido al principio de la década de los 70's. Este proceso no ha recibido la atención de la industria de lácteos a causa de la presencia de residuos químicos no deseables en las fracciones de grasa butírica (Boudreau y Arul, 1984).

Norris et al (1971) y Arul et al (1988) han reportado los contenidos de colesterol en fracciones obtenidas de GBA mediante cristalización por fundido. La concentración de colesterol en la fracción líquida (4.0 y 3.8 mg por gramo de grasa, respectivamente) fue casi el doble de la encontrada en la fracción sólida (2.0 mg por gramo de grasa).

mientras que el contenido de colesterol de la leche nativa fue de alrededor de 2.5 mg. Aproximadamente el 37% del colesterol total fue extraído de la fracción líquida, 28% dentro de la líquida y el 35% restante de las fracciones intermedias. El colesterol pudo extraerse de la fase sólida o líquida, dependiendo que su concentración sea o no excedida, a una temperatura de cristalización dada.

A bajas concentraciones de colesterol en GBA, es poco probable que el colesterol alcance su concentración saturada a cualquiera de las temperaturas de cristalización empleadas para obtener fracciones sólida, líquida o intermedia, y por eso se podría esperar que la partición del colesterol se fuera hacia la fracción líquida. Esto sugirió que el colesterol fue distribuido entre fracciones dependiendo de su afinidad hacia las moléculas constituyentes de los triglicéridos de varias fracciones. Este poseería una alta afinidad hacia los triglicéridos de la fracción líquida llamada, la cadena corta y mediana de triglicéridos que es como la cadena larga con alta frecuencia de ácidos grasos insaturados. La más alta concentración de colesterol total en la fracción líquida podría elevarse de la transferencia del colesterol esterificado; los ésteres de colesterol son idóneos para ser



fundidos a baja temperatura debido a la alta insaturación de la mitad del éster.

La concentración de colesterol de cinco muestras comerciales de mantequillas fraccionadas obtenidas por el proceso Tirtaux no variaron significativamente respecto a la leche nativa. Esto es porque estas mezclas comerciales consisten sobretodo de fracciones de estearina (Arul et al 1988).

#### TEXTURACION DE GRASA BUTIRICA

La texturización es un proceso mecánico, que es aplicado a los productos grasos para la obtención de ciertas propiedades como untabilidad, plasticidad y apariencia lisa (Pedersen et al 1989).

Siempre se ha deseado perfeccionar la untabilidad de la mantequilla a la temperatura de refrigeración. Uno de los métodos usados para este propósito es el amasado de mantequilla recién hecha. Es esencial que este tratamiento mecánico sea aplicado a la mantequilla que ha completado totalmente su cristalización. Algunos productores mencionan siete días como mínimo para realizar el amasado y la texturación.

La mantquilla texturizada tiene cierta apariencia brillante debido al aumento de aceite líquido liberado de la red cristalina. La alta untabilidad que se obtiene de esta forma disminuirá lentamente durante su uso normal debido a todas las fluctuaciones de temperatura que sufre cuando es sacada e introducida al refrigerador.

En el caso de grasa butírica anhidra y sus productos, la cristalización se lleva a cabo usualmente en la superficie rasgada de un intercambiador de calor, y la texturización es parte integral de este proceso. A la temperatura a la cual serán usadas, todas las grasas consisten de grasa sólida en forma cristalizada y aceite líquido distribuido entre los cristales de grasa.

Hay dos características importantes en una grasa cristalizada: la forma de sus cristales y su estructura cristalina. Se conocen tres formas principales de los cristales formados:  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\beta'$ . De estas, la forma más inestable es la  $\alpha$ . La grasa láctica es relativamente estable en la forma  $\beta'$ , donde ciertas grasas tienden a transformarse hasta la forma  $\beta$ . Esta última transformación puede tomar semanas, incluso meses. El que una grasa sea estable en la forma  $\beta'$  o  $\beta$ , va a depender de la composición química de sus triglicéridos.

La segunda característica de una grasa cristalizada es su estructura cristalina (forma en que los cristales individuales se combinan en una red tridimensional). Existen estructuras cristalinas primarias y secundarias. La primaria, se crea cuando los cristales se forman sin tener que aplicar agitación al producto. El resultado será un producto con una textura dura y brillante. Un ejemplo de esta estructura primaria sería la grasa láctica anhídrida que es llenada en contenedores cuando aún está caliente y puesta a enfriar en una cámara para su cristalización. La formación del cristal final podría tener lugar en el contenedor.

La estructura cristalina primaria es fuerte, y una vez destruida por amasado no se reforma fácilmente. Se forma entonces una nueva estructura secundaria. Esta estructura es débil y se forma rápidamente después de haber sido destruida por amasado. Cuando un producto graso se enfría rápidamente y se cristaliza bajo agitación vigorosa, de tal manera que la forma final del cristal y una porción grande de su estructura secundaria son formadas antes que el producto salga del equipo de cristalización, el resultado será un producto plástico.

Una alta plasticidad y firmeza son requeridas en caso de usar grasas en los pasteles rellenos. La fracción de

estearina de la grasa butírica es una excelente materia prima para la grasa de pasteles rellenos. Tanto la fracción ahídra de estearina como su mezcla en fase acuosa, tal y como en las mantequillas recombinadas, pueden ser usadas.

La texturización y la cristalización son llevadas a cabo como un solo proceso por el uso de un intercambiador de calor de superficie rugosa en combinación con cristalizadores intermedios, máquinas de pernos rotatorios y un tubo especial de reposo (Figura No. 1).

La máquina principal en esta línea es el intercambiador de calor con superficie rugosa de alta presión -Tipo Perfector (2+4) x 125-. Esta máquina tiene seis tubos enfriadores y dos sistemas enfriadores independientes permitiendo dos diferentes temperaturas de enfriado en el proceso. El producto fluye a través de los primeros cuatro tubos de enfriado, después a través de la máquina de doble perno rotatorio con un volumen de 160 l., y luego a través de los últimos dos tubos de enfriado.

El Perfector está montado con cuatro cristalizadores intermedios, que son pequeñas unidades de amasado, correspondiendo en principio a la máquina de perno rotatorio.

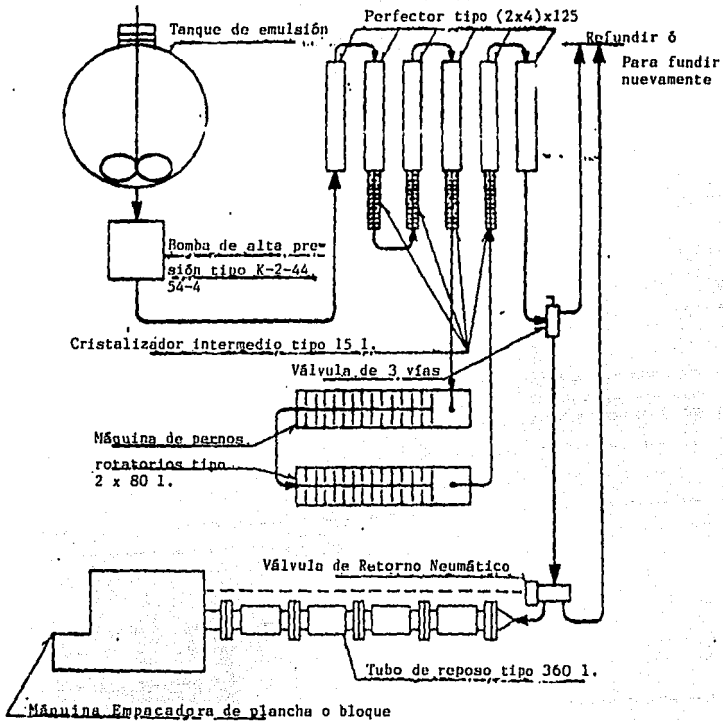


FIGURA No. 1  
 DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR DE CALOR CON SUPERFICIE RUGOSA DE ALTA PRESION (PERFECTOR). Capacidad: 2500 kg/h.

FALLA DE ORIGEN

El volumen total de las máquinas de perno rotatorio y de los cristalizadores intermedios depende en cuán rápido cristalice la grasa. La grasa butírica es muy lenta para cristalizar, y en caso de grasa para pasteles rellenos hecha a partir de estearina de grasa butírica es menester usar un volumen grande superior al mencionado.

El tiempo de espera del producto dentro del equipo es relativamente largo, y el proceso de cristalización puede ser completado antes que el producto deje el equipo de cristalización. Del Perfector, el producto va hacia un tubo de reposo de 360 l. de volumen. Para facilitar que el producto resbale a través del tubo de reposo, el tubo tiene una chaqueta de agua a temperatura controlada y la superficie interna recibe un acabado especial. El tubo de reposo está formado con dos coladores, uno burdo a la entrada y uno fino justo antes de la última sección del tubo de reposo. El último colador contribuye a la formación de la estructura secundaria del cristal por destrucción de la estructura primaria. Del tubo de reposo, el producto va directamente a la máquina empaquetadora.

En caso de usar grasa butírica para otros propósitos en panadería, diferentes a los pasteles rellenos, el producto debe tener una textura suave, pero el alto grado de

platicidad y firmeza no es requerida. Una línea de producción para un producto así consistiría de un intercambiador de calor con superficie rugosa con cristalizadores intermedios y una máquina con perno rotatorio. El producto es llenado dentro de cajas de cartón en estado relativamente suave.

La misma línea de cristalización puede ser usada por muchos productos diferentes, y mediante el cambio de volumen de los cristalizadores intermedios, máquinas de perno rotatorio y tubos de reposo, diferentes grados de texturización y de plasticidad pueden ser obtenidos.

## PROCESOS QUIMICOS

### PROCESO DE INTERESTERIFICACION

La interesterificación de grasas se basa en un proceso químico en el que la distribución de ácidos grasos entre los triglicéridos es alterada. El producto resultante exhibe la misma composición de ácidos grasos que la materia que inicia, mientras que la composición de los triglicéridos es modificada en sus propiedades físicas. La interesterificación catalizada por catalizadores químicos o por lipasas es usada en la industria de grasas para la manufactura de margarinas, manteca vegetal y grasas para confitería (Sreenivasan, 1978).

Christophe et al (1978, 1981, 1982) y Kalo et al (1986) estudiaron la interesterificación de grasa butírica, sus fracciones y las reacciones resultantes en las mezclas con aceites vegetales. Las propiedades nutricionales de todos estos productos pueden ser mejoradas por este tratamiento; se ha encontrado que la grasa butírica catalizada al azar con catalizadores químicos no aumentó el nivel de colesterol en suero sanguíneo. La grasa butírica tratada aparenta ser rápidamente hidrolizada por la lipasa pancreática in vitro y más rápidamente digerida in vivo que la grasa butírica ordinaria.

No obstante, la interesterificación aún no ha sido aplicada a la grasa butírica en industria por muchas razones:

- Hasta ahora el fino sabor de la mantequilla no ha podido ser conservado a causa del refinamiento, blanqueado y/o deodorización, necesarios para remover los ácidos grasos libres y otros productos.
- Además, en el caso de grasa butírica, los costos de producción son muy altos porque las enzimas son muy caras.

La interesterificación disminuye la cantidad de sólidos grasos e incrementa los valores de penetración entre 0 y 20° C. La untabilidad de la grasa butírica interesterificada puede así ser aumentada. Al mismo tiempo, sin embar-



go, los sólidos grasos se incrementan a 35° C, lo que se manifiesta como una sensación sebosa en la boca.

En conclusión, la grasa butírica interesterificada probablemente no sea competitiva en la manufactura de productos grasos, a menos que no tarde en desarrollarse un proceso que conserve el sabor fino de la mantequilla (Frede, 1989).

#### PROCESO DE HIDROGENACION Y DESHIDROGENACION

La hidrogenación de varios aceites y grasas es usada ampliamente en la industria, pero no se aplica generalmente a la grasa butírica. El proceso reduce el grado de insaturación de la grasa e incrementa su punto de fusión. Si el material que inicia contiene ácidos poliinsaturados, el trans 9-18:1 (ácido elaidico) puede ser formado como un intermediario estable. Sin embargo, la concentración de ácidos grasos poliinsaturados es tan baja en la grasa butírica que solo un poco de ácido elaidico puede ser formado; el ácido vaccénico (trans 11-18:1) es natural en la grasa butírica y es justamente resistente a la hidrogenación y puede ser encontrado en el producto final.

Dadas las críticas dirigidas hacia la grasa butírica a causa de su naturaleza de saturación, está apareciendo en

poco tiempo un pequeño avance en el incremento del grado de saturación por medio de la hidrogenación. El proceso inverso, la insaturación o deshidrogenación, ofrece aspectos más atractivos. Algunos piensan que ya se ha dado la posibilidad de incrementar la proporción de ácidos grasos insaturados en grasa butírica por tratamiento enzimático de los triglicéridos aislados. La mayor objeción a este avance es que es sabido que las enzimas desaturasas son específicas para la conversión de cis 18:0 a 18:1 y que se requiere tener ácidos grasos libres como sustrato. Así podría ser necesaria la hidrólisis del triglicérido, dejando el componente 18:0 de aquellos ácidos que serán insaturados y finalmente, los ácidos grasos reesterificados. No regresarían todos a sus posiciones originales en la mitad de los triglicéridos, además la relación del producto final con la grasa butírica podría ser un poco tenue (Banks, 1989).

#### PROCESO POR COMPLEJOS

Courregelongue y Maffrand (1988) han descubierto un proceso para la remoción de colesterol de grasa animal y butírica, el cual consiste en la formación de complejos de inclusión de ciclodextrinas con colesterol y la subsecuente separación del complejo. La rentabilidad de la aplicación industrial de este proceso debe ser investigada.

## PROCESOS BIOLÓGICOS

Actualmente, en la Universidad de McGill, en Montreal, Canadá, se está investigando un proceso para la depleción de colesterol en un líquido conteniendo colesterol. Involucra el uso de microcápsulas donde son atrapados uno o más tipos de microorganismos o componentes que posean la habilidad de degradar el colesterol del líquido. Sin embargo, los microorganismos microencapsulados no entran en contacto con materiales externos y el producto secundario de esta degradación puede difundirse en el exterior (Boudreau y Arul, 1989).

## PROCESOS INDUSTRIALES A PARTIR DE MATERIAS PRIMAS LÁCTEAS

Existen líneas de proceso continuo disponibles en el mercado, y esto permite a la industria láctea utilizar hasta el máximo el potencial de la GBA. A continuación, se citarán los dos principales métodos de obtención de GBA:

### CONVERSION DE MANTEQUILLA A GBA

A pesar de que es normalmente más económico producir GBA directamente de crema y por lo tanto eliminar la necesidad del proceso de batido, la línea de proceso empleando mantequilla como su materia prima, tiene una función importante. Este proceso permite que el exceso de mantequilla sea convertido en un producto apreciable-

mente menos caro y simple para almacenar y distribuir (Nagant, 1990).

La mantquilla salada puede ser tratada, a pesar de que debe ser lavada o diluida para evitar la corrosión del equipo. La mantquilla con un alto contenido de ácidos grasos libres puede ser también tratada, siempre y cuando se neutralice con una solución salina antes de fundir.

En la siguiente página (Figura No. 2), se muestra el arreglo de la línea de proceso. Una planta de este tipo puede tener una capacidad de entre 1000 y 2200 kg/h. La producción se lleva a cabo de la siguiente forma:

La mantquilla se toma directamente del almacenamiento en frío, al equipo de equipo de fusión, donde es depositada en una plataforma rotaria calentada con vapor. Un retenedor estacionario evita que la mantquilla sólida rote con la plataforma; sin embargo, la capa del fondo de la mantquilla en contacto con la plataforma caliente está fundiéndose continuamente.

La mantquilla fundida es forzada por fuerza centrífuga para ir hacia la periferia de la plataforma, donde es recogida y transferida por la bomba de desplazamiento posi-

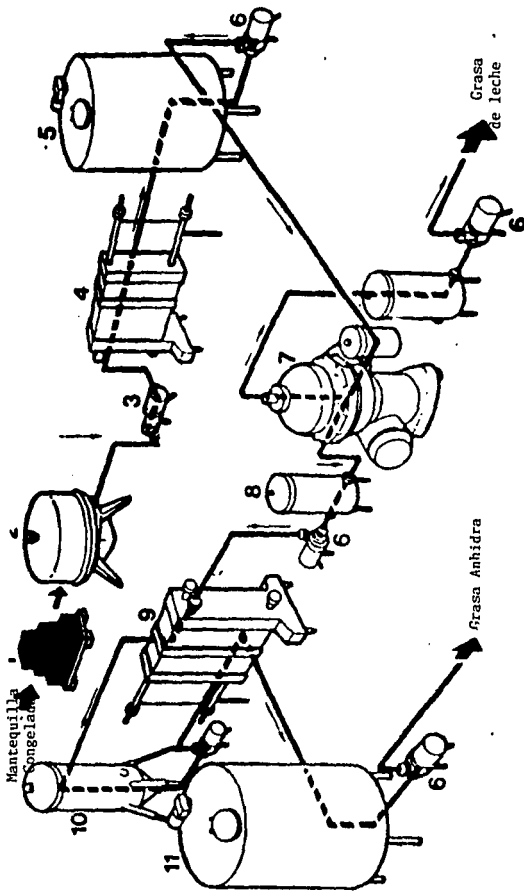


FIGURA No. 2  
 LINEA DE PROCESO PARA LA CONVERSION DE MANTEQUILLA CONGELADA A GRASA BUTIRICA ANHIDRA

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 Mantequilla congelada            | 6 Bomba                            |
| 2 Fundidor de mantequilla          | 7 Separador                        |
| 3 Bomba de desplazamiento positivo | 8 Tolva de flotador                |
| 4 Intercambiador de calor de plato | 9 Intercambiador de calor de plato |
| 5 Tanque de retención              | 10 Secador de vacio                |
|                                    | 11 Tanque de almacenamiento        |

tivo (3) hacia el sistema de calentamiento que consiste en el intercambiador de calor de plato (4) con una tubería interna enchaquetada, por donde circula agua caliente.

Del intercambiador de calor de plato (4), la mantequilla fundida es transferida al tanque de retención (5), donde se mantiene un cierto período de tiempo. La duración de este período es determinada por el tipo y calidad de la mantequilla. El propósito del tiempo de retención es para dar a la proteína tiempo suficiente para aglomerarse y liberar el aire que se haya introducido en la mantequilla fundida. Este procedimiento facilita el subsecuente proceso de separación.

Del tanque de retención (5), la mantequilla fundida es transferida al separador (7), donde la grasa es concentrada a más del 99% de pureza. La fase acuosa se descarga en el tanque ordinario de mantequilla de leche o algún tanque colector para desperdicio o mezcla de leche y agua.

Si la mantequilla es de baja calidad y contiene cantidades significantes de ácidos grasos libres, puede ser neutralizada con una solución alcalina caliente.

Si la mantequilla es de baja calidad y contiene cantidades significantes de ácidos grasos libres, puede ser neutralizada con una solución alcalina caliente.

Si se requiere, una etapa de pulimiento puede incluirse en el proceso. En esta etapa, el agua es adicionada a la fase aceitosa mientras sale del separador (7). La mezcla es inmediatamente separada en otro separador.

Ya que la grasa todavía contiene una cantidad pequeña de agua, la mayor cantidad de esta agua es removida por el producto que está siendo tratado en el secador de vacío (10). Antes de secar, la grasa se calienta en el intercambiador de calor de plato (9), después de secar, se enfría en la sección de enfriamiento, del mismo separador de calor, y se transfiere al tanque buffer (11), antes de empaquetar.

#### PRODUCCION DE GBA A PARTIR DE LECHE O CREMA

Los procesos para la producción de GBA, usando crema como materia prima, están basados en el principio de separación de la emulsión. Los procesos consisten en concentrar primero la crema para que los glóbulos se rompan mecánicamente, y la grasa pueda ser liberada. Esto forma una fase continua de grasa que contiene gotas de agua

dispersa que pueden ser removidas de la fase grasosa (Kirk, 1991).

Se puede usar ya sea un clarificador o centrifugador para liberar mecánicamente la grasa y permitir la conversión de la fase, y estas dos líneas de proceso derivan su nombre de la unidad correspondiente. La línea del clarificador ha sido usado comercialmente por un número de años.

Una de las máquinas claves en este sistema (el Clarificador) es un separador centrífugo equipado con un disco dentado que homogeiniza simultáneamente a la leche. El disco normalmente rompe a los glóbulos de grasa en glóbulos más pequeños, a pesar de que en la producción de GBA, el disco rompe la emulsión, para que el líquido que salga de la máquina sea una fase continua aceitosa con gotas de agua dispersa y leche de mantequilla. Después de la fase de inversión, la grasa es concentrada en un separador hermético.

Las líneas del clarificador con capacidades entre 500 y 1000 kg. de aceite de mantequilla por hora están disponibles. La línea del centrifugador tiene una capacidad apreciablemente más alta de 1500-2000 kg de aceite de mantequilla por hora y ofrece oportunidades para planear



razones de producción de 4000-6000 kg de aceite de mantequilla por hora. En este caso, la emulsión es separada en una unidad de diseño especial (conocida como Centrifugador) que contiene un disco dentado manejado por motor. La grasa es concentrada en un separador hermético para expulsión de sólidos. Las máquinas de expulsión de sólidos son también usadas en la segunda etapa de separación centrífuga, y la línea es entonces capaz de operar por periodos largos y puede ser limpiada en su lugar.

Las demandas especiales para el proceso deben ser obviamente hechas en la materia prima empleada en la producción de la GBA. La leche agria es completamente inadecuada, a pesar de que la grasa puede no ser afectada. Por otro lado, la crema de tal leche puede ser mejorada en gran medida por un pre-tratamiento en la forma de "lavado de crema", por ejemplo, dilución en agua, seguida por la separación en un separador de boquilla.

Una concentración alta anormal de iones de Hierro (Fe) o, peor aún, iones de Cobre (Cu) en el aceite causarán la oxidación de la grasa. Sin embargo, una área de contacto amplia entre la grasa y el agua es necesaria para un proceso de oxidación de esta naturaleza. El riesgo de oxidación, aún en presencia de un catalizador, se reduce

si el producto es anhidro debido a que, por definición, el contenido de agua es muy bajo. Sin embargo, para asegurar las propiedades de almacenamiento óptimas, el material de empaque usado debe ser completamente opaco y evitar el intercambio de gases con el exterior. Incluso, no debe contener cobre ni fierro.

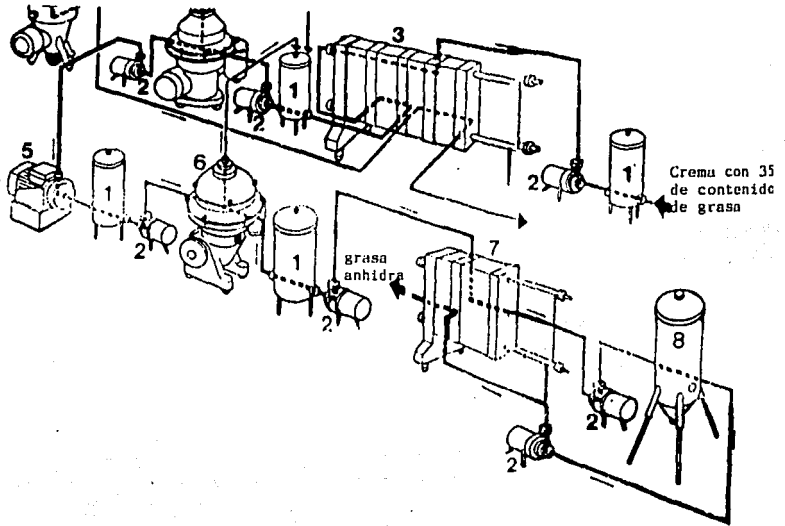
La producción de GBA directamente a partir de la crema resulta en una fracción lipídica y en otra acuosa ("mantequilla de leche"), conteniendo esta última todos los fosfolípidos contenidos en las membranas globulares de grasa original. Como resultado, el líquido adquiere propiedades especiales en cuanto a emulsificación, así como estabilización. Después de la recuperación de la grasa, la mantequilla de leche puede ser secada en forma individual o después de mezclarla con leche desnatada.

En la siguiente página se puede observar un diagrama (Figura No. 3) de una línea de proceso diseñada para la obtención de GBA a partir de crema. Normalmente, las industrias usan crema con un contenido de grasa del 35 al 40%.

Para asegurar una inactivación efectiva de la enzima lipasa, la crema se pasteuriza en un intercambiador de calor (3) y después, es enfriada regenerativamente a

FIGURA No. 3

LINEA DE PROCESO PARA LA CONVERSION DE CREMA EN GBA



1 Tolla de flotador

2 Bomba

3 Intercambiador de calor en bandeja

4 Centrifuga

5 Centrifijador

6 Concentrador

7 Intercambiador de calor en bandeja

8 Secador de vacío

9 Separador

55-58° C. Este tratamiento térmico se recomienda aún cuando la crema pasteurizada puede ser usada como materia prima, ya que el efecto de reactivar enzimas es evitado.

Después del tratamiento térmico, la crema se concentra en una centrífuga (4) del tipo eyectora de sólidos. La crema se concentra a un contenido de grasa entre 70-75%. La mantequilla de leche de la centrífuga (4) se separa en un separador (9), y la crema así obtenida se transfiere de vuelta al proceso a través de una tolva de flotador (1) corriente arriba a un intercambiador de calor (30). La mantequilla de leche descargada por el separador (9), se enfría regenerativamente en la primera etapa térmica para obtener crema que no se haya separado, usando un intercambiador de calor en bandeja (3).

La crema concentrada fluye hacia el "Centrifijador" (5), en donde la grasa butírica está sujeta a un trabajo mecánico y la mayoría de las membranas globulares de grasa son rotas. Esto libera la grasa y se forma una fase grasosa continua.

El aceite de mantequilla "crudo" contiene aún un porcentaje pequeño de grasa en forma globular; es decir, las membranas de algunos glóbulos están todavía intactas.

Esta grasa globular debe ser removida y esto se lleva a cabo en el separador (6), que forma el siguiente eslabón en la línea de proceso. Después del tratamiento, la fase lipídica ha sido purificada de tal manera que contiene hasta un 99% de grasa.

La fase lipídica, con un contenido de agua cercano al 0.4-0.5%, es enviada a un intercambiador de calor en bandejas (7), en donde es precalentada hasta 90-95°C. El aceite es transferido entonces a un secador de vacío (8), en donde se alcanza una humedad inferior al 0.1%. La grasa butírica deshidratada se enfría hasta 35-40°C y ya está lista para ser empaquetada.

Una producción en línea como la descrita anteriormente, tiene una capacidad de cerca de 2.000 kg. de GBA por hora. Esto corresponde a una alimentación de crema de cerca de 5.000 kg/hr.

## C A P I T U L O   V I

### APLICACION DE LA GRASA BUTIRICA EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

#### INTRODUCCION

La grasa butírica anhidra es un producto muy popular en países cálidos, donde se usa para cocinar, además de que se presenta como un producto con buena vida de anaquel a temperatura ambiente, aún en países de clima tropical. Su almacenamiento en frío permite aumentar su vida de anaquel.

Es un producto apto para la recombinación y reconstitución de la leche, tiene aplicación en las industrias de los helados y del chocolate, en la reconstitución de mantequilla, en la elaboración de alimentos para bebés, alimentos de preparación rápida (semielaborados y elaborados), etc.

En el futuro, la grasa butírica jugará un papel muy importante en la industria de la leche. Esto es debido al hecho de que esta industria necesita una grasa láctica estable para facilitar el almacenamiento y transporte y para mantener una demanda estable, aún cuando se presenten variaciones temporales en la producción de la leche. Como se puede apreciar,

la grasa butírica anhidra presenta un panorama amplio de aplicaciones en la industria alimenticia. A continuación se presentan algunos de sus usos en diferentes industrias de elaboración de alimentos.

## 6.1 USOS CONVENCIONALES

### Mantequillas modificadas

La mantequilla es contemplada como la más exclusiva grasa amarilla en sabor. Desafortunadamente, la grasa butírica tiene una composición en ácidos grasos que dificulta producir mantequillas que satisfagan las crecientes demandas en lo que concierne a la untabilidad y a la temperatura de refrigeración. Para lograr una mejor untabilidad de la mantequilla, se ha intentado modificar la grasa butírica de diversas formas; sin embargo, como el sabor es el parámetro de calidad que diferencia a la mantequilla de la margarina, es muy importante que cualquier solución al problema de la untabilidad no altere su sabor. (Anderson, 1989).

Fundamentalmente las propiedades físicas de la grasa butírica pueden ser modificadas físicamente o cambiando la composición de la grasa, pero debido a que la legislación prohibió por mucho tiempo el cambio en la composición de

la grasa de la mantequilla, la mayor parte del trabajo se concentró en las modificaciones físicas como el tratamiento térmico, mezcla y la incorporación de aire. Un gran trabajo de investigación se ha hecho verdaderamente en este campo con resultados muy pobres, debido a la extensión limitada en la cual la cristalización de la grasa de la mantequilla puede ser alterada.

No fue hasta que el trabajo se concentró en el cambio en la composición de la grasa butírica mezclándola con otros aceites o por la fraccionación de la grasa butírica por métodos prácticos desarrollados para hacer mantequillas modificadas, las que son untables a temperatura de refrigeración.

Pueden haber otras razones para modificar la grasa de la mantequilla:

- Para obtener un producto más barato al mezclar con otras grasas.
- Para obtener un producto más nutritivo con una cantidad más alta de ácidos grasos poliinsaturados.

Las principales aplicaciones de las mantequillas modificadas son:



a) Mezclas aceitosas de mantequilla vegetal: Agregando una cantidad apropiada de aceite a la crema antes del batido, o a los gránulos de mantequilla después del batido, o mezclando en el aceite mientras se lleva a cabo el proceso continuo de la fabricación de la mantequilla, es posible entonces producir una mantequilla con buena untabilidad a bajas temperaturas. La adición de aceite vegetal deshidrogenado debe estar en el rango de 15-35% de la grasa total en el producto dependiendo de la dureza de la grasa de mantequilla original.

Estos productos son fabricados durante un proceso de batido en una batidora o en una máquina para hacer mantequilla de operación continua. Cantidades medidas de crema y aceite de semilla de soya se mezclan en la batidora o el aceite es inyectado continuamente antes de batir en una máquina para fabricar mantequilla de operación continua. El producto secundario es suero de manteca.

El aceite vegetal más utilizado es el aceite de semilla de soya, pero también se usa el aceite de girasol. Productos con un porcentaje mucho más bajo de grasa de mantequilla contendrán no solamente aceite vegetal, sino también grasas vegetales hidrogenadas para dar buena plasticidad.

Debe esperarse que existan grandes diferencias en la calidad final entre estos productos. El aire absorbido, el porcentaje de glóbulos de grasa, las características de la red cristalina y la dispersión de agua en la emulsión, son algunos de los factores que van a influir en la determinación de la calidad. En lo que concierne al sabor de la mantequilla, por lo menos del 20 al 30% de grasa de mantequilla debe ser adicionada para obtener un sabor mejorado.

b) Mantequilla obtenida a partir de fracciones de GBA: Al introducir la cristalización fraccionada en la industria láctea, ha sido posible -dentro de ciertos límites- producir grasa butírica con características especiales de fusión. Esta es una posibilidad de mejorar la consistencia de la mantequilla. La mantequilla hecha a partir de GBA a la cual se le ha quitado su fracción con alto punto de fusión, es untable a temperaturas de refrigeración, mostrando casi las mismas propiedades de la mantequilla donde la composición de grasa es cambiada por aceite vegetal. Por otra parte, muestra propiedades un poco pobres de consistencia a temperaturas altas, alto riesgo de hacerse líquida y es menos estable contra la deterioración del sabor.

Mediante el uso de fraccionación repetitiva, es posible remover aquella parte de la grasa butírica que se funde al rango de temperatura entre 5 y 25°C. La mantequilla mostrará casi el mismo comportamiento de fundido que la margarina de mesa. Sin embargo, la doble fraccionación es cara y debe existir un uso económico razonable para las fracciones de grasa removidas. Tal uso se podría aplicar en mantequillas para usos diversos en panificación, por ejemplo: mantequillas para pasteles rellenos, con alto punto de fusión y para galletas y mantequilla en crema, con bajo punto de fusión. En Dinamarca un producto bajo en grasa fue desarrollado para el mercado inglés (Dánelite). El contenido de grasa era de 55% y la grasa fue GBA fraccionada.

c) Productos de grasa butírica con bajo contenido de grasa: La tecnología para la producción de mantequillas y margarinas baja en calorías es similar a la usada en la elaboración de margarina ordinaria y no tiene nada en común con la producción de mantequilla actual. Por supuesto, las condiciones son más críticas en la elaboración de productos con sólo 40% de grasa. Estos hipocalóricos "emulsión agua en grasa" tienen tal acumulación de gotas de agua en el empaque, que podemos encontrarnos con inversión de fases no deseadas durante el proceso, o

pueden encontrarse productos con puntos estructurales débiles, lo cual puede limitar seriamente la vida de anaquel del producto.

A causa del alto contenido de agua y la densidad de empaque en estos productos, la composición de la fase acuosa es crítica. Concentrados de proteína, caseinatos, agentes gelificantes y emulsificantes especiales han sido recomendados en patentes de Suecia, Nueva Zelanda e Irlanda, para simplificar la emulsificación y para estabilizar el producto final. La mezcla de grasa butírica y aceites vegetales, y el porcentaje de grasa y componentes protéicos tendrán una gran influencia en las propiedades del producto final.

d) Mantequilla batida: La estructura en la fase continua de la mantequilla puede ser interrumpida por la incorporación de aire o gas. La dureza de la mantequilla se reduce en la proporción del aire o gas batido incorporado en la mantequilla. El proceso no es complicado. La mantequilla viene de una máquina productora de mantequilla continua y corre a través de un sistema de bombeo (consistente de una bomba, un mezclador y un sistema de inyección de gas). El gas (nitrógeno) es introducido entre la bomba y el mezclador. Esto permitirá expandirse

a la mantequilla y entonces, se empaqueta en tubos como la margarina de mesa. Con una expansión del 75%, es posible hacer un producto que sea untable a temperaturas de refrigeración.

El producto tiene buenas propiedades de consistencia y es bastante estable a temperaturas altas. Parece ser que el aire tiene algún efecto estabilizador. La estructura del producto, sin embargo, es arenosa y con una apariencia algo distinta a la mantequilla normal.

#### GBA PARA USOS CULINARIOS

Dependiendo de los hábitos que se tengan al cocinar, la GBA es usada en la cocina tradicionalmente, tanto como mantequilla como aceite de manteca clarificada. Para este propósito el último producto es usado principalmente para freír, hornear, para pasteles, bizcochos, patisserie y para platillos especiales (gratinados) (Roderbourg, 1988).

La estandarización de los hábitos alimenticios y la urgencia por usar el mejor producto para los mejores usos contribuyó al desarrollo de fórmulas más específicas y más apropiadas para los diversos tipos de técnicas de cocina y productos.

Para freír, mejores formulaciones de mantequilla han sido propuestas al ama de casa, restaurantes y establecimientos para abastecimientos (en paquetes de 250 g. y 2.5 Kg). Las llamadas "mantequillas para cocinar" tienen un contenido reducido de agua, pueden tener adicionada leche cultivada, lecitina, contienen leche libre de grasa y sal. Debido a las características de su composición, el calentamiento es más rápido, el escurrimiento es menor y la mantequilla se mantiene mejor; la adición de sólidos de leche libres de grasa contribuye a la capacidad de oscurecimiento, la cual es un indicador de la temperatura correcta a la cual se cocina la grasa.

En conjunto con los usos de la grasa butírica antes mencionados, se debe tener en mente que este tipo de grasa es de especial interés debido a su sabor; el sobrecalentamiento y otros tratamientos similares deben de ser evitados, pues esto puede dañar estas propiedades.

#### EL USO DE LA GBA EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA

Ya sea a nivel artesanal o industrial, la GBA puede ser usada para mejorar algunos productos en el área de pastelería, bizcochería y confitería de chocolate. En general, las grasas tienen varios papeles esenciales de natu-

raleza nutricional, tecnológica y organoléptica en este sector (Barts, 1989).

La grasa constituye la más alta contribución de energía por unidad de peso (9 kcal/g), así como fuente de vitaminas liposolubles y ácidos grasos esenciales. En este contexto, la grasa butírica en la forma de mantequilla o de GBA tiene las características positivas de gran digestibilidad, sumadas a su riqueza de ácidos grasos de cadena corta y a su natural provisión de vitaminas que no han sido destruidas por el refinamiento o la esterilización.

Desde un punto de vista tecnológico y organoléptico, la grasa debe ser considerada como un ingrediente que es particularmente importante para el éxito en la producción de muchas recetas existentes que resultan en un amplio rango de productos finales tales como panecillos, pasteles rellenos, crema para relleno de panes y para decoración, chocolate para cubiertas o en barra, etc.

De esta manera, la grasa butírica juega distintos papeles importantes en relación al sabor, preparación y textura del producto final, tales como:

a) Importancia para el sabor del producto final: De todas las grasas diferentes, la grasa butírica, en sus diversas formas (anhidra, mantequilla, leche en polvo, etc.), hace una gran contribución al sabor de los productos finales. Este sabor es obtenido mediante una compleja mezcla de muchas sustancias tales como cetonas, lactonas, aldehídos, ácidos, etc. En adición al sabor, las grasas juegan una parte importante en la lubricación que mejora la manera en la que el producto final reacciona en el paladar.

b) Importancia para la preparación, apariencia y textura del producto final: Debido a sus propiedades físicas, la grasa juega un papel importante en la producción de la mayoría de los artículos en pastelería, panadería, biscochería y confitados de chocolate:

- En la preparación de pasteles, cremas, etc.
- En la apariencia deseada y la textura del producto final.

Estas propiedades físicas, incluyen, sobretodo, las propiedades reológicas (consistencia, plasticidad, textura, etc.) y las propiedades de fusión y cristalización. Estas propiedades físicas dependen en el tipo de grasa, la temperatura y las condiciones de trabajo del producto.



De acuerdo con Kiger y Kiger (1968), las grasas usadas en la confección de pasteles y bizcochos tienen funciones diferentes que son determinadas por sus propiedades reológicas (plasticidad y textura). En pastelería esas funciones principales son:

- Un incremento en la plasticidad del pastel (pastel duro con un bajo nivel de hidratación);
- Una "ruptura en el cuerpo del pastel": es decir, la grasa hace que la estructura del gluten se descontinue, obteniendo la textura en la superficie deseada, por ejemplo en los bizcochos;
- Participación en la formación de vacuolas debido al proceso de cremado, ya que la incorporación de agua y aire en la grasa formarán esas vacuolas en el pastel que estará sujeto al calor.

Esas funciones pueden también ser añadidas y aquellos que son indispensables en la preparación de hojaldras y pasteles rellenos y en la preparación de cremas para decoración.

Kiger y Kiger (1968) también hacen énfasis en una mayor transmisión de calor durante el horneado gracias a la acción de las grasas, debido a su alto coeficiente de transmisión de calor. En los confitados de chocolate y

los pasteles con crema son las propiedades físicas asociadas a la fusión y la cristalización de la grasa, las que resultarán ser esenciales.

Para chocolate con leche, para cubierta o en barras, la GBA puede ser usada en proporciones dependientes de su compatibilidad con la manteca de cacao, cuyas propiedades de dureza y rápida fusión a 35°C no pueden ser alteradas. Así, es generalmente aceptado que la GBA con altos niveles de fusión obtenidos por la técnica de fraccionación puedan ser más usados y que la grasa butírica en general tenga un interesante efecto inhibitorio en la aparición del florecimiento de la grasa (Braemer-Madsen, 1986).

Para pasteles con crema, lo ideal sería una GBA que causara un rápido derretimiento en la boca; dependiendo del tipo de pastel con crema, una amplia opción de GBA puede ser ofrecida gracias a la técnica de fraccionamiento (Barats, 1989).

#### VENTAJAS DE LA GBA EN PASTELERIA, PANADERIA, BIZCOCHERIA Y CONFITADOS DE CHOCOLATE

Tomando en cuenta los múltiples papeles de los cuerpos grasos en este sector, podemos aceptar que entre las grasas que son ofrecidas a los manufactureros artesanales

o industriales, la mantquilla y la GBA tienen incontables ventajas, particularmente en atención al sabor que esas grasas brindan al producto final (Barts, 1989).

En atención a la preparación de productos así como su apariencia y textura, la GBA tiene algunas ventajas en comparación a la mantquilla tradicional. Esto está sujeto a variaciones temporales que afectan sus propiedades físicas. Las ventajas de la GBA están unidas a la posibilidad de la estandarización de sus propiedades físicas (por selección y mezcla de sus materias primas usadas para su producción) y la posibilidad de adaptación de sus propiedades usando la técnica de fraccionamiento. Esto es particularmente importante para su uso a nivel industrial, dada la automatización del trabajo, es necesario poder garantizar absolutamente propiedades físicas (reológicas) y organolépticas constantes.

En las siguientes páginas (Tablas No. 4.1.1 y 4.1.2, se nos indican los usos principales de grasa butírica en pastelería, panadería, bizcochería y confitados de chocolate. También se incluyen los diferentes tipos de preparación, ejemplos de productos y los tipos de GBA recomendados.

TABLA 4.1.1

CARACTERISTICAS DE COMPOSICION EN DIFERENTES  
PRODUCTOS DE PASTERIA Y BIZCOCHERIA

TIPOS DE PASTELES	CARACTERISTICAS DE COMPOSICION
Pastel duro	Harina: 50-60% azúcar: 20-30% grasa: 10-15%
Pastel suave	harina, azúcar y grasa en casi igual porcentaje
Mezcla para wafle	igual que para pastel suave pero con más huevo
Pastelillo	harina: aprox. 50% azúcar: aprox. 25% grasa: aprox. 25%
Mantequilla (líquida)	rica en harina y agua; casi no tiene azúcar y/o grasa.
Hojaldra	harina: aprox. 55% grasa: 30-35% agua, azúcar y sal.
Pastelillo relleno	harina: aprox. 50% grasa: aprox. 20% agua, azúcar, levadura y sal.  harina: aprox. 40% grasa: aprox. 40% agua, azúcar, huevo, levadura y sal.

(Bart, 1989).

TABLA 4.1.2

GBA RECOMENDADA EN PRODUCTOS DE PANADERIA, BIZCOCHERIA  
Y CONFITADO DE CHOCOLATE

TIPOS DE PRODUCTOS	GBA RECOMENDADA
Galletas secas:	GBA sin fraccionación
- "Petit Beurre"	
- "Galletas María"	
- "Habaneras"	
- Mantecadas	
- "Danish cookies"	
- waffles	
- parisinas	
- tartaletas	fracciones esteáricas de GBA
- waffles	fracciones oléicas de GBA
- barquillos para helados	
- pasteles esponjados	
- pasteles	
- "cuernitos"	fracciones esteáricas de GBA
- panes con chocolate	
- panes dulces	
Chocolate:	
- Chocolate con leche (en barra o cubierta)	fracciones esteáricas de GBA
- Cremas para relleno y para decorado	GBA sin fraccionación o fracciones oléicas de GBA

(Barts, 1989).

## LICOR EN CREMA

Mientras que la fuente preferida de grasa de licores de crema o bebidas asociadas, es sin duda la doble crema, su uso puede acarrear problemas. En particular, la crema contiene calcio y otros materiales iónicos. Mientras que en los licores de crema normales (o sea aquellos que contienen de un 38 a 40% de sólidos totales, casi 15% de grasa y 17% de alcohol), la inestabilidad a largo plazo asociada con el calcio puede ser contrarrestada por adición de citrato trisódico, hay sistemas en las que esta estrategia no es efectiva. Por ejemplo, si la proporción de alcohol o grasa es incrementada, la desestabilización es causada por la carga iónica total más que simplemente por el calcio (Banks, 1989).

Bajo tales circunstancias, la adición de citrato trisódico es contraproducente. Una solución es lavar la crema para remover todo el material iónico, pero este avance es fastidioso en la práctica. Lo que se prefiere es el uso de mantequilla anhidra como materia prima (Banks, 1989).

## COMIDAS RAPIDAS

La grasa butírica para las comidas rápidas está definida en el contexto como la grasa de leche que forma parte de la producción de productos que son preservados o congela-

dos, y que son preparados para ser horneados o calentados inmediatamente antes de ser comidos (Lindbjerg 1989).

En los años recientes, el uso de estos productos se ha incrementado en la producción de alimentos, y al mismo tiempo los requerimientos de calidad están creciendo rápidamente junto a la producción (Lindbjerg 1989).

El uso de la grasa butírica en formas diversas ha sido responsable en las mejoras en calidad de varios productos (Lindbjerg 1989).

Las grasas butíricas son usadas en las siguientes categorías de productos:

- salsas (como saborizante)
- carnes para emparedados
- conservas del mar
- productos congelados
- cenas congeladas.

La nueva modalidad entre los productores, puede estar alrededor del uso de GBA para incrementar el número de productos en orden con un sabor e imagen mejorados.

**PRINCIPALES PRODUCTOS EN EL MERCADO Y SUS ESPECIFICACIONES, ELABORADOS A PARTIR DE GBA**

**Grasa de leche anhidra.**

a) Definición general: La grasa de leche anhidra se produce exclusivamente a partir de crema o mantequilla a la cual no se le han agregado agentes neutralizantes. Se produce mediante un proceso de separación física (centrifugación), durante el cual se extraen toda el agua y los sólidos no grasos.

b) Características especiales: Debido a su bajo punto de fusión, la grasa de leche anhidra es un excelente agente estabilizador y su uso asegura una muy buena homogenización. Además proporciona un sabor real y característico de mantequilla al producto terminado.

c) Usos: En la recombinación de leche pasteurizada de larga vida, en la recombinación de productos lácteos (sin embargo, la curva del punto de fusión no es adecuada para la recombinación de mantequilla) y para la producción de helados.

**Grasa de leche anhidra (Estandar).**

a) Definición general: La grasa de leche anhidra se produce exclusivamente a partir de crema o mantequilla a la cual no se le han agregado agentes neutralizantes. Se produce mediante un proceso de separación física (centrifugación), durante el cual se extraen toda agua y los sólidos no grasos.



b) Características Especiales: La grasa de leche anhidra estandar es adecuada para usos diversos. Sin embargo, no ha sido adaptada especialmente para ciertos usos específicos.

c) Usos: En realización de bizcochos, pastas, producción industrial de pan, manufactura de helados, aderezos culinarios, etc.

Grasa de leche anhidra (extra blanca).

a) Definición general: La grasa de leche anhidra se produce exclusivamente a partir de crema o mantequilla a la cual no se le han agregado agentes neutralizantes. Se produce mediante un proceso de separación física (centrifugación), durante el cual se extraen toda el agua y los sólidos no grasos.

b) Características especiales: La grasa de leche anhidra extra blanca es ideal para recombinación de leche para la producción de queso blanco.

c) Usos: Se utiliza para la producción de los siguientes tipos de quesos: queso de cabra, Feta, Kefalotyri y Regatello.

Mantequilla concentrada (especial para elaboración de "Croissants" en panadería).

a) Definición general: La mantequilla concentrada es producida exclusivamente a partir de leche o crema de alta calidad a la cual no se le neutralizan los agentes que han sido adicionados. Es producida mediante un proceso de separación física (centrifugado), durante el cual toda el agua y los sólidos no grasos son extraídos. La

mantequilla concentrada no contiene aditivos (aparte de los elementos químicos establecidos los cuales son obligatorios y bajo regla (CEE) 570/88).

b) Características especiales: Comparada con la mantequilla normal produce una pasta más suave, permite enrollarse después de estar guardada en algún recipiente plástico, aunque como todas las mantequillas necesita varias horas en el refrigerador.

c) Usos: en elaboración de "croissants", bocadillos, y en repostería en general.

d) Vida de anaquel: La vida de anaquel del producto depende de las temperaturas de almacenamiento. Debido a la ausencia de agua, la mantequilla concentrada se conserva más tiempo que la mantequilla ordinaria.

#### Mantequilla concentrada (Feuilletage 2000)

a) Definición general: La mantequilla concentrada es producida exclusivamente a partir de leche o crema de alta calidad a la cual no se le neutralizan los agentes que han sido adicionados. Es producida mediante un proceso de separación física (centrifugado), durante el cual toda el agua y los sólidos no grasos son extraídos. La mantequilla concentrada no contiene aditivos (aparte de los elementos químicos establecidos los cuales son obligatorios y bajo regla (CEE) 262/79).

b) Características especiales: Feuilletage 200 se caracteriza por cualidades excepcionales de consistencia y untabilidad. A nivel industrial, soporta muy bien las condiciones de extrusión y laminado continuo.

c) Usos: Esta mantequilla se puede utilizar en una amplia gama de productos.

d) Vida de anaquel: La vida de anaquel del producto depende de las temperaturas de almacenamiento. Debido a la ausencia de agua, la mantequilla concentrada se conserva más tiempo que la mantequilla ordinaria.

Cuando se almacena en empaques de cartón lejos del aire, la luz y el polvo, en temperaturas no mayores de 18°C, su vida está garantizada por seis meses.

#### Mantequilla concentrada (Glacier).

a) Definición general: La mantequilla concentrada es producida exclusivamente a partir de leche o crema de alta calidad a la cual no se le neutralizan los agentes que han sido adicionados. Es producida mediante un proceso de separación física (centrifugado), durante la cual toda el agua y los sólidos no grasos son extraídos. La mantequilla concentrada no contiene aditivos (aparte de los elementos químicos establecidos los cuales son obligatorios y bajo regla (CEE) 262/79 y 1932/81).

b) Características especiales: La mantequilla concentrada "Glacier" es un excelente emulsificante y su uso garantiza una buena homogeneización. El sabor de mantequilla incorporado a los productos acabados es particularmente eficiente.

c) Usos: Esta mantequilla se recomienda especialmente en la manufactura de helados.

c) Usos: Esta mantequilla se puede utilizar en una amplia gama de productos.

d) Vida de anaquel: La vida de anaquel del producto depende de las temperaturas de almacenamiento. Debido a la ausencia de agua, la mantequilla concentrada se conserva más tiempo que la mantequilla ordinaria.

Cuando se almacena en empaques de cartón lejos del aire, la luz y el polvo, en temperaturas no mayores de 18°C, su vida está garantizada por seis meses.

#### Mantequilla concentrada (Glacier).

a) Definición general: La mantequilla concentrada es producida exclusivamente a partir de leche o crema de alta calidad a la cual no se le neutralizan los agentes que han sido adicionados. Es producida mediante un proceso de separación física (centrifugado), durante la cual toda el agua y los sólidos no grasos son extraídos. La mantequilla concentrada no contiene aditivos (aparte de los elementos químicos establecidos los cuales son obligatorios y bajo regla (CEE) 262/79 y 1932/81).

b) Características especiales: La mantequilla concentrada "Glacier" es un excelente emulsificante y su uso garantiza una buena homogeneización. El sabor de mantequilla incorporado a los productos acabados es particularmente eficiente.

c) Usos: Esta mantequilla se recomienda especialmente en la manufactura de helados.

d) Vida de anaquel: La vida de anaquel del producto depende de las temperaturas de almacenamiento. Debido a la ausencia de agua, la mantequilla concentrada se conserva más tiempo que la mantequilla ordinaria.

Cuando se almacena en empaques de cartón lejos del aire, la luz y el polvo, en temperaturas no mayores a 18°C, su vida está garantizada por seis meses.

#### **Mantequilla concentrada (Glacier Extra)**

a) Definición general: La mantequilla concentrada es producida exclusivamente a partir de leche o crema de alta calidad a la cual no se le neutralizan los agentes que han sido adicionados. Es producida mediante un proceso de separación física (centrifugado), durante el cual toda el agua y los sólidos no grasos son extraídos. La mantequilla concentrada no contiene aditivos (aparte de los elementos químicos establecidos los cuales son obligatorios y bajo regla (CEE) 262/79 y 1932/81).

b) Características especiales: La mantequilla concentrada "Glacier Extra" es una excelente emulsificante y su uso garantiza una buena homogeneización. Su sabor suave y delicado la hace especialmente útil en la elaboración de helados en los que no se requiere un sabor de mantequilla. Por otra parte, es muy resistente a la oxidación, lo cual significa que sus cualidades organolépticas permanecen estables.

c) Usos: Esta mantequilla se recomienda especialmente en la manufactura de helados.

d) Vida de anaquel: La vida de anaquel del producto depende de las temperaturas de almacenamiento. Debido a la ausencia de agua, la mantequilla concentrada se conserva más tiempo que la mantequilla ordinaria.

Cuando se almacena en empaques de cartón lejos de aire, la luz y el polvo, en temperaturas no mayores a 18°C, su vida está garantizada por seis meses.

## 6.2 EN PRODUCTOS LACTEOS

Las leches recombinadas son comúnmente elaboradas de polvo de leche desnatada, GBA y agua de buena calidad. Algunas veces una proporción de mantequilla en polvo puede ser usada para mejorar el sabor. La leche entera en polvo puede ser usada como una fuente para sólidos no grasos lácticos y grasa butírica, pero esto no es común debido al riesgo del deterioro del sabor durante un almacenamiento prolongado de leche entera en polvo. (Newstead y Goldman 1990).

El proceso de recombinación consiste en disolver la leche desnatada en polvo en agua caliente, añadiendo grasa butírica, usualmente derretida. La leche es entonces homogeneizada y posteriormente es procesada de manera similar a la leche fresca.

Formulaciones típicas para leches re combinadas se muestran en la Tabla 4.2.1:

TABLA 4.2.1.

FORMULACIONES EN LECHEs RECOMBINADAS

Formulación. kg/tonelada			
INGREDIENTES	Leche Re-combinada	Leche Re-combinada (con MEP)	Leche entera en polvo re-constituida
Leche desnatada en polvo	89.5	80.5	-
Mantequilla en polvo	-	9.7	-
Grasa butírica negra	34.1	33.3	-
Leche entera en polvo	-	-	123.7
Agua	876.4	876.5	876.3
(Composición de pdto g/kg)			
Sólidos totales	120	120	120
Grasa	35	35	33
Sólidos no grasos	85	85	87

(Newstead y Goldmann 1990).

Donde las normas alimenticias lo permiten, los emulsificantes como gliceril monoesterato y estabilizadores como la carragenina son con frecuencia usados para incrementar la estabilidad de la dispersión grasa. Las dispersiones estables pueden ser obtenidas mediante el uso correcto de las condiciones de homogeneización, pero el emulsificador o estabilizador provee una seguridad adicional.

### Leche pasteurizada recombinada

Esta es la clase de leche recombinada que más se aproxima a la leche fresca. La composición típica está dada en la sección anterior pero puede variar en el rango de 80 a 95 g/kg de sólidos no grasos y de 28 a 40 g/kg de grasa. Es generalmente fabricada como leche homogenizada pero puede obtenerse con una línea de crema si se requiere. Siempre que sea hecha con el tipo correcto de leche en polvo, la leche pasteurizada recombinada puede ser usada para cualquier fin para el cual se utiliza la leche fresca, desde bebidas hasta postres de leche (Zadow 1990).

Cuando se aplican temperaturas bajas o medias a la leche en polvo, el sabor no es fácilmente distinguible del sabor de la leche fresca y es muy apropiada para usarse en postres de festín (hechos con cuajo).

La incorporación de pequeñas cantidades de mantequilla en polvo, arriba del 10% en sólidos no grasos, imparte un sabor maduro a la leche y es casi indistinguible del sabor de leche fresca. No hay una ventaja distinguible en la adición de más de este nivel de sólido de mantequilla. Niveles de 15% o más pueden ser perjudicial al sabor.



Un mejor sabor puede resultar del uso de mantequilla sin sal en lugar de GBA, pero esta mantequilla debe ser transportada y almacenada bajo refrigeración. Otros medios para obtener un mejor sabor son incrementando los sólidos no grasos de la leche hasta un 10% o incorporar pequeñas cantidades de cloruro de sodio o citrato de sodio (0.25 g/kg) o sucrosa (1 g/kg).

La vida de anaquel de la leche pasteurizada re combinada es similar a la de la leche fresca pasteurizada, por ejemplo, de 4 a 5 días bajo refrigeración. Así, es llevada a los centros de población donde un sistema eficiente de distribución es disponible y el abastecimiento puede responder más fácilmente a la demanda.

#### Leche re combinada y esterilizada

La leche esterilizada es un producto durable, el cual puede mantenerse sin refrigeración por 6 meses a un año o más, y puede ser manufacturado por dos diferentes procesos básicamente:

- a) Esterilización en envase, y
- b) Esterilización fluida continua, mediante un proceso de ultra-alta-temperatura (UHT), seguido de un empaque aséptico (Newstead y Goldman 1990).

a) Leche recombinada mediante esterilización en envases: Este producto puede ser usado para la mayoría de los propósitos para los que la leche fresca es usada, pero tiene un marcado sabor a caramelo. Es usualmente de color obscuro y no es apta para producir queso cottage.

El proceso de esterilización en envases o contenedores incluye un tratamiento térmico comparativamente severo, como resultado de una reacción en donde lisina y aminoácidos sulfurados pierden su valor nutricional. La reducción del valor nutricional de la proteína de la leche es alrededor de un 5 a 10%.

Una homogeneización eficiente es más importante para la leche esterilizada que para la pasteurizada, debido a que para la primera existe un mayor acumulamiento de grasa durante su largo período de almacenamiento. Se prefiere el empleo de botellas de vidrio o plástico resistentes al calor.

El proceso de recombinación es el mismo que el de la pasteurización de la leche. La homogeneización se lleva a cabo en dos etapas. La presión requerida durante la primera etapa excede de los 17 MPa (2500 p.s.i.) y durante la siguiente etapa, es de 3 a 3.5 MPa. Se debe pasteurizar o

enfriar a la leche a  $4^{\circ}\text{C}$  si ésta va a reposar por más de tres horas antes de ser embotellada y esterilizada.

Durante el proceso de llenado se debe dejar un espacio aproximado de una décima parte del volumen total del contenedor en la parte superior del mismo. Esto se realiza con el objeto de permitir la expansión del líquido durante la esterilización y como se trata de un contenedor rotatorio, esto facilita la buena transferencia de calor. La esterilización también puede ser llevada a cabo en un proceso batch. Las temperaturas utilizadas durante el proceso van a depender del equipo empleado. Los tiempos y las temperaturas utilizadas para un contenedor de esterilización de leche varían entre  $110^{\circ}\text{C}$  por 30 minutos y  $125^{\circ}\text{C}$  por 5 minutos (Newstead y Goldman 1990).

b) Leche esterilizada recombinada usando sistemas de alta temperatura (Ultra High Temperature -UHT-): La leche UHT es una variación de leche esterilizada que es preparada usando temperaturas muy altas ( $135$  a  $150^{\circ}\text{C}$  por unos cuantos segundos), seguida de un empaqueo aseptico en contenedores esterilizados.

En comparación con la leche esterilizada en los contenedores, la leche UHT es de un color más blanco y presenta

un menor sabor a cocido; además como los daños por calor que presenta la lisina y los sulfuros de los aminoácidos es menor, el valor nutricional de la leche es mayor.

Existen algunos problemas en lo que se refiere a mantener la calidad en este tipo de leche. El problema más común es la gelación o coagulación que limita la vida de la leche a un periodo máximo de 8 meses. Este problema, cuando es detectado a tiempo, puede resolverse adicionando por arriba del 0.05% de polifosfato de sodio (tetrafosfato de sodio) o bien bajando la temperatura a menos de 20° C. Otro problema ocasional es el sabor amargo que resulta de la ruptura de la caseína. Estos defectos de la leche UHT pueden ser causados por la acción de enzimas proteolíticas termoeestables, de origen bacteriano. Los niveles de estas enzimas pueden ser controlados manejando tanto la leche en polvo como la leche recombinada antes de la esterilización.

La perfecta homogeneización de la leche UHT es muy importante para evitar la separación de la grasa en un futuro. La leche UHT debe ser empacada asépticamente. Tanto los recipientes de papel laminado como el tetrapack son comúnmente empleados. También pueden utilizarse ciertos botes de plástico. Las botellas de vidrio no son emplea-

das con frecuencia debido a que es muy factible fracturarlas durante la esterilización.

El proceso de recombinación es básicamente el mismo que el que se emplea para la leche pasteurizada. La leche es ligeramente homogeneizada bajo una presión de entre 2 a 4 MPa (300 a 600 p.s.i.) y posteriormente es homogeneizada asépticamente en dos etapas con alta presión (20-25 MPa, 3000-3600 p.s.i.), seguido por una presión de 3 a 3.5 MPa (450-500 p.s.i.) si una segunda etapa es empleada después del tratamiento de UHT.

El tratamiento de UHT puede aplicarse de dos maneras: por calentamiento y enfriamiento indirecto en un intercambiador de calor tubular o de placas, o por calentamiento directo empleando la inyección directa de vapor. En ambos casos la leche es precalentada a la temperatura de homogeneización (60-70°C) por calentamiento indirecto, elevándose posteriormente a la temperatura de esterilización (145-150°C) y permaneciendo así durante un tiempo de entre 2 a 5 segundos, enfriándose después a la temperatura de homogeneización.

A pesar de que en algunas plantas la leche es homogeneizada antes de ser esterilizada, se recomienda que la homo-

geneización principal se lleve a cabo después de la esterilización. Con esto se reduce la cantidad de sedimentos en el producto y la separación de la grasa durante su almacenamiento.

#### Crema re combinada

Para este tipo de crema, los principales usos son:

- Crema para verter y para postres,
- crema para café, y
- crema batida (Zadow 1990).

La crema re combinada se puede hacer a partir de leche desnatada en polvo, suero de mantequilla en polvo y la GBA para dar un contenido de grasa de un 20 a 40%. En la crema batida, el contenido de grasa se encuentra entre 35 y 40% y en la crema para café y para verter, es de 20 a 25%. La estabilidad de la crema re combinada es mejorada por la adición de emulsificantes y estabilizadores, que son aditivos necesarios si dicha crema va a ser esterilizada o congelada.

a) Crema para verter y para café: El proceso de re-combinación es el mismo que el descrito para leches re-combinadas. Se trata de dos etapas de homogeneización en

donde para la primera se emplea una presión aproximada de 18 MPa (2600 p.s.i.) y para la segunda, de 3 a 4 MPa (460-600 p.s.i.).

Si no se emplean emulsificantes y estabilizadores, la crema no debe sujetarse a fuertes tratamientos térmicos. Cuando tanto emulsificantes como estabilizadores son utilizados, la crema debe ser esterilizada en un proceso de envase o en un proceso de UHT, y ser envasada asepticamente en recipientes de vidrio, de conserva o en botes de plástico soplado.

b) Crema Batida: El procedimiento de manufactura es el mismo que el anterior excepto que se utilizan presiones de homogeneización más bajas; en la primera etapa la presión es de 7 MPa (100 p.s.i.) con una presión en la segunda etapa de 3 a 3 MPa (450-600 p.s.i.). La crema batida recombinaada puede ser pasteurizada y esterilizada tanto en contenedor o en un proceso de UHT.

#### Leche evaporada recombinaada

En 1883 la leche evaporada fue producida y puesta en el mercado en recipientes herméticamente sellados por la organización de Helvetia Milk Condensing Co. en Estados

Unidos. La leche evaporada presenta una buena calidad aún sin estar en refrigeración.

El objetivo en la manufactura de la leche evaporada re-combinada es obtener un producto comparable en calidad con la leche evaporada tradicional. La aplicación de los procesos de recombinación (en donde sólidos secos de la leche son empleados) en escala comercial aparecieron por primera vez en Filipinas.

La manufactura de la leche evaporada normal envuelve dos procesos:

a) La preparación (por estandarización, tratamiento con calor, concentración, homogeneización y enfriamiento) de leche concentrada del estándar necesario.

b) El envasado y esterilización de este concentrado. El proceso de recombinación difiere del tradicional sólo en el primer proceso. El tratamiento de calor y concentración son alcanzados durante la producción del polvo del desnatado de la leche el cual se convierte en un ingrediente para el proceso de recombinación.

El proceso puede ser descrito como:



- Mezclado en proporciones controladas de agua, polvo de leche y grasa.
- Homogeneización y enfriamiento de la mezcla.
- Análisis, estandarización y ajuste de estabilidad de calor de la mezcla.
- Envase y esterilización de la mezcla.

Las materias primas empleadas en este proceso, son las siguientes:

a) Leche en polvo desgrasada: Un requisito específico del polvo usado como ingrediente en la recombinación de leche evaporada es que sea "térmicamente estable"; esto significa, que la proteína en la leche en polvo pueda soportar el calor en la esterilización de la leche evaporada sin coagularse (Fotheringham 1990).

Un método de precalentamiento adecuado es empleado en la leche desgrasada líquida antes de evaporar y secar a "spray".

Este tratamiento térmico deberá conferir una estabilidad térmica adecuada a la proteína, sin causar una baja viscosidad en el producto evaporado.

El criterio principal es la obtención de una viscosidad deseada sin coagulación, durante la esterilización del

producto. Esta cualidad es ajustable dentro de límites pequeños por la adición de pequeñas cantidades controladas (hasta un 0.2%) de fosfato disódico al producto antes de esterilización. Tales adiciones no serán necesarias con el control de la estabilidad térmica mediante el tratamiento térmico de la leche desgrasada usada para la producción del polvo.

Evaluaciones rutinarias de polvo en la planta del proceso pueden ser realizadas procesando una pequeña cantidad de mezcla mediante una planta piloto o a través del proceso regular; la última puede ser la más confiable debido a que una planta piloto no duplica exactamente las condiciones del proceso comercial.

Muestras de la mezcla que contengan el polvo para ser evaluado, deberán ser preparados para esterilización por una estandarización adecuada y por adición de fosfato disódico en un rango de 0 a 0.2%. Del examen de las muestras en base a la viscosidad y la coagulación, el polvo puede ser evaluado y se podrán tomar decisiones de si puede ser usado sólo, mezclado con otros polvos o si es inadecuado.

b) Polvo de crema dulce de mantequilla de leche: Este producto es usado como materia prima adicional en la

manufactura de leche evaporada recombinaada para reemplazar hasta un 10% del nivel de sólidos de la leche desgrasada. La grasa presente es de 8-10%, además de ser rica en fosfolípidos. Estos tienden a favorecer una disminución en la estabilidad térmica durante la homogeneización de la leche evaporada, ya que compiten con la caseína micelar en la absorción de las superficies recién formadas del glóbulo de grasa. La mantequilla influye en el sabor del producto final, dándole un sabor más "cremoso" y reduciendo la separación de la grasa al almacenar. El polvo de mantequilla de leche deberá tener un contenido de humedad menor al 4% y estar libre de partículas aglomeradas.

c) Grasa butírica anhidra: La GBA es la fuente usual de la leche evaporada recombinaada normal. Solamente GBA con bajos niveles de cobre y peróxido deberá ser checada por ácidos grasos libres y por oxidación. La GBA mantenida en almacenamiento por periodos mayores a tres meses (particularmente a temperaturas más altas que la ambiental) deberá ser checada antes de ser usada. Cada tambor de GBA cuando sea abierto, deberá ser examinada organolépticamente y deberán realizarse chequeos periódicos en la grasa mientras sea empleada. La grasa en envases abiertos deberá ser empleada en corto tiempo para evitar la oxidación.

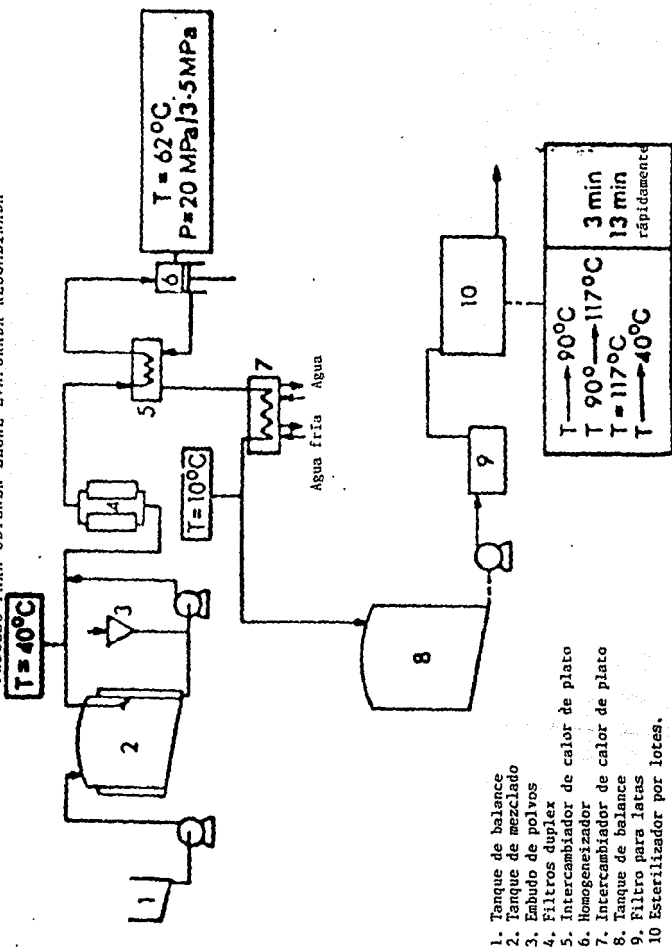
d) Agua: Se deberá emplear agua potable de buena calidad y cuando sea necesario, se deberá aplicar tratamiento químico y/o bacteriológico.

e) Sales estabilizadoras: Para controlar la estabilidad de la esterilización de la leche evaporada recombinada, se puede emplear ortofosfato disódico (DSF) u ortofosfato monosódico (MSF) o una mezcla al 50:50. La proporción de las sales estabilizadoras no deberá exceder del 0.1% de los productos ya que pueden contribuir a dar un sabor salado. Las sales estabilizadoras se agregan como solución acuosa al 10 ó 20% a la leche recombinada homogeneizada en el tanque de almacenamiento antes de envasar.

El DSF y MSF tienen efectos opuestos en el pH de la mezcla. Las sales de fosfato tienden a limitar la unión de calcio iónico a la micela de caseinato y por lo tanto, disminuyen la posibilidad de precipitación subsecuente. También controlan la gelación a lo largo del tiempo y la precipitación de residuo.

El equipo esencial utilizado para obtener leche evaporada recombinada se presenta en la Fig. No. 4, y se puede resumir de la siguiente manera:

F I G U R A No. 4  
 PROCESO PARA OBTENER LECHE EVAPORADA RECOMBINADA



1. Tanque de balance
2. Tanque de mezclado
3. Embudo de polvos
4. Filtros duplex
5. Intercambiador de calor de plato
6. Homogeneizador
7. Intercambiador de calor de plato
8. Tanque de balance
9. Filtro para latas
10. Esterilizador por lotes.

1. Un tanque de disolución agitado para reconstituir la leche en polvo. En el caso de la leche recombinada evaporada en donde la concentración de sólidos de leche en agua no es tan alta como la requerida para la leche condensada dulce recombinada, no es necesario emplear mecanismos de mezclado vigoroso. Es más usual emplear un sistema de circulación mixta en un tanque cerrado, en donde la leche en polvo pueda ser incorporada a la corriente de agua mediante embudos.
2. Equipo de filtración.
3. Equipo de precalentdo, homogeneizado y enfriado.
4. Tanques de almacenamiento (y estandarización).
5. Equipo de enlatado, y
6. Equipo de precalentado, esterilización y enfriamiento (Choat 1990).

#### Leche condensada dulce recombinada (LCDR).

El principio de procesar leche con la adición de azúcar se remonta a 1835 y el proceso fue desarrollado comercialmente por la Compañía de Leche Condensada Anglo-Suiza que operó la primera fábrica para este propósito en 1866 en Suiza. En 1904, la producción se expandió por la consolidación de dicha compañía con la Nestlé en Vevey y formaron la Compañía de Leche Condensada Nestlé-Anglo-Suiza. Hasta el principio de 1880, la leche condensada endulzada (LCE) era la única leche condensada envasada en latas selladas que se vendía en el mercado. Desde enton-

ces, el mercado ha crecido mucho en todo el mundo. La principal ventaja radica en que dicha leche no es estéril y su preservación depende de una alta concentración de sucrosa para inhibir el desarrollo bacteriano, dando así mayor protección después de abrir la lata y es diluida antes de usarse y se conserva en buenas condiciones por largos periodos sin refrigeración (Choat 1990).

Las principales materias primas son leche en polvo descremada y ocasionalmente polvo de mantequilla de leche de crema endulzada, GBA u otra fuente de grasa adecuada incluyendo aceites comestibles vegetales, sucrosa y agua. Materias primas en menor porcentaje incluyen lactosa y frecuentemente vitaminas, en particular vitaminas del grupo A y D para asegurar un valor nutricional:

a) Sólidos de leche no graso (leche en polvo desgrasada):

El contenido de grasa debe ser menor del 1.25% y preferentemente menor a 1% y el contenido de humedad no debe ser mayor de 4%. Deberá estar libre de cualquier partícula extraña que pueda llegar a la leche condensada final. La solubilidad de la leche en polvo es importante, así como la relación entre dispersión y solubilidad en condiciones de reconstitución a niveles de alta cantidad de sólidos totales empleando gran energía mecánica (Choat 1990).

Durante la etapa de mezclado inicial de la leche en polvo:agua, la relación entre los sólidos no grasos:agua aumenta así como la viscosidad de la mezcla. Usualmente el contenido de sólidos totales de la leche en esta etapa es mayor al 45%.

La leche desgrasada puede ser clasificada en leche de calor bajo, calor medio y calor alto, dependiendo de la cantidad de proteína desnaturalizada en el suero de la leche. La de calor medio y algunas veces la de calor bajo son adecuadas para la LCE recombinada, dependiendo de las características de viscosidad deseadas en el producto.

b) Crema dulce de mantequilla en polvo (CDMP): La CDMP usualmente contiene de un 8 a un 10% de GBA y se usa para reemplazar hasta un 10-15% los sólidos no grasos de la leche (leche en polvo desgrasada). Este polvo tiene una gran proporción de fosfolípidos y da un sabor más cremoso a la LCDR. Deberá estar libre de partículas extrañas y el contenido de humedad deberá ser menor de 4%.

c) Grasa: Si la LCDR va a ser manufacturada, la grasa usualmente utilizada es la GBA. Por otro lado, otras fuentes de grasa en la forma de aceites vegetales pueden ser usados; en este caso el producto se conocerá



como leche condensada dulce recombinada llenada. El uso de la última depende de la legislación del país involucrado y de la disponibilidad de aceites altamente refinados disponibles:

1. GBA: Sólomente GBA de alta calidad debe ser usada, cumpliendo con los standards de niveles máximos de cobre, agua y peróxido. Los recipientes deberán permanecer sellados hasta que sea necesario y si es posible, se prefiere el uso de recipientes totalmente llenos en lugar de emplear recipientes parcialmente llenos para uso en días subsecuentes, debido al riesgo de absorción de oxígeno y del desarrollo consecuente de sabores no deseados que pueden ocurrir en el producto.

2. Aceites Vegetales: Los aceites vegetales más usados son los aceites de coco y palma. Sólomente aceites altamente refinados, blanqueado, deorizados con un valor mínimo de peróxido y libre de acidez grasa deberán ser usados

d) Azúcar: El azúcar deberá ser sucrosa granulada refinada de color "blanco agua". El azúcar pobremente refinada y decolorada influirá en el color de la leche dulce condensada y puede ser usada si se le practica un paso adicional de decolorización/filtración en la planta

de LCDR. Esto último incluye la preparación de un jugo de azúcar al 55%, al cual es agregado un agente decolorizante como carbón activado. El jugo es calentado a 90°C y filtrado a través de un filtro a presión con la adición de un auxiliar de filtro adecuado.

e) Agua: Agua potable de buena calidad es esencial, y cuando sea necesario se le deberá dar un tratamiento químico y/o bacteriológico.

f) Material de semilla de lactosa: Este material es usualmente lactosa pura finamente dividida, y ocasionalmente otras formas de material de semilla derivada de polvos de suero de la leche rica en lactosa. Esta es usada para promover la cristalización de la lactosa en masa en la LCDR en las etapas finales de enfriado permitiendo la fina cristalización, manteniendo una suave textura y libre de defectos arenosos en el producto final.

g) Vitaminas: La fortificación mediante la adición de vitaminas es frecuentemente usada para productos de leche recombinada y en algunas áreas es obligatoria. La fortificación usual es con las vitaminas solubles en grasa A y D, a pesar de que ocasionalmente las vitaminas solubles en agua del grupo B, especialmente la vitamina B1

pueden ser usadas. Estas vitaminas pueden ser agregadas en exceso para permitir las pérdidas de proceso y almacenamiento.

En referencia al equipo empleado, dependiendo de la calidad del azúcar disponible, serán las variaciones a las técnicas de proceso de la leche condensada dulce recombinada (LCDR). En general todas las bombas de transferencia deberán ser del tipo rotatorio positivo debido a la alta viscosidad de los líquidos manejados y cuando sea posible todos los tanques deberán estar arreglados con una alimentación al fondo. El equipo deberá estar arreglado de tal manera que un ciclo separado pueda ser iniciado para limpiar y sanitizar todas las porciones del equipo.

Los requerimientos para la composición de la LCDR son legislados por el país en donde es manufacturado el producto. El contenido de azúcar se arregla de manera que se de la mínima concentración de azúcar en agua necesaria para prevenir la acción bacteriana. A esto se le conoce como "rango de azúcar".

Un rango de azúcar de 62.5% se reconoce como el mínimo. por otro lado, valores por encima de 64.5% se consideran indeseables por la posibilidad de que la sacarosa pueda

cristalizarse en el producto. Las composiciones que más frecuentemente se aplican son la Británica y Americana respectivamente, y se muestran en la Tabla No. 4.2.2.

TABLA 4.2.2.  
COMPOSICIONES BRITANICAS Y AMERICANAS DE LCDR

	Composición Std Británica	Composición Std Americana
Grasa	mínimo 9.0%	mínimo 8.0%
MNSF	mínimo 22.0%	mínimo 20.0%
Azúcar	mínimo 43.5%*	mínimo 45.4%*
Sólidos Totales	mínimo 74.5%	mínimo 73.4%

\*Basado en un rango de azúcar de 63%

(Choat 1990).

Como ya se mencionó anteriormente, la grasa debe ser de leche. Usualmente se agrega lactosa en una proporción del 0.05%. Los materiales que se requieren para 1000 cajas de LCDR tomando en cuenta 48 latas de 397g por caja de acuerdo a la composición std británica se muestran en la Tabla No. 4.2.3.

TABLA 4.2.3  
MATERIALES USADOS PARA PRODUCIR 1000 CAJAS DE LCDR

Grasa Butírica anhidra (GBA)	1.7 toneladas
Leche descremada en polvo	4.4 toneladas
Azúcar	8.3 toneladas
Lactosa	9.0 kilogramos
Agua	4.800 litros

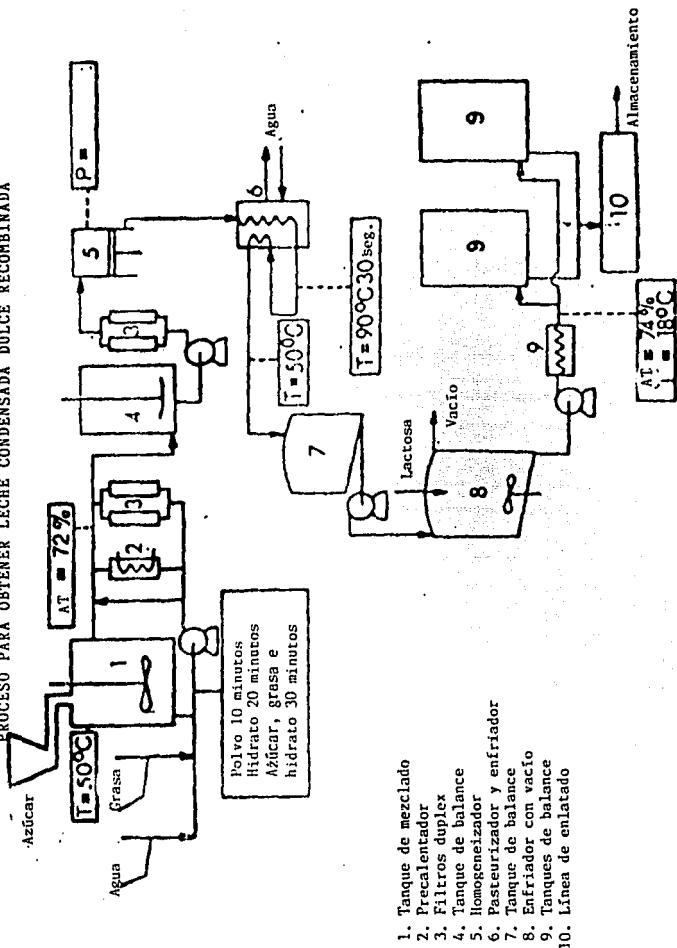
(Choat 1990)

El proceso de manufactura de la LCDR se muestra en la Figura No. 5 y se puede describir de la siguiente manera:

a) Mezclado: El primer paso en el proceso consiste en mezclar los ingredientes solubles (leche descremada en polvo y azúcar) con agua y la subsecuente adición de la grasa a la mezcla. El equipo que se requiere consiste en un tanque de solución que usualmente se conecta a un intercambiador de calor de manera que la temperatura del contenido pueda ser controlada durante el proceso de disolución. El tanque también debe tener agitación para proporcionar al agua y la leche mayor superficie de contacto de manera que se tenga la energía mecánica suficiente para que se dé la disolución completa.

En primer lugar se adiciona la cantidad de leche exacta necesaria mediante un sistema de transportación neumática. Una vez que se agrega la leche, se hace lo mismo con el azúcar mediante el mismo sistema. La cantidad apropiada de azúcar se adiciona al tanque a una temperatura de 45-50° C o se lleva a esta temperatura durante el proceso de disolución. Seguida de la adición del azúcar se agrega la cantidad apropiada de grasa. Esto se debe hacer alternativa y proporcionalmente, antes de la homogeneización. La grasa que se adiciona debe estar derretida y para

PROCESO PARA OBTENER LECHE CONDENSADA DULCE RECOMBINADA



esto, 24 horas antes de que se utilice, se mete en un cuarto a una temperatura de 40-42° C.

b) Filtración: Seguido al proceso de mezclado, los ingredientes mezclados ya líquidos se bombean del tanque de disolución a través de un sistema de filtración. Los métodos de filtración pueden variar desde mayas de acero inoxidable hasta filtros finos de nylon. Después de que se filtra, la mezcla pasa a un tanque de balance conectado a un intercambiador de calor a base de platos.

c) Homogeneización: No es absolutamente necesario homogeneizar en el proceso de la LCDR debido a que la alta viscosidad del producto generalmente es suficiente para suprimir o retardar el efecto de separación de la grasa. Sin embargo, la homogeneización se considera muy recomendable para descartar por completo la posibilidad de que haya una separación de la grasa durante el almacenamiento en el producto terminado además de que permite un control en la viscosidad de la LCDR. La homogeneización en este caso tiene que hacerse inmediatamente antes de la pasteurización de manera que en la primera sección del intercambiador de calor, la mezcla se calienta a 60° C para su homogeneización. Normalmente se realiza una homogeneización simple en una etapa.

d) Pasteurización: De la homogeneización, la mezcla vuelve a entrar en los platos del intercambiador de calor y se calienta hasta una temperatura de pasteurización. La pasteurización más usada para la LCDR es la HTST que se realiza a una temperatura de 80-90°C en un rango de tiempo que puede ir de 30 segundos a 2 minutos. La mezcla sale del intercambiador de calor a una temperatura de 50°C.

e) Enfriado a vacío: Los enfriadores a vacío se utilizan en casi todas las plantas. Se operan en un proceso batch continuo. En el enfriador, la temperatura de la mezcla pasteurizada se reduce a 50°C a una temperatura de enlatado de 20-25°C. Al final del enfriador por vacío, la mezcla se bombea a tanques de almacenamiento antes del enlatado.

f) Almacenamiento: El producto final de la LCDR se almacena en tanques cerrados con leve agitación y sistemas para controlar la temperatura. Durante el almacenamiento, el producto se lleva a temperaturas deseadas para el llenado de las latas (20-25°C) y se somete a pruebas para asegurar que la composición esté dentro de los estándares.

g) Enlatado: El enlatado se lleva a cabo usando una máquina rotatoria de llenado de latas la cual debe loca-



lizarse en un cuarto separado y el equipo de llenado debe de mantenerse completamente protegido de contaminaciones.

h) Empacado y almacenamiento: Después del enlatado y etiquetado de las latas, éstas se deben almacenar por 10 días a una temperatura de 20° C antes del almacenamiento comercial a temperatura ambiente.

#### Mantequilla recombinada

La mantequilla recombinada ha ido adquiriendo mayor importancia en países donde las facilidades de congelamiento y almacenamiento a temperaturas de refrigeración para la importación de mantequilla son deficientes y se requiere tener manufactura local. La mantequilla recombinada tiene la ventaja que los materiales utilizados, GBA, leche descremada en polvo y sal, pueden estar a temperatura ambiente (Jebson 1990).

Las materias primas utilizadas en la manufactura de mantequilla son las siguientes:

a) GBA: Debe ser de muy alta calidad. Los paquetes deben de permanecer sellados hasta que se utilicen completamente. No es bueno guardar paquetes parcialmente llenos para procesar posteriormente en los días subse-

cuentas, ya que el oxígeno del aire puede ser absorbido y reaccionar químicamente con algunos componentes de la grasa dando sabores rancios o desagradables en la mantequilla.

b) Sólidos de leche descremada: Las especificaciones de la leche en polvo usada para proveer los sólidos no grasos en general son amplias, a excepción de que la grasa presente en el polvo debe ser de la mejor calidad y no debe estar oxidada. Por esta razón no se recomienda utilizar leche entera o leche en polvo que contenga un alto contenido de grasa particularmente si tienen más de dos meses. La calidad microbiológica de los polvos debe cumplir las normas más rigurosas.

c) Sal: La sal utilizada debe ajustarse a las especificaciones de la sal común.

d) Emulsificantes: Comúnmente se adicionan lecitinas (para emulsión de agua en aceite) con la finalidad de minimizar que la mantequilla salpique o se desparrame cuando se utiliza para cocinar.

e) Agua: El agua que se utiliza debe cumplir las normas químicas y bacteriológicas de calidad y debe de

estar libre de metales disueltos o suspendidos, particularmente hierro y cobre, además de que debe estar clorada.

El equipo utilizado en el proceso es el siguiente:

1. Fundidores para GBA: El método más usual es introducir los tambores que contienen GBA en un cuarto a una temperatura de 40-42° C por un día o hasta que los contenidos se hayan licuado completamente.
2. Mezcladora para leche en polvo, agua y sal: Debe tener un agitador de alta velocidad para un buen mezclado (Jebson 1990).
3. Mezcladora para GBA: Debe tener agitación intensa y de preferencia tapa sellada con nitrógeno para asegurar una solución de oxígeno mínima.
4. Enfriador de superficie rugosa: Debe tener una capacidad adecuada para enfriar la mezcla de mantequilla al menos a 5°C.
5. Línea de reciclado.
6. Bombas y tubos.

La composición de la mantequilla recombinada se muestra en la Tabla No. 4.2.4.

TABLA 4.2.4.

COMPOSICION DE LA MANTEQUILLA RECOMBINADA

Humedad	16% máximo
Leche en pólvó	1-1.5%
Sal	1.5-3%
Emulsificante	1% aprox.. si se desea.
GBA	Hasta completar 100% total.

(Jebson 1990).

El proceso de manufactura de la mantequilla recombinada se puede resumir en las siguientes etapas:

a) Premezclado: La leche en polvo descremada se agrega lentamente a la cantidad requerida de agua. El mezclado se continua al menos por 20 minutos, después de lo cual se agrega la sal.

b) Mezclado: La GBA se agrega junto con los emulsificantes (si son usados) y luego el suero del tanque de premezclado. Es importante que la GBA esté completamente derretida antes de que se adicione al tanque. La temperatura del tanque debe estar controlada cuidadosamente a 42-43°C para grasa de leche normal. Una temperatura muy baja puede permitir que la cristalización comience en el tanque de mezclado lo que daría una mantequilla con estructura granulosa. Una temperatura muy alta constituye una carga muy grande para el sistema de refrigeración.

c) Enfriamiento: Al principio de la corrida, se ponen a funcionar la bomba de alimentación y el enfria-

dor, y la grasa se recicla de nuevo al tanque de mezclado. El enfriado se hace lento (un enfriado rápido puede formar una capa de grasa dura). Cuando la mantequilla alcanza la temperatura deseada (4-10°C dependiendo de la grasa de leche usada), el reciclado al tanque de mezclado se detiene y se recicla a la bomba de alimentación. Este reciclado es importante para proveer el simiente para la cristalización y para prevenir que la mantequilla quede con cuerpo quebradizo.

d) Limpieza: Se requiere un alto estandar de limpieza además de que todas las superficies del producto deben ser tratadas con un sanitizante antes de comenzar con la corrida de cada día.

e) Empacado: La mantequilla puede ponerse en empaques metálicos o puede ser enlatada de acuerdo a lo que se requiera. Si se utilizan latas, estas deben estar cubiertas con laca de manera que la sal de la mantequilla no pueda causar corrosión.

La mantequilla recombinada, como producto final, debe ser suave, sin grumos y no debe mostrar humedad ni gotas de grasa o aceite. El sabor es un poco diferente al de la mantequilla normal, sin embargo es bastante aceptable.

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

La grasa butírica ha sido siempre usada para mantequilla y es un ingrediente importante en muchos otros productos derivados de la leche. La industria de lácteos ha usado y desarrollado tecnologías convencionales en la producción de derivados lácteos de contenido graso, mientras que justamente pocos métodos de la industria de grasas han sido aplicados a la industria de lácteos grasos. Por otra parte, en discusión pública acerca de la grasa de leche en la nutrición ha habido fuertes críticas dado que se ha asociado con el incremento de la colesterolemia y esto ha dado como resultado reducciones sustanciales en el consumo de grasa butírica en la mayoría de los países.

Comparada con otras grasas naturales, la grasa butírica tiene ciertas propiedades que ofrecen un buen punto de partida para el desarrollo de nuevos productos lácteos grasos: ácidos grasos múltiples, composición de triglicéridos y vitaminas; fosfolípidos y lipoproteínas; inimitables en sabor y aroma; y algunas propiedades físicas especiales. El problema es el alto precio que reduce su competitividad en relación a las grasas y aceites vegetales.

La fraccionación por cristalización de fundido es un ejemplo de la nueva tecnología de lácteos ya aplicada en una amplia escala comercial; es posible producir fracciones con propiedades físicas y químicas diferentes de la grasa original y el uso de esas fracciones está determinado por sus propiedades.

Tal vez el mejor conocido de los otros métodos de fraccionación de grasas es la extracción supercrítica. El método sin embargo, sería más adecuado para la remoción de ciertas sustancias tales como el colesterol y para el enriquecimiento de compuestos aromatizantes. La ventaja que este método ofrece es que las grasas remanentes pueden ser usadas para propósitos alimentarios.

El propósito esencial del desarrollo aplicado a la grasa butírica es adaptar productos para adecuar sus usos. Realizar correctamente cristalización, texturización, batido, aireación, mezclado y otros procesos mecánicos, ofrece numerosas oportunidades de mejorar la calidad y aplicaciones de productos basados en la grasa butírica. En el desarrollo de los usos de la grasa butírica, debe ponerse más atención al uso de ésta y de sus fracciones junto con otras materias primas de la industria alimenticia.

Por supuesto que la modificación química de la grasa de leche es posible. La hidrogenación y el blanqueado en particular, junto con la interesterificación son conocidos para ciertos propósitos. La capacidad de los métodos químicos es, sin embargo, restringida por el hecho de que a menudo requieren del refinado de la grasa, que significa la pérdida completa de las ventajas en aroma y contenido de vitaminas. Esto pone a la grasa butírica en la misma clase de materias primas baratas.

La biotecnología se ha desarrollado poderosamente al paso de unos años. Los métodos más "suaves" que los químicos han podido ofrecer dan nuevas alternativas en la modificación de grasas comestibles, como la grasa butírica. Por tanto la grasa que se tiene primeramente resulta de la lipólisis y la esterificación, pero el desarrollo está aún a nivel de laboratorio.

No obstante, las aplicaciones comerciales pueden emerger de estas interesantes áreas de investigación.

La grasa butírica ya está siendo usada para muchos propósitos diferentes. Siempre había sido una grasa comestible buena, a pesar del hecho de que al paso de los años su uso ha caído sustancialmente principalmente por razones nutricionales. Esto ha causado problemas de exceso de producción. La composición y las propiedades físicas varían por temporadas, y por eso no hace frente a los requerimientos de todos los consumidores.

Por lo que se observa, falta trabajar más en el desarrollo e investigación para lograr enriquecer la GBA con los nutrimentos que le faltan, sobre todo actualmente haciendo uso de la biotecnología y de los diferentes métodos de preparación y modificación de la GBA, se puede llegar al desarrollo de un buen producto, que pueda ser competitivo en el mercado en todos los aspectos, pero sobre todo en el nutricional, que es donde se le ha encontrado objeciones.

Es importante considerar que se han acumulado una gran cantidad de conocimientos sobre este producto, por lo que es y será muy importante la investigación que se realice en este campo, que de hecho ya se está trabajando en institutos y universidades sobre todo en Europa.

Es obvio que la investigación y el desarrollo conectados con la grasa butírica y apuntando hacia el mejoramiento de productos está incrementándose en muchos países. Por lo tanto, el campo de la GBA sigue siendo muy atractivo para su desarrollo y explotación.



CAPITULO VIII  
BIBLIOGRAFIA

1. Alais Ch.: Science du Lait. 4ht. Ed. Sepaic Edition, Paris, 1984.
2. Anderson K. Uses of Milk Fat. Int. Dairy Fed. Annual Sessions, Copenhagen, Denmark, 1989.
3. Antila V.: Selective fractions of milk fat composition. Milk Ind. 81. 1979.
4. Arul J., et. al.: Milk fat components. Analysis in Food Industry. J. Food Sci. 52. 1987.
5. Arul J., et. al.: Fast Destillation of fats with high vacuum. Journal Dairy Research 55. 1988.
6. Arul J., et. al.: New approach for fats destilation. J. Amer. Oil Chem. Soc. 65. 1988.
7. Banks, W.: Cream Liqueur, in: Monograph on Utilizations of Milkfat. Int. Dairy Fed. Annual Sessions. Copenhagen, Denmark, 1989.
8. Banks, W. Hydrogenation and Dehydrogenation in: Monograph on utilizations of Milkfat. Int. Dairy Fed. Annual Sessions.1 Copenhagen, Denmark, 1989.
9. Banks, W. Milk Lipids in: Monograph on Utilizations of Milkfat. International Dairy Federation. Annual Sessions. Copenhagen, Denmark, 1989.
10. Barts R. The Use of Milkfat and Milkfat Fractions in the Food Industry. Int. Dairy Fed. Annual Sessions. Copenhagen, Denmark.

11. Biernot G. and Merk W.; Fractionation of Butter fat using a Liquefied Gas or a Gas in Supercritical State. USA Patent 4,504,503. 1985.
12. Boudreau A., et. al.; 44th Annual Meeting of the Inst. of Food Technol. Anaheim, Cal, USA, 1984.
13. Boudreau A. and Arul, J.; Physical and Chemical Modification of Milk Fat. Monograph on Utilizations of Milkfat. Int. Dairy Fed. Annual Sessions. Copenhagen, Denmark. 1989.
14. Braco U. Butter Like Food Product. British Patent 1,559,064. 1980.
15. Braemer-Madsen J. Application of Milkfat in Sugar and Chocolate Confectionery. Symposium Technical Aspects of Milkfat Production and Application. Soc. of Dairy Technol. London, 1986.
16. Brunner G. and Peter S.; Proceedings. 2nd. World Congress of Chem. Eng. Montreal, Canada, 1981.
17. Burón I. Nuevos Productos Alimentarios. AMV Ediciones. Madrid, España, 1990.
18. CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA LECHE; Boletín Anual, México. 1993.
19. Cenzano I. Elaboración, Análisis y Control de Calidad de los Helados. AMV Ediciones. Madrid, España, 1991.
20. Charley H. Leche en: Tecnología de Alimentos. Procesos Químicos y Físicos en la Preparación de Alimentos. Limusa, México, 1987.
21. Choat T. Recombined Evaporated Milk. New Zealand Dairy Board. New Zealand, 1990.

22. Choat T.: Recombined Sweetened Condensed Milk. New Zealand Dairy Board, New Zealand. 1990.
23. Christophe A., et. al: Studies on the Hydrolysis by Pancreatic Lipase in Native and Randomized Butter Fat. Arch. Int. Physiol. Biochem. 89. 1981.
24. Christophe A., et. al: Studies on the Chylomicronemic Response of Loading Natural or Randomized Butter Fat. Arch. Int. Physiol. Biochem. 90. 1981. 100-01.
25. Clydesdale F.M.: Fraction Distillation of fat components. Food Technology. 38. 1984.
26. Courregelongue J. and Mafrand J.P.: Procedé d'elimination du cholestérol contenu dans une mg d'origine animale et mg appauvrie en cholestérol obtenue. European Patent Office 0256911. 1988.
27. Egan M., Kirk R.: Pearson's Chemical Analysis of Foods, 8th Ed. Churchill Livingstone. Edinburg. 1991.
28. Frede E.: Intersterification. Int. Dairy Fed. Annual Sessions. Copenhagen, Denmark. 1989.
29. Fotheringham, I.: Recombined Evaporated Milk. Queensland Agricultural College. Lawes, Queensland. 1990.
30. Fox, P.F.: Developments in Dairy Chemistry 1. Proteins. Applied Science Publishers. London, U.K., 1982.
31. Fox, P. F.: Developments in Dairy Chemistry 2. Lipids. Applied Science Publishers. London, U.K., 1983.
32. Fox, P. F.: Developments in Dairy Chemistry 3. Lactose and Minor Constituents. Applied Science Publishers. London, U.K. 1985.

33. Fox, P. F.; Developments in Dairy Chemistry 4. Fractional Milk Proteins. Applied Science Publishers. London, U.K., 1989.
34. García R.; Nuevos Productos Alimentarios. AMV Ediciones. Madrid, España, 1990.
35. Gavito V.; Reforma 1. México, 1993.
36. Gurr M.I.; Fats for the Future. Ellis Horwood Ed. Chichester, 1989.
37. Hawke, J.C. and Taylor, M.W.; Lipids. Applied Science, London, U.K., 1988.
38. Hettinga D.H.; Processing Technologies for Improving the Nutritional Value of Dairy Products in Board of Agricultural. Ed. Designing Foods. National Academy Press. Washington, D.C., 1988.
39. Hubert P. and Vitzhum O.G.; Extraction with Supercritical Gases. Edited by G.M. Schneider. Weinheim, FRG, 1980.
40. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Inventory of IDF/ISO /AOAC. Adopted Methods of Analysis of Milk and Milk Products. 3rd. Ed. IDF Bulletin, No. 248. Brussels. 1990.
41. Jebson, R.S.; Recombined Butter. New Zealand Dairy Research Institute. New Zealand, 1990.
42. Juriense A.C. and Heertje I.; Microstructure of Shortenings, margarina and butter-a review. Food Microstructure. vol. 7, 1988.
43. Kalo P., et. al.; Changes in Triglyceride Composition of Butter Fat Induced by Lipase and Sodium Methoxide Catalyzed Interesterification Reactions. Milchwiss. 41. 1986.

44. Kaufmabb, V.G., et.al.; New Extracton Method for fats using supercritical fluids. Milchwiss. 37. 1982.
45. Keogh M.K., et. al.; Anhydrous Milk Fat. Irish Journal of Food Science and Tecnology. 12. 53-75. 1988.
46. Kessler H.G.; Food Engineering and Dairy Technology. Ed. Verlag AK. Freising, Germany, 1988.
47. Kiger J. L. and Kiger, J.G.; Anhydrous Milkfat for cooking. Milchwiss. 1968.
48. Kirk J.E. Anhydrous Milkfat-Butter Oil. Dairy Handbook. Edit. Alfa Laval. 1991. 199-203.
49. Lindbjerg Jesen, J.E.; Fast Foods. Int. Dairy Fed. Annual Sessions. Copenhagen, Denmark. 1989.
50. López A.; Diseño de Industrias Alimentarias. Mundi Prensa Libros. Madrid, España, 1991.
51. Madrid A.; Manual de Industrias Alimentarias. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España, 1991.
52. Makhlouf J., et. al.; High Molecular components separation by fast destillation. Can. Inst. Food Sci. Technol. T. 20, 1987.
53. Mulder H. and Walstra P.; The Milk Fat Globule. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen. The Netherlands. 1974.
54. Murphy J.J. and Connolly J. F.; Supplementing cows with full fat rapessed (FFR) at Pasture-Effects on production and the chemical and physical properties of milkfat. 42nd. Annual Meeting of the European Association of Animal Production. Berlin, 1991.

55. Nagant, M.: Connaissez-vous la MGLA? Les étapes de la Fabrication. Bureau Régional de l'O.N.L., Paris, 1990.
56. Newstead D. F. and Goldmann A.: Recombined Milks and Creams. New Zealand Dairy Research Institute, 1990.
57. Parodi P.W.: Relationship Between Triglyceride Structure and Softening Point of Milk Fat. Journal of Dairy Research. 48.131.1981.
58. Pedersen A., Gerstenberg A.: Texturization of Milk Fat. Int. Dairy Fed. Annual Sessions, Copenhagen, Denmark, 1989.
59. Perry Es., et. al.: Milkfat structure and composition. J. Amer. Chem. Soc., 71. 1949. 3720.
60. Reiter B.: Protective Proteins in Milk. Bulletin of the International Dairy Association No. 191. Brussels, 1985.
61. Renner E.: Milk and Dairy Products in Human Nutrition. Volkswirtschaftlicher Verlag. GmbH, München, 1985.
62. Renner E.: Nährwerttabellen für Milch and Milchprodukte. Verlg B. Renner. Gießen, 1986.
63. Renner E.: Lexikon der Milch. Volkswirtschaftlicher Verlag. GmbH. München, 1988.
64. Robinson R.K.: Modern Dairy Technology I. Advances in Milk Processing II. Advances in Milk Products. Elsevier Applied Science Publishers. Barking, UK, 1986.
65. Roderbourg H.: Milkfat for Cooking Purposes. Int. Dairy Fed. Annual Sessions. Copenhagen, Denmark, 1988.

66. SARH. Boletines del No. 1 al No. 12, México, 1993.
67. SARH-INEGI; Boletín Anual, México, 1993.
68. Schmidt, G.H., Van Vleck L.D.; Principles of Dairy Science. Prentice Hall Inc. New Jersey. 1988.
69. Shishikura A., et.al.; Cholesterol Extraction with Supercritical Gases. Agric. Biol. Chem. 50. 1986. 1209.
70. SPP; Escenarios Económicos de México. Perspectivas de Desarrollo para Ramas Seleccionadas 1981-1985. México. 1981.
71. Streitwieser A.; Chemistry of Macromolecules. Mc Millan Publishing Co., New York, USA. 1989.
72. Tirtiaux, F.; Oléagineux. 31:279. 1976.
73. Toepel, A.; Chemie und Physik der Milch. 2nd. Ed. VEB-Fachbuchverlag. Leipzig. 1981.
74. Walstra P., Jenness R.; Dairy Chemistry and Physics. J. Wiley and Sons. New York, 1984.
75. Wilbey R.A.; Advances in Milk Processing. Modern Dairy Technology. Vol. 1 Barking-Elsevier. USA, 1986.
76. Wilson, B.W.; Aust. J. Dairy Technol. 30. 1975. 10.
77. Zadow, J.G.; Recombined Creams and Milks; C.S.I.R.O., Highett, Vic., 1990.
78. Zillen, M.; International Dairy Fed. Doc. No. 107. 1978.