



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



Departamento de  
Exámenes Profesionales

MANTEQUILLA: ELABORACIÓN Y TÉCNICAS UTILIZADAS PARA  
DETERMINAR EL ORIGEN DE LA GRASA COMO PARTE DE LOS  
PARÁMETROS DE CALIDAD.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN ALIMENTOS

P R E S E N T A :

OBED

OSORIO

ESQUIVEL

ASESORA Y B. C. LUCIA FIGUEROA VILLARREAL

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

Mantequilla: Elaboración y técnicas utilizadas para determinar  
el origen de la grasa como parte de los parámetros de calidad.

que presenta al pasante: Obed Osorio Escobedo  
con número de cuenta: 9560493-5 para obtener el título de:  
Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 01 de Marzo de 2002

PRESIDENTE	<u>Dra. Sara E. Valdés Martínez</u>	
VOCAL	<u>I.R.O. Leticia Figueroa Villarreal</u>	
SECRETARIO	<u>I.A. Laura M. Cortazar Figueroa</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>I.A. Ma. de los Angeles Cornejo Villenas</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>I.A. Julieta González Sánchez</u>	

## DEDICATORIA

### **A Ella Esquivel Cortes (q. p. d.)**

Mi madre, por ser el medio para empezar la aventura de vivir, deseo dedicar este trabajo a tu memoria y espero que donde quiera que te encuentres puedas sentir este triunfo como tuyo, solo quiero decir gracias por todo lo que me diste, una vida y una familia maravillosa, te quiero y te extraño mucho.

¿Sabes? Si me preguntaran que cambiaría de mi vida, le pediría a Dios que estuvieras aquí aunque fuera solo un momento.

## AGRADECIMIENTOS

### A DIOS.

Gracias por darme la oportunidad de vivir y realizar mis sueños.

La dimensión del amor de Dios Excede todo conocimiento.

Efesios 3:18 y19

### A MIS PADRES:

#### **Obed Osorio Granados.**

Gracias por tu apoyo y paciencia para terminar uno de mis mas grandes sueños, porque a cada paso estas a mi lado, por enseñarme a amar a Dios, y por ser un excelente padre. Te quiero mucho.

#### **Erthna Osorio Granados.**

Gracias, porque me has brindado tu apoyo y tu cariño, por tus consejos, creo que él mas importe el amar a Dios, por ser como eres, y sobre todo por ser como mi madre.

#### **Elva Osorio Esquivel**

Gracias, por ser la parte bella de la vida, por todo tu cariño, por ser mi mejor amiga, por tu esfuerzo, porque sé que sin ti no lo hubiera logrado, este triunfo es de los dos. Espero que te sientas tan orgullosa como me siento de ti, sabes que te quiero mucho y que pase lo que pase siempre contaras conmigo, así que adelante.

## **A MIS ABUELOS.**

### **Sr. Amado Osorio Barragán.**

Gracias por ser como un padre, por tu confianza y porque siempre me has dicho que se puede, gracias porque me enseñaste a trabajar, y a amar la tierra como un regalo de Dios, por enseñarme a esforzarme cada día, porque nunca es suficiente, siempre se puede dar mas ¿no es así?

Gracias por ser el más grande y mejor ejemplo de superación en mi vida.

### **Srs. José Esquivel y Fidela Cortes.**

Gracias por que sé que aunque no estuvimos juntos, sabia que en la medida de sus posibilidades, podía contar con ustedes, gracias por hablarme de mi mama, y por enseñarme a quererla.

## **A MIS HERMANOS.**

### **Adriel, Amado, Josué e Isai.**

Gracias por todo el apoyo que me han brindado, espero poder corresponderles de la misma manera. Y aunque existen muchas diferencias entre nosotros, me enseñaron que para poder enfrentar los problemas unidos somos mejores.

## **A MIS CUÑADAS.**

### **Elva Espindola y Guadalupe Santiago**

Gracias por el apoyo, que me brindaron y por que siempre se han interesado en los problemas de la familia. Yo creo que las palabras no son suficientes para agradecerles por todo.

## **A MIS SOBRINOS**

**Jacob, David, Eldaa, Areli, Erick, Brenda Elizua, Selene Sarai, y Josué.** Gracias por recordarme que cuando vemos las cosas como niños siempre encontramos soluciones más sencillas, gracias por su cariño, espero que también ustedes logren sus metas.

A mi tía Ernestina Osorio gracias porque eres el mejor ejemplo de que cuando se quiere ayudar no importan las cosas materiales, que son mucho más importantes el amor y el cariño.

A mis amigos de la FES- Cuautlilan

**Abel Candia, Aldé Espinosa, Angélica San Miguel, Armando García, Cristela Domínguez, Eloisa Pardo, Faustino López, José Ramón, Keila Bernardo, Leonor Matías, Lorena Basillo, María Elena Pahuá, Margarita García, Mario Cortes, Nelly López, Rocío Rueda, Rosaiba Guerrero y Sofía Merino**, gracias a todos por su amistad y su apoyo.

A mis amigos de la Preparatoria # 3, de la UABJO.

**Alba, Miriam, Ana Luisa, Lenin**. Gracias por que a pesar del tiempo siguen siendo las mismas personas sencillas y amables que conocí y que tanto me ayudaron.

A mi amigo **Roberto Ibáñez Sánchez**, gracias por ser como un hermano y por brindarme la confianza de contar contigo, espero que algún día nos volvamos a ver y que también tu me digas lo logre.

A mi amiga **Guillermina Vázquez Becerra**, gracias por tu ayuda y confianza eres una persona genial y la verdad con nada podría pagar todo lo que hiciste por mí.

A mi asesora **I.B.Q. Leticia Figueroa Villarreal**, por su apoyo para la realización de esta tesis, además de su valiosa amistad.

A la **I.A. Sandra Margarita Rueda** gracias por tu ayuda para el congreso y por tu apoyo en todo lo relacionado a la tesis.

A la profesora **Leticia Zúñiga** gracias por darme la confianza de preguntar y de aprender a disfrutar tanto de las clases.

A mis sinodales: **Dra. Sara E. Valdés Martínez, I.A. Laura M. Cortazar Figueroa, I.A. Ma. de los Ángeles Cornejo Villegas, I.A. Julieta González Sánchez**, por sus valiosas observaciones para la culminación de la tesis.

A la **señora Yolanda Serna** por la confianza de brindarme su casa.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por brindarme un espacio para mi desarrollo profesional y con ello la oportunidad de tener una mejor forma de vida.

**No te des por vencido ni aun vencido  
No te sientas esclavo siendo esclavo  
Trémulo de pavor piénsate bravo,  
Y arremete feroz si estás herido.**

**Ten el tesón del clavo enmohecido  
Que ya viejo y ruin vuelve a ser clavo,  
No la cobarde estupidez del pavo  
Que amaina su plumaje al primer ruido**

**Sé como el fuerte, que al pensar no gime o llora  
Si caes vuelve a intentarlo, lucha y ora  
¡Que muerda y vocifere vengadora  
ya rodando en el polvo tu cabeza!**

## INDICE

INDICE GENERAL	i
INDICE DE TABLAS	iv
INDICE DE CUADROS	v
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE GRAFICAS	v
OBJETIVO GENERAL	vi
OBJETIVOS PARTICULARES	vi
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>GENERALIDADES DE LA LECHE</b>	
1.1 DEFINICIÓN.	3
1.2 COMPOSICIÓN.	3
1.2.1 Grasa de la leche.	4
1.2.2 Proteínas de la leche.	5
1.2.3 Lactosa.	9
1.2.4 Cenizas.	11
1.2.5 Vitaminas.	12
1.3 ESTRUCTURA FISICOQUÍMICA.	13
1.4 PROPIEDADES FÍSICAS.	14
	16
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MANTEQUILLA.</b>	
2.1 DEFINICIÓN.	17
2.2 CLASIFICACIÓN.	18
2.3 COMPOSICIÓN.	19
2.4 ESPECIFICACIONES.	21
	23

<b>2.5 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACION DE MANTEQUILLA.</b>	<b>24</b>
2.5.1 DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE BLOQUES.	25
<b>2.6 DEFECTOS Y ALTERACIONES DE LA MANTEQUILLA.</b>	<b>49</b>
2.6.1 Defectos de aspecto.	50
2.6.2 Defectos de textura.	50
2.6.3 Distribución defectuosa del agua.	51
2.6.4 Defectos y alteraciones del gusto y olor.	51
<b>2.7 ADULTERACION DE MANTEQUILLA.</b>	<b>52</b>
<b>CAPITULO III</b>	
<b>MARGARINA.</b>	<b>59</b>
3.1 DEFINICIÓN.	59
3.2 CLASIFICACIÓN.	60
<b>3.3 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACIÓN DE MARGARINA.</b>	<b>61</b>
3.3.1 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE BLOQUES.	62
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>CRITERIOS DE CALIDAD.</b>	<b>70</b>
4.1 DEFINICION DE CALIDAD.	70
4.2 PROPOSITO DE LA CALIDAD.	71
4.3 CONTROL DE CALIDAD.	71
4.3.1 CONTROL.	73
4.3.2 CONTROL TOTAL DE CALIDAD.	74
4.4 CONTROL DE LA CALIDAD Y MUESTREO.	75
4.5 SISTEMA ISO 9000	77
4.6 FACTORES QUE INFLUENCIAN LA CALIDAD.	80
4.7 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS IMPLICADAS BAJO EL TÉRMINO "CALIDAD".	80

<b>CAPITULO V</b>	
<b>TÉCNICAS COMÚNMENTE EMPLEADAS PARA DETERMINAR EL ORIGEN DE LA GRASA PRESENTE EN MANTEQUILLA COMO PARTE DE LA CALIDAD.</b>	<b>84</b>
5.1 TÉCNICAS RÁPIDAS.	85
5.1.1 Determinación del Punto de Fusión.	85
5.1.2 Determinación del Índice de Refracción.	89
5.1.3 Determinación del Índice de Yodo	91
5.2 TÉCNICAS BASADAS EN DESTILACIÓN.	92
5.2.1 Determinación del Índice de Saponificación.	92
5.2.2 Determinación del los Índices de Reichert-Meissl, Polenske y Kirchner.	94
5.3 TÉCNICAS INSTRUMENTALES.	96
5.3.1 Determinación de Ácidos Grasos Por Cromatografía de Gases	96
5.3.2 Determinación de $\beta$ -Sitosterol por Cromatografía de Gases	97
<b>CAPITULO VI</b>	
<b>ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.</b>	<b>99</b>
<b>CAPITULO VII</b>	
<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>107</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>109</b>
<b>ANEXOS</b>	
<b>ANEXO I</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS NORMAS DE CALIDAD.</b>	<b>114</b>

## INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Composición de la Leche de Vaca	4
Tabla 2. Contenido de Vitaminas en la Leche	4
Tabla 3. Composición Lipídica Media de la Leche	5
Tabla 4. Principales Ácidos Grasos de los Glicéridos de la Leche	7
Tabla 5. Valores Promedio de las Sales Constituyentes de la Leche	13
Tabla 6. Propiedades Físicas y Fisicoquímicas de la Leche	16
Tabla 7. Composición Lipídica de la Grasa de Leche	22
Tabla 8. Capacidad de conservación de la Mantequilla Dependiendo de su Calidad	42
Tabla 9. Ácidos grasos saturados	54
Tabla 10. Algunos ácidos grasos insaturados presentes en las grasas naturales	54
Tabla 11. Contenido de ácidos grasos de ciertas grasas (porcentaje en peso	55
Tabla 12. Distribución porcentual de los ácidos grasos en la fracción lipídica de algunos alimentos	56
Tabla 13. Algunos aceites de semillas comerciales	56
Tabla 14. Clasificación de la Margarina	60
Tabla 15. Puntos de Fusión de algunas grasas y aceites	87
Tabla 16. Puntos de fusión y de reblandecimiento de algunas grasas	89
Tabla 17. Índice de Refracción para Diferentes Aceites y Grasas	90
Tabla 18. Índice de Yodo de algunos aceites y grasas.	92
Tabla 19. Índice de Saponificación para Diferentes Aceites y Grasas	93
Tabla 20. Campo normal de los Índices de Reichert-Meissl, Polenske Y Kírchner en mantequilla y en algunas grasas	95
Tabla 20. Contenido de Fitosterol de algunos aceites vegetales	98

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de la Mantequilla	19
Cuadro 2. Variedades de Mantequilla de Acuerdo a su Contenido de Grasa	20
Cuadro 3. Composición de la Mantequilla	21
Cuadro 4. Contenido de Minerales	21
Cuadro 5. Contenido de Vitaminas	22
Cuadro 6. Especificaciones para Mantequilla según la NOM-F-10-1982	23

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. obtención de Triglicéridos	6
Figura 2. Lecitinas y Cefalinas	8
Figura 3. Estructura de los Glóbulos Grasos	9
Figura 4. Estructura de la Lactosa (formas $\alpha$ y $\beta$ )	12
Figura 5. Neutralizantes utilizados en la Elaboración de Mantequilla	26
Figura 6. Partes de un vacreador	31
Figura 7. Tanque de maduración asociado a un refrigerante de placas	36
Figura 8. Emulsión de Agua-Grasa	42
Figura 9. Conjunto múltiple para la determinación del punto de fusión Wiley	88

## INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Temperatura de Batido	39
----------------------------------	----

## **OBJETIVO GENERAL.**

Realizar una recopilación bibliográfica que muestre los aspectos importantes a considerar en la elaboración de mantequilla, así como las diferentes técnicas para determinar el origen de la grasa como un parámetro de la calidad.

## **OBJETIVOS PARTICULARES.**

**Objetivo particular 1.** Sintetizar información acerca de los procesos para elaborar mantequilla y su diferencia con margarina.

**Objetivo particular 2.** Recopilar información sobre las principales grasas o aceites utilizados para adulterar la mantequilla.

**Objetivo particular 3.** Describir y comparar las principales técnicas o métodos empleados en la determinación del origen de la grasa en Mantequilla de acuerdo a lo que marca la Norma Oficial Mexicana y algunas Normas Internacionales.

## INTRODUCCIÓN

La historia del control de calidad es tan antigua como la industria misma. Durante la Edad Media mantener la calidad se lograba, en buena medida, gracias a los prolongados períodos de capacitación que exigían los gremios a los aprendices; tal capacitación imbuía en los trabajadores y en el fabricante un sentido de orgullo por la obtención de productos de calidad, y mayores ganancias.(7)

A principios del siglo XIX, cuando la gente se dio cuenta de la importancia de la adulteración de los alimentos, se fueron tomando las medidas oportunas para remediar tal situación. Estas medidas, bajo formas de una nueva legislación, colocaron la adulteración fuera de la ley; y los químicos multiplicaron sus esfuerzos para conocer mejor las propiedades propias de los alimentos, los productos químicos empleados corrientemente como adulterantes y los medios para cubrirlos

A mediados del siglo XX, el desarrollo y amplio uso de los productos químicos, como coadyuvantes para la producción, manufacturación y comercialización de los alimentos fue un hecho especialmente lleno de interés y de polémica.

Esto generó una mayor producción de alimentos y también la utilización de muchos compuestos químicos utilizados como adulterantes, y que estaban fuera de la legislación, por ello se puso mayor énfasis en las Normas de calidad, y en los métodos y/o técnicas para detectar dichas adulteraciones, lo que originó toda una cultura de calidad ( requisitos para poder comercializar un producto).

El control de calidad está relacionado con los procesos de producción, aquellos procesos que no pueden producir un nivel de calidad satisfactorio se deben cambiar. La inspección es la fuente de datos para determinar la capacidad de calidad de los procesos; los productos que en un proceso presenten problemas de calidad, requieren atención e inspección considerables para recopilar los datos con propósitos de control. Cuando se alcanza un nivel alto de calidad, se puede

minimizar el costo de inspección de dicho proceso, y quizás hasta eliminarse por completo. (58)

La calidad de un producto alimenticio, es una noción en parte subjetiva, ya que el principal instrumento de evaluación es el consumidor. Pero como evaluar significa "asignar un valor", se han puesto a punto diferentes pruebas o índices cuantitativos, utilizados tanto para describir objetivamente la calidad como para permitir obtener un nivel de calidad satisfactorio y constante.(10)

En el presente trabajo de tesis se estudian las técnicas comúnmente utilizadas para detectar la adulteración en la grasa de Mantequilla, ya que como sabemos es un producto que no se ve exento de adulteraciones con grasas diferentes a la butírica. Para cumplir los objetivos planteados se divide la investigación en los siguientes capítulos: Primero generalidades de la leche, donde se trataran las diferentes características de la misma desde su composición, así como las características de sus componentes y de las diferentes propiedades que tiene; segundo elaboración de mantequilla y las características que la hacen diferente a otras grasas, además de las grasas comúnmente empleadas para adulterarla; y los adulterantes comúnmente utilizados, tercero elaboración de margarina, cuarto conceptos de calidad y quinto las técnicas utilizadas para determinar adulteración en la grasa de mantequilla, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES DE LA LECHE.

La importancia de la leche se basa en su alto valor nutritivo, ya que sus componentes se encuentran en forma y proporción adecuada de tal manera que, cada una de las leches de los mamíferos representa el alimento más balanceado y propio para sus correspondientes crías, así como por la gran cantidad de derivados que se pueden obtener de ella.

#### 1.1 DEFINICION.

- Según la Norma Oficial Mexicana: Leche de vaca para consumo humano, es el producto proveniente de la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas. Se excluye el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días después de éste o cuando tenga calostro. (49)

-Según el Diario Oficial: Se entiende por leche para consumo humano, la secreción natural de las glándulas mamarias de las vacas sanas y bien alimentadas (con un contenido graso de 30 g/l mínimo).

Cuando la leche proceda de otra especie animal, se designará con el nombre de ésta (leche de cabra, leche de búfala, etc.). Se excluye el producto obtenido 15 días antes del parto y 5 días posteriores al mismo o cuando tenga calostro. (15)

Algunos autores la definen como:

-La leche es el líquido secretado por las glándulas mamarias, tanto del ser humano (leche de mujer), como de los animales mamíferos, cuyo fin es servir de alimento al recién nacido. En términos lactológicos, el concepto de leche se refiere únicamente a la leche de vaca, obtenida como materia prima (leche cruda) en las

explotaciones agrícolas y que se trata en las centrales lecheras. Si se trata de otras especies, se indica de acuerdo a su origen. (56)

## **1.2 COMPOSICIÓN.**

Los componentes naturales son aquellos que se encuentran originariamente en la leche, es decir que han sido producidos metabólicamente en el proceso de lactogénesis. Tabla 1 y 2.

**Tabla 1.** Composición de la Leche de Vaca.

<b>Componentes Mayoritarios</b>	<b>% (g/100 g)</b>
Agua	86.9
Materias grasas	3.90
Proteínas y sustancias nitrogenadas no proteicas.	3.20
Carbohidratos.	5.10
Sales.	0.90
Componentes minoritarios	Trazas
Enzimas	Trazas
Vitaminas	Trazas
Pigmentos (carotenos, xantofilas, riboflavina).	Trazas
Células diversas (células epiteliales, leucocitos, bacterias, levaduras, mohos).	Trazas
Otros elementos (dióxido de carbono, oxígeno, nitrógeno y otros gases).	Trazas
Sustancias extrañas.	Trazas
Ácido cítrico	0.18-0.20

Lactología Industrial, Edgar Spreer, 1991.

**Tabla 2.** Contenido de Vitaminas en la Leche.

<b>Vitamina</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Vitamina</b>	<b>Cantidad</b>
Vitamina A	400 U.I	Vitamina D	1 mg
Vitamina B <sub>1</sub>	25 mcg	Vitamina K	5 mg
Vitamina B <sub>2</sub>	50 mcg	Vitamina E	3 mg
Vitamina B <sub>6</sub>	0.80 mg	Vitamina H	1 mg
Vitamina C	1 g		

Diccionario de los Alimentos, 1984.

### 1.2.1. Grasa de la leche.

De todos los componentes de la leche, la fracción que más varía es la formada por las grasas, estando en una proporción que oscila entre el 3.2 y el 6.0 %.

La tabla 3 muestra la composición lipídica de la leche de vaca.

La materia grasa se encuentra en forma de glóbulos grasos (Figura 3) de forma esférica. Estos tienen un tamaño de 2.5 a 5  $\mu\text{m}$ , es fundamentalmente un lípido simple formado por una molécula esterificada de ácidos grasos y alcoholes (alcanoles).

El núcleo de los glóbulos grasos está compuesto por triglicéridos formados por un éster de un alcohol trivalente, el glicerol o propanotriol, con ácidos grasos (ácidos monocarboxílicos). (56)

**Tabla 3** Composición Lipídica Media de la Leche.

Lípido	% en peso.
Triglicéridos	97-98
Diglicéridos	0.3-0.6
Mnoglicéridos	0.02-0.04
Ácidos grasos libres	0.1-0.4
Esteroles libres	0.2-0.4
Ésteres de esteroil	Sólo trazas
Fosfolípidos	0.2-1.0
Hidrocarburos	Sólo trazas

Leche y Productos Lácteos, Alan H. Varman, 1995.

La grasa de la leche se diferencia de otras grasas animales, en especial de las grasas corporales, por poseer muchos más tipos de ácidos grasos (9 o más en comparación con los 2 ó 3 tipos que presentan las otras grasas). Sobre todo es más rica en ácidos grasos insaturados.

Consta de ácidos grasos, glicerina, fosfolípidos y otros componentes en menor proporción. Los ácidos grasos varían con la especie, la raza, la estación y otros

factores. Se ha reportado que en la leche hay hasta 142 ácidos grasos, sin embargo solo se estudian alrededor de unos 20, a excepción de unos cuantos ácidos grasos libres, todos los demás se encuentran combinados en la grasa con la glicerina para formar triglicéridos, cada uno de los cuales contiene uno, dos o tres diferentes ácidos; los que contienen tres son aparentemente los más comunes.

A pesar de esto, la grasa de leche pura tiene características lo suficientemente constantes como para poder distinguirse por ensayos químicos y físicos de otras grasas y aceites.

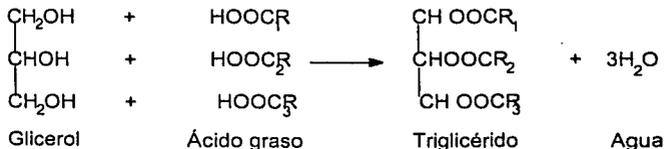
Un exceso de calor descompondrá los componentes de la grasa produciendo un color de pardo a negro, un fuerte olor picante y un sabor amargo. Debe evitarse un calentamiento excesivo. (57)

### Glicéridos.

Los glicéridos constituyen casi la totalidad de las sustancias grasas de la leche, es importante conocer su estructura, su comportamiento durante los tratamientos tecnológicos y las características relacionadas con las propiedades nutritivas de la leche y los productos lácteos. En la tabla 4 se muestran los principales ácidos grasos de los glicéridos de la leche.

Los triglicéridos son ésteres de glicerol y ácidos grasos. Las propiedades de los glicéridos están determinadas por la naturaleza y la cantidad relativa de cada uno de los ácidos grasos que contienen. En la figura 1 se muestra la reacción química que se lleva a cabo para la obtención de un triglicérido.

**Figura 1.** Obtención de Triglicéridos.



Veisseyre Roger, Lactología Técnica, 1971

**Tabla 4.** Principales Ácidos Grasos de los Glicéridos de la Leche.

Ácidos	Número de Carbonos	Contenido Medios % en Peso.
<b>Ácidos grasos saturados</b>		
Ácido butírico	4	3.4
Ácido caproico	6	1.3
Ácido caprílico	8	1.2
Ácido cáprico	10	2.2
Ácido láurico	12	3.9
Ácido mirístico	14	13.1
Ácido palmítico	16	25.3
Ácido esteárico	18	10.6
Ácido araquidónico	20	1.3
Ácido behénico	22	Trazas
<b>Ácidos grasos mono-insaturados.</b>		
Ácido caproleico	10	0.2
Ácido lauroleico	12	0.3
Ácido miristoleico	14	1.3
Ácido palmitoleico	16	3.7
Ácido oleico	18	30.8
Ácido vecénico, gadoleico	18	0.7
<b>Ácidos grasos poli-insaturados.</b>		
Ácido linoleico	18	3.2
Ácido araquidónico	20	1.1
Ácidos de 22C	22	Trazas

Ciencia y Tecnología de la Leche, J. Amiot, 1991.

### Fosfolípidos.

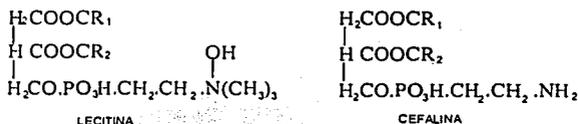
En la leche normalmente se encuentran presentes varios grupos de fosfolípidos. Estos están íntimamente asociados tanto con las proteínas como con la grasa de la leche. Son termolábiles, y parecen ser los responsables de una parte de los sabores oxidados en la leche y productos lácteos, aun cuando se ha reportado que un fosfolípido muestra un cierto efecto antioxidante sobre la grasa de la leche.

Los fosfolípidos se encuentran en la membrana del glóbulo de grasa. Cuando la leche se separa, gran parte de la lecitina se va a la crema. Durante el batido, la mayor parte de la lecitina se queda en el suero. (61)

Las lecitinas y cefalinas se componen de glicerol esterificado por dos ácidos grasos y una molécula de ácido fosfórico combinada con una base nitrogenada. En las lecitinas, la base nitrogenada es la colina; en las cefalinas, es la etanolamina o la serina. En la figura 2 se muestra la formula de las lecitinas y cefalinas.

Las esfingomielinas están compuestas por ácido fosfórico, ácido graso de cadena larga (R) y dos bases nitrogenadas: colina (  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NOH}(\text{CH}_3)_3$ ) y esfingosina ( $\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2\text{NH}_2$ ).

**Figura 2.** Lecitinas y Cefalinas.



Ciencia y Tecnología de la Leche, J. Amiot, 1991

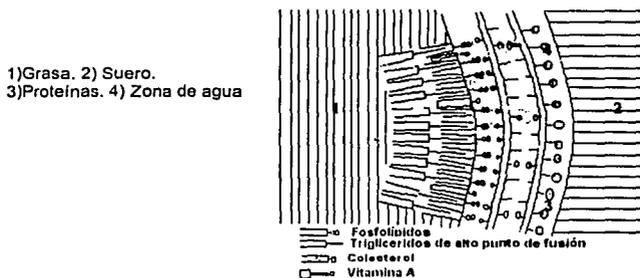
El contenido de fosfolípidos en la leche es alrededor del 0.03 %, es decir, aproximadamente el 1% de los lípidos totales de la leche. La contribución de las lecitinas a los fosfolípidos es del 60 %, la de las cefalinas del 30 % y la de las esfingomielinas del 10 %.

Los fosfolípidos despiertan mucho interés en la industria alimentaria a causa de su doble carácter hidrófilo y lipófilo, que les convierte en unos eficaces agentes emulsionantes.

En el desnatado, los fosfolípidos se reparten más o menos de igual forma entre la nata y la leche desnatada. Durante el batido de la nata también se distribuyen a

partes casi iguales entre la mantequilla y el suero. Hay que señalar que en estado libre los fosfolípidos dificultan el batido de la nata y de las mezclas para helados. La presencia de fosfolípidos aumenta el riesgo de aparición del sabor a oxidado en los productos lácteos. (3)

**Figura 3.** Estructura de los Glóbulos Grasos.



### 1.2.2 Proteínas de la leche.

Las proteínas de la leche son de dos tipos, proteínas del lactosuero y caseínas. Las caseínas constituyen mas del 80 % de las proteínas totales de la leche, aunque la proporción relativa de proteínas del lactosuero frente a caseínas varía según el estado de lactación. (57)

La leche contiene como término medio un 3.2 % de proteínas de las que el 80 % son caseínas. Normalmente se distingue entre la caseína, que precipita a pH 4.6 y las otras proteínas del lactosuero que no precipitan con las caseínas a menos que previamente hayan sido desnaturalizadas por el calor u otros tratamientos.(31)

#### A) Las Caseínas.

Las caseínas son aquellas fosfoproteínas que se precipitan de la leche descremada por acidificación a pH 4.6 a 20 ° C con base en sus moviidades

electroforéticas en gel en un medio urea alcalino con o sin mercaptoetanol, las caseínas pueden dividirse en los siguientes grupos: alfa<sub>s</sub>-, beta-, kappa- y gama-caseínas.

#### **a) Kappa caseína.**

La  $\kappa$ -caseína tiene propiedades químicas y físicas únicas al compararse con otras proteínas de la leche. Algunas de estas características tienen consecuencias inmediatas en el estado físico de la leche como son: 1) Se mantiene soluble en soluciones de calcio en condiciones que precipitan a todas las demás proteínas; 2) Tiene la capacidad de estabilizar a otras caseínas contra la precipitación por calcio, por la formación de micelas coloidales; 3) Es específicamente hidrolizada en un enlace peptídico particular por la enzima chymosina, que resulta en la desestabilización de las micelas y la formación de precipitados; 4) Es la única de las caseínas mayores que contienen residuos de cisteína.

#### **b) Beta caseína.**

Una propiedad interesante de la  $\beta$ -caseína en ausencia de otras caseínas, es la formación de polímeros a temperatura ambiente, mientras que a bajas temperaturas existe como monómero.

La  $\beta$ -caseína tiene una estructura más compacta a mayores temperaturas, principalmente a través de interacciones hidrofóbicas.

#### **c) Alfa s- caseínas.**

La  $\alpha_s$ -caseína consiste de un componente mayor,  $\alpha_{s1}$ -caseína y varios componentes menores ( $\alpha_{s0}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\alpha_{s3}$ ,  $\alpha_{s4}$  y  $\alpha_{s6}$ ) que poseen la mayor movilidad electroforética de la fracción de las caseínas. Son precipitadas con 0.4 M de cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) a pH 7.0 y 4 ° C y son capaces de ser estabilizadas por la  $\kappa$ -caseína contra la precipitación por calcio.

El carácter anfifílico de las caseínas y su fosforilación facilita las interacciones entre ellas y con el fosfato cálcico para formar complejos esféricos altamente hidratados conocidos como micelas. (57)

## **B) Proteínas del Lactosuero.**

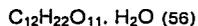
Las proteínas del lactosuero, participan con un 20 % en la proporción total de proteínas de la leche ( la proporción de albúminas es aproximadamente del 16-18 % y la de globulinas del 2-4 %). Al contrario de lo que ocurre en las caseínas, estas proteínas no contienen nada o casi nada de fósforo.(56)

La proteína mayoritaria del lactosuero,  $\beta$ - lactoglobulina, sufre una limitada autoasociación a los valores de pH normales de la leche, para formar un dímero con una forma geométrica que recuerda a dos esferas superpuestas. Los dímeros se disocian en solución a 60 ° C, volviéndose susceptibles a la desnaturalización por desdoblamiento de la estructura terciaria. La  $\alpha$ -lactoalbúmina tiene una estructura primaria similar a la de la lisozima y es muy compacta, con forma prácticamente esférica. Esta molécula es más termoestable que la  $\beta$ - lactoglobulina. (57)

### **1.2.3 Lactosa.**

Los glúcidos de la leche están compuestos esencialmente por lactosa que es el componente cuantitativamente más importante de los sólidos no grasos, y algunos otros azúcares en pequeñas cantidades, como la glucosa (0.1 %) y la galactosa. La leche contiene alrededor de un 5 %.(3)

Es un disacárido formado por  $\alpha$ -glucosa,  $\beta$ - glucosa y  $\beta$ - galactosa cuya fórmula general es la siguiente:





**Tabla 5.** Valores Promedio de las Sales Constituyentes de la Leche.

<b>Elemento</b>	<b>Contenido en Leche Entera. (mg/100ml)</b>
Calcio	123
Magnesio	12
Fósforo	95
Sodio	58
Potasio	141
Cloro	119
Azufre	30
Ácido cítrico	160

Buss D., Manual de Nutrición, 1987.

### 1.2.5 Vitaminas

En general, las vitaminas son resistentes a los tratamientos térmicos más frecuentes de la leche.

La leche es una fuente de vitaminas liposolubles, A ( en forma del precursor  $\beta$ -caroteno), D y E y de vitaminas hidrosolubles C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, ácido pantoténico, niacina, biotina y ácido fólico. (53)

Existen en la leche otras vitaminas, liposolubles, como la E (tocoferol), la F y la K. Los carotenos y la riboflavina influyen sobre el color de la leche y los productos lácteos. Los carotenos dan a la grasa su color amarillo. La grasa es generalmente más amarilla en verano debido a la alimentación a base de pasto, que tiene un efecto diferente que el de los forrajes secos.

El color amarillo verdoso del lactosuero se debe a la presencia de riboflavina, cuya cantidad varía en la leche principalmente en función de la raza. (1)

### **1.3 ESTRUCTURA FISICOQUÍMICA.**

La leche es una mezcla de sustancias definidas; lactosa, glicéridos de ácidos grasos, caseínas, albúminas, sales, etc. Desde el punto de vista físico, coexisten varios estados; emulsión, suspensión y solución. (1)

En la leche pueden distinguirse tres estados físicos de dispersión de sus múltiples constituyentes:

- A) Las proteínas, las caseínas y las proteínas del suero, forman la suspensión.
- B) Las sustancias liposolubles se encuentran como emulsión.
- C) La lactosa, así como las sales, los cationes, los aniones y las vitaminas hidrosolubles, existen como una verdadera solución.

#### **A) Suspensión.**

Las caseínas actúan entre sí formando una dispersión coloidal que consiste en partículas esféricas llamadas micelas con un diámetro que varía de 40 a 30 nm; éstas a su vez están constituidas por subunidades, también esféricas, de diámetro de 10 a 20 nm. Su densidad es de 1.114 g/ml, y están constituidas aproximadamente por 92 % de proteínas y 8 % de fosfato de calcio.

Cuando el pH de la leche se ajusta al punto isoelectrónico de las caseínas (pH 4,6), existe una protonación de sus carboxilos libres y la consecuente eliminación de la carga negativa, lo que provoca que desaparezca el mecanismo de estabilización y facilita la interacción de las caseínas, lo que da como resultado final su precipitación. (4)

#### **B) Emulsión.**

Esta fase desempeña un papel muy importante en la estabilidad de los productos lácteos y debido a su composición, es el origen de muchas de las reacciones

químicas y enzimáticas de deterioro que más comúnmente se encuentran en la leche. Está integrada por glóbulos de grasa que tienen una densidad de 0.94 g/ml y que contienen prácticamente sólo triglicéridos; su estabilidad en el seno del suero (densidad es de 1.05 g/ml) se debe a su membrana lipoproteínica con estructura típicamente biológica que actúa como un emulsionante y que está constituida por fosfolípidos, tri di y monoacilglicéridos , además de inmunoglobulinas, enzimas, colesterol, carotenoides y otros lípidos en menor proporción. Debido a su composición, la membrana desempeña un papel muy importante en la estabilidad de la grasa de la leche; contienen 20 % de fosfolípidos ( del total de los lípidos de la membrana) que presentan un porcentaje alto de ácidos grasos insaturados que propician las reacciones de oxidación; tiene la mayoría del cobre de la leche, factor que contribuye igualmente a dichas reacciones de oxidación; las inmunoglobulinas que contiene propician el fenómeno de cremado ya que las fracciones IgM e IgA tienen la peculiaridad de asociarse entre ellas a bajas temperaturas (5° C), formando grandes agregados proteínicos lo que trae consigo que los glóbulos de grasa se aglomeren. (23)

### C) Solución.

La fase en solución puede considerarse como formada por el conjunto de sustancias disueltas en el agua, cualquiera que sea el tamaño de sus moléculas (incluidas las proteínas solubles), o únicamente por las sustancias de bajo peso molecular: principalmente la lactosa y las sales que constituyen la solución verdadera. Su densidad es de 1.05 g/ml

Esta fase está representada, más o menos completamente, por los lactosueros, que pueden obtenerse de diferentes maneras.

La fase hídrica, reducida a la solución de moléculas pequeñas, tiene una propiedad importante: la constancia de su composición molecular. La cantidad total de moléculas no disociadas y de iones, en la unidad de volumen, varía muy poco. (59)

## 1.4 PROPIEDADES FÍSICAS.

La leche al igual que todos sus derivados presentan ciertas propiedades físicas particulares que son reflejo de su composición y de las interacciones de sus constituyentes. En relación con la viscosidad, y a pesar de contener de 12 a 14 % de sólidos totales, la leche se comporta prácticamente como un fluido newtoniano semejante al agua, con una viscosidad de 2 centipoises.

El pH normal es de 6.5 a 6.7 y cualquier cambio en este valor indica una alteración del producto, y se observa al cambiar el pH por uno mas bajo, lo que nos indica el aumento de acidez debido a la producción de ácido láctico. (4)

En la tabla 6 se muestran las principales propiedades físicas y fisicoquímicas de la leche de vaca.

**Tabla 6.** Propiedades Físicas y Fisicoquímicas de la Leche.

Propiedad	Valor
Densidad de la leche completa.	1.032 g/ml
Densidad de la leche descremada.	1.036 g/ml
Densidad de la materia grasa.	0.940 g/ml
Poder calórico (por litro)	700 calorías
pH	6.6 – 6.8
Conductibilidad eléctrica.	$45 \cdot 10^{-4}$ mhos
Tensión superficial.	53 (dinas/cm/15 ° C)
Viscosidad absoluta (15°)	0.0212 – 0.0354
Viscosidad relativa (específica)	1.6 – 2.15 centipoises
Índice de refracción	1.35
Punto de congelación	- 0.55°C
Calor específico.	0.93Kj/Kg °C

Ciencia de la Leche, Alais Charles, 1971.

## CAPITULO II

### MANTEQUILLA.

Desde los tiempos más remotos se ha elaborado mantequilla a partir de la leche; hay manuscritos antiguos que indican que la mantequilla se emplea como alimento, en la India alrededor de 2000 años a. C, y en el Génesis y en otros escritos bíblicos se menciona este alimento. Es probable que el empleo de la mantequilla, como alimento, se introdujese en Europa Occidental por la Península Escandinava, en donde este producto era un importante artículo de comercio, cuya exportación desde Noruega y Suecia tuvo lugar ya en el siglo XIV.

El poder de conservación de la mantequilla frente a la leche era conocida desde los tiempos más remotos; en Irlanda se almacenaba en cestos de mimbre en turberas (terrenos ricos en carbón mineral), y durante la obtención de turba (carbón mineral) todavía se encuentra mantequilla enterrada entre los años 600 y 1800; a. C. se supone que el enterramiento en estas circunstancias mantiene el producto refrigerado y protegido del desarrollo de aromas desagradables.

Originalmente la mantequilla se obtenía directamente de la leche y el método de batido implicaba corrientemente una batidora estacionaria dotada de agitadores circulares que se operaban manualmente.

El desarrollo de la industria elaboradora de mantequilla data aproximadamente de 1850, cuando se practicaba el descremado por gravedad, pero la invención de la desnatadora mecánica en 1877 constituye el comienzo real de la fabricación de mantequilla. Hacia 1890 se introdujo la pasteurización de la crema destinada a la elaboración de mantequilla, lo que consecuentemente supuso mejoras en la conservación de su calidad.

La producción mundial de mantequilla supuso en 1980 aproximadamente 6.1 millones de toneladas y actualmente aumenta aproximadamente 1 % al año; Europa elabora sobre el 50 % de la producción total y los países miembros de la CEE fabrican alrededor de un tercio de la producción mundial, en estos países la mayor parte del aumento anual de leche se transforma en mantequilla.

## **2.1 DEFINICIÓN.**

Existen varias definiciones de la mantequilla, entre ellas:

- Según la Norma Oficial Mexicana se entiende por mantequilla el producto obtenido de la crema de la leche pasteurizada de vaca, de la crema de la leche pasteurizada de la cabra y las cremas de las leches pasteurizadas de vaca y cabra, cuando dicha grasa es sometida a maduración o fermentación, batido o mezclado, amasamiento y/o salada, y por último moldeada, empacada en condiciones de refrigeración. (41)
- Según el Diario Oficial Mexicano se entiende por mantequilla, al producto resultante del conglomerado de glóbulos de grasa de crema o suero de queso. La mantequilla se elaborará con crema de leche pasteurizada, cualquiera que sea la especie animal de que provenga. Tendrá un mínimo de 80 % de grasa de la leche utilizada y un máximo de 16 % de humedad. (15).
- Según el Codex Alimentarius Mantequilla es un producto graso derivado exclusivamente de la leche. (11)
- Según el Codex Alimentarius Mantequilla de suero, es un producto graso derivado de suero que no contenga ninguna otra grasa más que grasa de leche. (11)

Algunos autores la definen como:

- La mantequilla es el producto obtenido al batir la crema de la leche, es una emulsión agua en aceite que contiene casi un 81 % de grasa láctea, en forma plástica. Otros componentes de ella, son la lactosa, caseína, fosfátidos, colesterol, sales de calcio y, corrientemente del 1 al 3% de cloruro de sodio, además de cantidades pequeñas y variables de vitaminas A, E y D, y constituyentes que le confieren el gusto característico, especialmente diacetilo, ácido butírico y láctico.(21)
- Por mantequilla se entiende la emulsión plástica de agua en grasa obtenida por procedimientos mecánicos. Se elabora a partir de nata (crema) acidificada o no acidificada (dulce), provocándose la acidificación mediante fermentos lácticos o ácidos orgánicos. En ocasiones también se añaden agua potable y/o sal comestible. (56).

Como podemos observar existen diferentes definiciones de mantequilla, sin embargo, todas coinciden en que solo se puede nombrar así a la que se elabora con la grasa obtenida de la leche de vaca, y otras especies aunque en ese caso se debe mencionar de que especie proviene.

## 2.2 CLASIFICACIÓN.

La NOM-F-10-1982 clasifica las mantequillas en tres grupos de acuerdo a la leche que se utiliza, con un solo grado de calidad, designándose como mantequilla, pudiendo ser adicionada o no de sal (NaCl), cuadro 1.

**Cuadro 1.** Clasificación de la Mantequilla.

Tipo I	Mantequilla de leche o crema pasteurizada de vaca.
Tipo II	Mantequilla de leche o crema pasteurizada de cabra.
Tipo III	Mantequilla de leche o crema pasteurizada de vaca y cabra.

Norma Oficial Mexicana, NOM-F-10-1982, 1982.

Esta clasificación se da básicamente por el tipo de crema que se esté utilizando teniendo por consecuencia las siguientes:

De crema fermentada.

De crema dulce.

De tabletas de crema fermentada.

Salada en tabletas de crema fermentada.

Las distintas variedades se distinguen principalmente por su contenido de materia grasa y por el procedimiento de elaboración. En Alemania, se establecen en las normas TGL 2905/01 y 2905/02 las siguientes variedades, cuadro 2:

**Cuadro 2. Variedades de Mantequilla de Acuerdo a su Contenido de Grasa**

<b>Variedad</b>	<b>Porcentaje de Grasa (%)</b>
Mantequilla de marca, acidificada	79
Mantequilla de marca, no acidificada	79
Mantequilla de mesa, acidificada	74 y 79
Mantequilla de mesa, no acidificada	74 y 79
Mantequilla de mesa, salada	74 y 79
Mantequilla fresca de granja, acidificada	60
Mantequilla fresca de granja salada	60
Mantequilla de nata, acidificada	45
Mantequilla de nata, no acidificada	45

Lactologia Industrial, Spreer E., 1991.

La mantequilla es una grasa alimentaria de sabor y olor típicos. El sabor depende sobre todo de la proporción y composición natural de la grasa de la leche y el olor depende fundamentalmente de los fenómenos bioquímicos de maduración que se desarrollan en el curso del proceso de fabricación. Su alto punto de fusión que coincide con la temperatura corporal (36.1 ° C), hace que sea muy digestible y que su aprovechamiento por el organismo sea también bueno ( se aprovecha en más del 90 %).(56)(4)

Las funciones de las grasas en los alimentos generan sensaciones de suavidad, humedad, estructura, lubricación y transferencia de calor, esto debido a la proporción de sólidos y líquidos que se encuentran dentro de las mantecas. (9)

### **2.3. COMPOSICIÓN.**

**Cuadro 3.** Composición Química de la Mantequilla.

<b>Composición (g/100g)%</b>	
Agua	14
Proteínas	1.0
Grasas	83.2
Hidratos de carbono	0.5
Cenizas	1.3

Diccionario de los Alimentos, 1979.

**Cuadro 4.** Contenido de Minerales.

<b>Composición de sales minerales (mg/100g).</b>	
Potasio	37
Sodio	690
Calcio	110
Magnesio	4
Hierro	2
Fósforo	15
Azufre	127
Cloro	420
Manganeso	4
Aluminio	0.3
Yodo	0.006
Cinc	0.002

Diccionario de los Alimentos, 1979.

La composición media de una mantequilla salada es: 80% de materia grasa; 16.5% de agua; 2.3 % de sal y 1.2 % de suero que contiene proteínas y minerales. La mantequilla contiene también vitaminas liposolubles A, D, E y K y carotenoides. Cuadro 5(3)

**Cuadro 5.** Contenido de vitaminas (100 g).

<b>Vitaminas.</b>	
Vitamina A	4750 U.I.
Vitamina D: verano	60 U.I
Vitamina D: Otoño	40 U.I
Vitamina D: Invierno	20 U.I
Vitamina D: Primavera	12 U.I
Vitamina E	25 U.I
Vitamina B <sub>1</sub>	0.03 mg

Diccionario de los Alimentos, 1979.

**Tabla 7 .** Composición Lipídica de la Grasa de Leche.

1. Glicéridos	3.850 %	
2. Fosfolípidos	0.035 %	
a. Lecitinas	0.021	
b. Cefalinas	0.011	
c. Esfingomielinas	0.003	
3. Cerebrósidos	0.002 %	
4. Colesteroles	0.015 %	
5. Carotenoides	-	

Ciencia y Tecnología de la Leche, J. Amiot, 1991.

## 2.4 ESPECIFICACIONES.

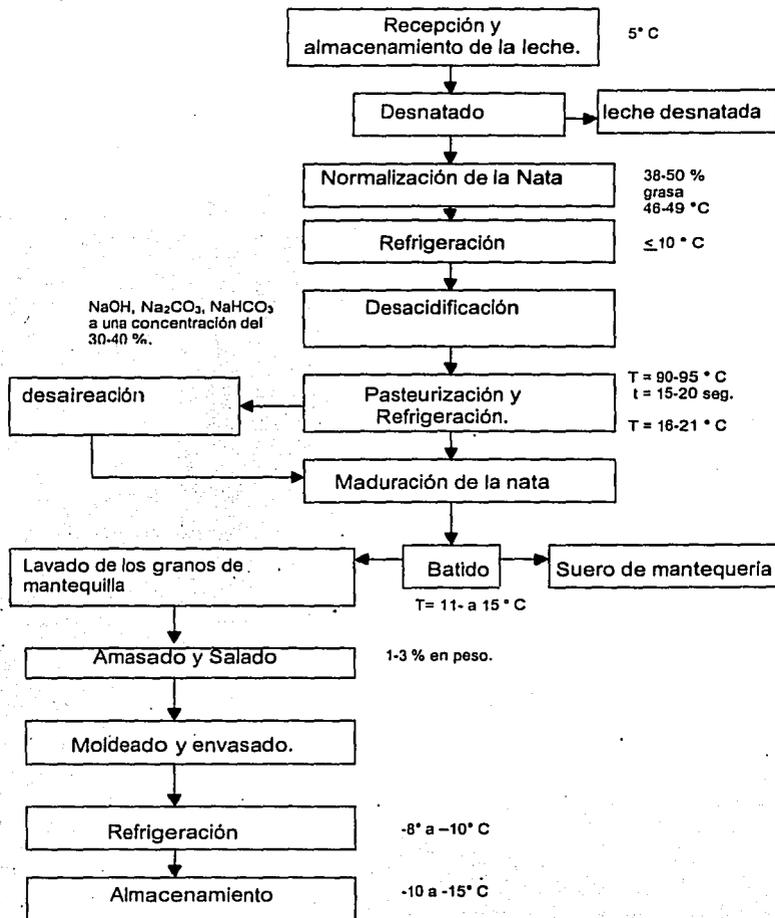
En el cuadro 6 se muestran los parámetros con los que debe cumplir la mantequilla, según la Norma Oficial Mexicana.

**Cuadro 6.** Especificaciones para Mantequilla según la NOM-F-10-1982

Especificaciones	Tipo I		Tipo II		Tipo III	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Humedad %		16		16		16
Punto de fusión	303 K (30° C)	311 K (38° C)	301 K (28° C)	311 K (38° C)		
Sólidos no grasos %	2.0	4.0	2.0	4.0	2.0	4.0
Cloruro de Sodio (NaCl). (para el producto sin sal) %		0.5		0.5		0.5
Cloruro de sodio (NaCl) (para el producto con sal) %		5.0		5.0		5.0
Grasa butírica % en peso	80		80		80	
Acidez expresada en ácido láctico %		2.0		2.0		2.0
Índice de Refracción 313 K (40° C).	1.4527	1.4566	1.4534	1.4541		
Índice de saponificación.	223.0	232.0	223.0	242.0		
Índice de yodo.	30	38	30	35		
Índice de Reichert - Meissl.	26	30	22	25		
Índice de Polenske.	1.9	3.0	4.0	6.0		
Índice de Kirchner.	19.0	26.0	19.0	26.0		
Fosfatasa.	4 U., de fenol /cm <sup>3</sup> , máx.		4 U., de fenol /cm <sup>3</sup> , máx.		4 U., de fenol /cm <sup>3</sup> , máx.	

Norma Oficial Mexicana, NOM-F-10-1982, 1982.

## 2.5 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACIÓN DE MANTEQUILLA.



(57)(3)(56)(61)

## **2.5.1 DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE BLOQUES.**

### **Recepción.**

La leche después de recibida en la planta, se refrigera y mantiene a unos 5° C antes del desnatado, en algunas mantequerías primero se pasteuriza y después se enfría hasta la temperatura de desnatado siendo ideal de 46 – 49 ° C.

### **Desnatado.**

En el caso de fabricación continua de mantequilla es corriente un desnatado hasta un contenido graso de la crema que oscila entre el 38 y 42 % de grasa, siendo importante seleccionar la cifra más adecuada para la calidad grasa y para el equipo que vaya a utilizarse; además el porcentaje de grasa debe conocerse y para la fabricación de mantequilla en las batidoras corrientes de acero inoxidable el contenido graso de la crema comúnmente es del 45 al 50 %. El desarrollo reciente de desnatadoras eficaces, de gran velocidad, autolimpiables han mejorado significativamente esta operación. (55).

### **Tratamiento de la nata.**

El tratamiento tiene como finalidad preparar la nata para el proceso de fabricación de la mantequilla. Es una etapa tecnológica de gran trascendencia ya que aproximadamente el 80 % de todos los posibles defectos de la mantequilla se deben a un tratamiento inadecuado de la nata. (56).

Entre los tratamientos de la nata se tienen la normalización y la desacidificación.

Normalización:

Esta operación preliminar consiste en regular la concentración de materia grasa de la nata del 35 al 40 % en la elaboración tradicional y del 40 al 45 % en la elaboración en continuo. Este proceso es cada vez más necesario puesto que se utilizan natas de diversa procedencia cuya concentración en grasa es variable, haciendo más complicado el trabajo de las máquinas y dando lugar a una

multiplicación de los controles. La normalización se realiza con leche desnatada fresca que aporta lactosa necesaria para la posterior maduración, además de mejorar las cualidades organolépticas de la nata.

**Desacidificación:**

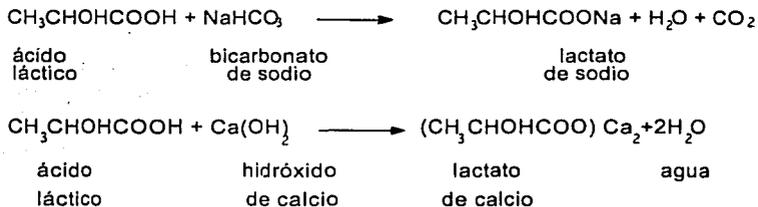
Esta operación es necesaria cuando se quieren pasteurizar las natas almacenadas cuya acidez pueda plantear problemas en los aparatos de calentamiento; para ello se emplean dos técnicas que controlan la acidez de la fracción no grasa de 15 a 20 ° Dornic:

**El lavado de la nata:** La técnica Alfa Laval implica una dilución de la nata ácida 1 ó 2 veces su volumen de agua, seguido de una centrifugación con objeto de eliminar el agua de lavado y empobrecer así la fase acuosa en componentes no grasos alterados.

**La adición de un neutralizante:** como sosa, cal o magnesia, aunque en general se utiliza lejía de sosa de un 30 – 40 %, por su rapidez de acción, su gran solubilidad y su bajo costo.

Este tratamiento, en mantequería se llama neutralización y consiste en reducir la acidez adicionando un álcali que da lugar a las reacciones siguientes:

**Figura 5.** Neutralizantes Utilizados en la Elaboración de Mantequilla.



Ciencia y Tecnología de la Leche, J. Amiot, 1991

Se utilizan neutralizantes de sodio o calcio, según las normas legales vigentes en cada país.

Los neutralizantes sódicos más utilizados son las mezclas de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ), carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) e hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ). Hay que añadirlos con precaución para evitar la formación de demasiada espuma originada por la producción de gas carbónico. Presentan la ventaja de ser muy solubles. Dentro de este grupo, los que se utilizan con más frecuencia son los carbonatos.

Los neutralizantes cálcicos, normalmente llamados cales, están compuestos por hidróxido de calcio con una pequeña proporción de magnesio. Son menos comunes por su escasa solubilidad, pero tienen un poder neutralizante superior al de los agentes sódicos.(2)

La neutralización debe hacerse de forma precisa y rápida. La cantidad de neutralizante a añadir se calcula teniendo en cuenta:

- la equivalencia molar entre el ácido láctico a neutralizar y el neutralizante;
- la acidez a neutralizar; acidez inicial menos acidez deseada;
- el contenido en materia grasa de la nata: la operación consiste en la neutralización del suero; que es donde se encuentran los elementos que determinan la acidez titulable.

La solución neutralizante se añade a la nata a una temperatura entre 25° y 30° C; antes de su pasteurización y debe mezclarse rápidamente para evitar cualquier concentración local.

La excesiva desacidificación convierte la nata en un medio favorable para el desarrollo de bacterias proteolíticas. La acidez óptima del suero de mantequilla varía entre un pH de 6.9 a 7.1; también hay que evitar una acidificación brusca, es decir, efectuada a temperaturas muy elevadas o con dosis demasiado concentradas de neutralizantes sódicos, que causarían la saponificación de las grasas y darían a la mantequilla un gusto a jabón, además de producir la racemización de los aminoácidos. (3)(57)

En aquellas centrales en las cuales el suministro de nata no es continuo, la nata se ha de refrigerar a temperaturas menores o iguales a 10 ° C antes de su almacenamiento intermedio o se ha de someter a un precalentamiento (termización) a 65-75 ° C. De no hacerse así, es muy probable que pierda calidad por la acción de los microorganismos, sobre todo se producirán defectos del sabor. Por la descomposición de las grasas.

La tecnología de la fabricación abarca todos los procesos que se desarrollan desde la obtención de la nata hasta el almacenamiento del producto acabado. El proceso que realmente define y caracteriza estas líneas de trabajo es el batido. Dicho proceso es el que transforma la emulsión de grasa en agua en una emulsión de agua en grasa. (57)(2)

La nata debe tratarse (calentarse y refrigerarse) inmediatamente después de su obtención.

#### **Pasteurización.**

Esta operación se debe aplicar lo más pronto posible una vez realizado el desnatado con objeto de limitar el riesgo de alteración de la grasa. En el caso de las natas de buena calidad, las temperaturas empleadas son de entre 90 y 95 °C durante 15 ó 20 segundos; en el caso contrario, se pueden incluso alcanzar los 105 ó 110 ° C con objeto de inactivar las lipasas microbianas; además a estas temperaturas se forman grupos sulfhidrilos (SH), antioxidantes. Este tratamiento térmico se lleva a cabo frecuentemente en intercambiadores de calor de placas.(53)

Cuanto mayor sea el contenido de grasa tanto más alta ha de ser la temperatura de pasteurización. Cuando el contenido de grasa es > 35 %, las temperaturas de pasteurización habrán de ser >100 ° C.

La pasteurización de la nata persigue los siguientes objetivos:

a) Destrucción de los gérmenes patógenos y de los perjudiciales tecnológicamente (bacterias, levaduras y mohos) que pudieran alterar la maduración y la calidad de la mantequilla.

b) Destrucción (inactivación) de las enzimas proteolíticas (proteasas) y lipolíticas (lipasas) que aparte de descomponer las proteínas y las grasas pudieran provocar fenómenos oxidativos en la mantequilla.

c) Ligera disminución de la viscosidad de la nata, lo que facilita el tratamiento de la misma. (57)

Durante la pasteurización, un tiempo demasiado largo o una temperatura muy alta y un calentamiento o un enfriamiento excesivamente lentos, pueden originar la desestabilización de la materia grasa y favorecer la aparición de una textura harinosa en la mantequilla. Sin embargo, una adecuada pasteurización contribuye a dar al producto la textura y consistencia deseadas. La materia grasa licuada por efecto del calor, cristaliza de distinta forma según el modo de refrigeración.

Así la refrigeración rápida de la nata favorece la formación de muchos cristales pequeños, mientras que en un enfriamiento lento, se forman más cristales de mayor tamaño.

Por el contrario, un enfriamiento lento y gradual de la nata deja mayor cantidad de grasa en forma líquida en el interior de los glóbulos, lo que hace que la mantequilla tenga una textura blanda y que sea mucho mayor la proporción de grasa que se pierde en el suero. Por lo tanto, la etapa de refrigeración de la nata pasteurizada tiene una gran importancia, pues su influencia sobre el modo de cristalización de la grasa nos permite controlar la textura y la consistencia de la mantequilla. (2)

### Desodorización (desaireación) de la nata.

En este proceso se elimina oxígeno de la nata, lo que impide el crecimiento de los perjudiciales gérmenes aerobios y los fenómenos de oxidación de la grasa.

La grasa es el componente de la leche que contiene la gran mayoría de las sustancias sápidas y olorosas. Por esta razón le transmite la nata muchos sabores y olores extraños a la mantequilla. Estos sabores y olores anómalos se suelen deber a que las vacas se han alimentado defectuosamente o a que se han mantenido en establos de atmósfera viciada, lo que se transmite a la leche.

Los métodos de desodorización más utilizados son:

a) La forma más simple de realizar ésto es sobre una superficie abierta de capa ondulada donde la nata caliente procedente del pasteurizador puede liberar el vapor.

b) También se puede conseguir un evidente efecto de desodorización haciendo pasar la nata a 40 – 50 ° C por una superficie abierta de riego entre el separador centrífugo y el depósito de alimentación de la instalación de tratamiento de la nata.

En los considerablemente más costosos aparatos de desodorización al vacío la nata se introduce en una cámara de vacío, la presión negativa existente allí (aproximadamente 80 – 85 kPa) hace que se reduzca el punto de ebullición produciéndose espontáneamente la evaporación de agua. Este vapor, al liberarse, arrastra consigo las sustancias que se pretenden eliminar, una bomba de vacío mantiene la presión constante y aspira el vapor de agua.

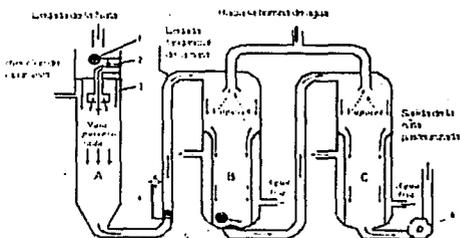
c) Cuando la nata cruda es de muy baja calidad se pueden utilizar vacreadores, figura 6. Se trata de unos aparatos que combinan un calentador y un desodorizador. En una primera cámara de vacío se mezcla la nata con vapor; en una segunda cámara, a un vacío de 60 – 67 kPa, se realiza el verdadero proceso de desodorización y de refrigeración de la nata. (61)

Este método es interesante porque:

1°. Permite trabajar natas bastante ácidas de hasta 50 ° D sin riesgo de adquisición de gusto a quemado. La desodorización se acompaña siempre de una desacidificación importante, ya que una gran proporción de ácidos volátiles escapan con el vapor en el curso de la destilación.

2°. Produce cierta homogenización de la grasa de la nata, provocada por la inyección súbita y masiva de vapor en el producto.

**Figura 6.** Partes de un vacreador.



1. Flotador que regula el nivel.
2. Válvula de admisión de la nata.
3. Pantalla.
4. Válvula de equilibrio.
5. Válvula de salida de la nata.
6. Bomba centrífuga.

Procesos de elaboración de Alimentos, Aleixandre Benavent J.L., 1996.

A) Cámaras de pasteurización (presión de 500-600 mmHg y temperatura de la nata de 92 a 25 ° C).

B) Primera cámara de destilación (presión de 340 mmHg y temperatura de la nata de 75-80 ° C).

C) Segunda cámara de destilación ( Presión de 90 mmHg y temperatura de la nata de 45 ° C).

d) La desodorización por destilación. El vapor se introduce en la base de una columna de destilación recorrida de arriba abajo por la nata previamente pasteurizada y todavía caliente. Líquido y vapor progresan en la columna a

contracorriente con el consiguiente arrastre y eliminación de los componentes volátiles por medio del vapor de agua.

El interés de este método radica en la facilidad de funcionamiento y en que al no ser sometida la nata a ninguna acción violenta, los glóbulos permanecen íntegros y se eliminan los riesgos de pérdidas de grasa en el curso de batido.(2)

### **Maduración de la Nata.**

La maduración de la nata supone la preparación intensiva final de la nata para el batido.

Se emplea un tanque de maduración de nata, son recipientes de doble pared con una capacidad de 2000 a 10000 litros (o más) que están equipados con un agitador y a veces con una camisa externa de aislamiento. Generalmente son de forma redonda con refrigeración por camisa; más raramente se emplean también recipientes con forma de bañera en los que la refrigeración se realiza a través del agitador. Las piezas accesorias se construyen de acero al cromo-níquel o de acero con esmalte de vidrio y la camisa externa de acero al cromo-níquel o de chapa lacada de acero. El medio calefactor y el medio refrigerante de la nata circulan por dentro de la pared (entre camisas), por dentro del agitador, o por dentro de ambos. Los tanques de maduración presentan además unos cabezales de inyección para efectuar la limpieza química automática. Además llevan instalados unos aparatos de medida de pH y de la temperatura (termómetros) para poder realizar el seguimiento del proceso de acidificación y de las temperaturas. Los valores medidos se transmiten a una instalación de control y ésta regula automáticamente los procesos de calentamiento, de refrigeración y de agitación que son adecuados para cada fase de la acidificación de la nata.

**a)Procesos Físicos:** modifican la consistencia ya que se regula y finaliza el proceso de cristalización y se reduce aún más la impermeabilidad de la envoltura de los glóbulos grasos.

Si no se controla la refrigeración de la nata, la consistencia y la dureza de la mantequilla, dependerá exclusivamente de la composición y de las propiedades físicas de la materia grasa y por lo tanto varía con las estaciones. En primavera y verano, aumenta la proporción de ácidos grasos insaturados, de pequeño peso molecular y con un punto de fusión bajo y la mantequilla es de consistencia blanda y textura grasienta. Por el contrario el otoño e invierno, la mantequilla tiene una consistencia dura, quebradiza y una textura pegajosa, como resultado del aumento de la proporción de ácidos grasos saturados, de peso molecular elevado y con un alto punto de fusión.

Para evitar esta situación, hay que adaptar la fabricación a los cambios que se producen en la composición y las propiedades de la materia grasa. Esta es la finalidad que persigue, utilizando el frío, la maduración física de la nata pasteurizada. Esta operación consiste en refrigerar y mantener la nata a baja temperatura durante un tiempo suficientemente largo para obtener una relación óptima entre la grasa solidificada y la grasa líquida. El tratamiento tendrá que ser más largo en verano que en invierno, porque durante esta época del año, la proporción de ácidos grasos insaturados de bajo punto de fusión es mayor.

En la maduración física de la nata, se puede controlar el grado y la velocidad de cristalización de la grasa en el interior del glóbulo y conseguir así una regularidad en su estado físico. El tamaño, la forma, la disposición y el número de los cristales, así como la óptima relación entre las fases sólida y líquida, permiten una buena inversión de fases durante el batido y la producción de mantequilla de consistencia uniforme.

Después de la pasteurización, la nata se refrigera rápidamente en un intercambiador tubular o en un sistema de placas a una temperatura de unos 3 ° C menos que la de batido. En general, la nata se enfría hasta 7 ° - 10 ° C en verano y de 10 ° a 12. 5 ° C en invierno, durante un tiempo mínimo de tres a cuatro horas y preferiblemente de unas veinte horas, para conseguir la solidificación parcial de

los glóbulos grasos. Al principio del período de maduración, el calor latente de cristalización (fenómeno de sobrefusión) aumenta la temperatura de la nata de 1 a 3 ° C.- cuando el batido se efectúa tras un periodo de maduración muy corto, es necesario bajar algunos grados la temperatura normal de batido. (3)

**b) Procesos Bioquímicos:** son los más destacados. La acción de las bacterias lácticas acidificantes dan lugar al desarrollo de acidez y de un aroma deseados.

#### Maduración con acidificación.

A los procesos físicos se les unen en este caso una serie de procesos bioquímicos.

Las bacterias lácticas acidificantes añadidas con el cultivo (fermento) láctico fermentan en la nata la lactosa en varias etapas a ácido pirúvico, que después se reduce a ácido láctico. (56)

Después de la pasteurización la crema se enfría a 16 – 21 ° C y se inocula con un 4% aproximadamente de un cultivo mixto que contenga como productores de ácido *Streptococcus lactis* y/o *Streptococcus cremoris* y como aromatizantes *Leuconostoc cremoris* y/o *L.euconostoc dextranicum* y *Streptococcus lactis*, subespecie *diacetylactis*. Como regla general la temperatura de maduración, que depende de la estación, varía entre 16-18 ° C en verano y 19-21 ° C en invierno.

Las temperaturas mayores favorecen una maduración rápida mientras que las menores determinan una refrigeración posterior más fácil. (55)

En menor cuantía se producen también otros productos de fermentación como ácido acético, ácido propiónico y ácido carbónico. Los ácidos producidos provocan la coagulación de las proteínas (de la caseína), lo que altera el sistema disperso de la nata de tal manera, que se va a facilitar posteriormente la separación de la

grasa y del suero durante el batido. El ácido láctico interviene además en la formación de diacetilo, que es una sustancia aromática de la mantequilla. Libera a partir aproximadamente de un pH de 5.0 – 5.2, ácido cítrico de sus sales. Este ácido cítrico libre que se origina es transformado por los fermentos productores del aroma, en presencia de lactosa, en acetoina y diacetilo. Los fermentos productores del aroma pueden formar estos mismos productos de fermentación directamente de los citratos, siempre y cuando exista lactosa en el medio. En la figura 7 se muestra un tanque de maduración.

La producción de diacetilo puede estimularse:

- a) Con temperaturas de maduración  $<15^{\circ}\text{C}$  en la segunda fase de la maduración.
- b) Mediante la incorporación de aire (oxígeno) agitando frecuentemente la nata en la primera mitad del proceso de maduración.
- c) Teniendo en cuenta el valor óptimo de pH ( $<5.2$ ).
- d) Añadiéndole 0.15 % de ácido cítrico a la nata.

La mantequilla de nata acidificada tiene un contenido de diacetilo de 0.5 – 2 mg. por Kg. de mantequilla. (56)(57)

Grado de madurez.

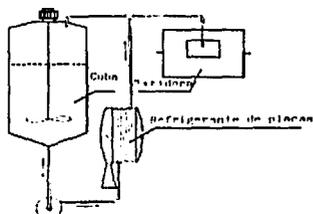
El grado de madurez para el batido de la nata influye considerablemente en el proceso acabado por lo que se ha de fijar su valor siempre en relación con la calidad de mantequilla que se desea obtener. Los valores de pH a alcanzar en la nata antes del batido son, según los tipos cualitativos de mantequilla, los siguientes:

- |   |           |
|---|-----------|
| a) Mantequilla para el consumo en fresco,           |           |
| obtenida por procedimientos continuos (sin lavado): | 4.8 – 5.2 |
| con una proporción de suero del 25-40 %             | 4.7 – 5.1 |
| con una proporción de suero del 15-20 %             | 4.6 – 4.9 |

obtenida por procedimientos discontinuos (con lavado)	4.6 -4.8
b) Mantequilla para almacenar en refrigeración a bajas temperaturas,	
obtenida por procedimientos continuos (sin lavado)	4.9 -5.4
obtenida por procedimientos discontinuos (con lavado)	4.7 -4.9.

Tanto el exceso como la falta de acidificación pueden provocar defectos en la mantequilla (aceitosa, espesa, metálica, agria, vieja, etc.). (55)

**Figura 7.** Tanque de maduración asociado a un refrigerante de placas.



Procesos de elaboración de Alimentos, Aleixandre Benavent J.L., 1996.

### **Batido.**

La fabricación de mantequilla requiere dos operaciones fundamentales: la inversión de fases de la emulsión de nata y la expulsión del suero. Este proceso se lleva a cabo durante el batido de la nata.

#### **a) Principio de Batido.**

Se han propuesto diversas teorías para explicar el fenómeno de butirificación durante el batido. Las más importantes son las basadas en los principios de aglomeración, concentración y combinación. La fabricación de mantequilla por el procedimiento convencional o método discontinuo, es una aplicación del principio

de la aglomeración y se basa en la teoría de las espumas. La nata se agita en unas condiciones determinadas que favorecen la formación de mantequilla por coalescencia de los glóbulos grasos. Durante la agitación de la nata se forma abundante espuma, los glóbulos grasos se aglomeran en grumos cada vez más grandes y posteriormente la espuma se desestabiliza y los granos de mantequilla se separan del suero. La incorporación de aire durante la agitación aumenta la viscosidad de la nata, orienta y aproxima mucho los glóbulos grasos en las partes de las burbujas en donde la interfase está constituida por agentes tensoactivos agua y aire. La refrigeración, la formación de la espuma y los choques repetidos tienen un efecto abrasivo sobre los glóbulos y modifican su membrana rompiendo la capa interna, lo que facilita la liberación de la materia grasa líquida y la coalescencia de muchos grumos entre los que quedan dispersas gotitas de suero muy pequeñas. El fenómeno se va intensificando durante el proceso y cuando la materia grasa que se encuentra en forma líquida es suficiente en relación con la materia grasa sólida, se forman gránulos más grandes o granos de mantequilla. La emulsión se invierte súbitamente y el suero se separa. Después, los granos de mantequilla se amasan para conseguir que se suelden y obtener una masa homogénea de mantequilla. (3)

#### **b) Ajuste de la temperatura de batido.**

Es una etapa muy importante, pues condiciona no sólo la calidad del producto acabado, su consistencia, gusto, color y contenido de aire, sino también el rendimiento, en el caudal de la batidora y en las pérdidas de materia grasa en la mazada.

Antes del batido se mide la temperatura de la nata y si es necesario, se corrige mediante refrigeración o calentamiento. La temperatura óptima de batido oscila entre 11° y 15 ° C; depende del procedimiento de batido, del contenido de grasa de la nata (alto contenido de grasa bajas temperaturas) y de, la muy variable según la estación del año, temperatura ambiente de la sala. (55)

La nata se almacena en silos de gran capacidad con objeto de fijar durante mucho tiempo el control de los parámetros de batido.

Además de la temperatura de batido, también tienen gran importancia el método y el material necesario para este ajuste, pues deben mantener el equilibrio físico de la nata conseguido durante la cristalización. A este respecto se recomienda utilizar un cambiador de calor especial de baja compresión con una gran superficie de intercambio con objeto de limitar la diferencia de temperatura entre el fluido y la nata a  $1 - 2^{\circ} \text{C}$  y de obtener una precisión del orden de un cuarto de grado Celsius. (33)

### **c) Técnica de batido discontinua.**

La técnica de batido tradicional puede parecer algo anticuada comparada con las características de las nuevas generaciones de batidoras, aunque tiene interés puesto que en ella se pueden comprender los fenómenos de inversión de las fases grasa y acuosa, contrariamente a los equipos modernos en los que el paso de nata (emulsión del tipo aceite en agua) a mantequilla (emulsión del tipo agua en aceite) es instantáneo.

La tecnología tradicional se representa en la gráfica 1 solamente vamos a añadir algunas observaciones:

En el batido, por efecto de los choques, se produce un hinchamiento de la nata a medida que incorpora aire, traduciéndose en la asociación de los glóbulos grasos en la interfase aire- fase acuosa, debido a las fuerzas de tensión superficial.

Poco a poco las membranas de los glóbulos grasos, frágiles por la maduración física, explotan debido a la acción mecánica y liberan su grasa líquida.

Los glóbulos grasos se asocian gracias a su hidrofobización progresiva producida por la salida de la grasa de bajo punto de fusión, que hace de argamasa.

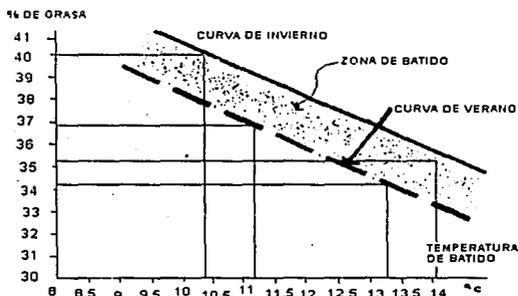
Cuando el efecto de los microorganismos existentes en la mantequilla y la cantidad de grasa exudada, que actúa como antiespumante, son suficientes, se produce un esclarecimiento terminando la inversión de fases.

Los factores que influyen sobre este fenómeno son la temperatura de batido, la acidez de la nata, la composición de la materia grasa y el tamaño de los glóbulos grasos.

El batido va seguido generalmente de uno o varios lavados que favorecen la separación de la mazada intergranular dando firmeza a los granos de mantequilla antes del escurrido.

Esta técnica tradicional ha sido sustituida rápidamente por las batidoras que han permitido por una parte reducir los costos de producción, introduciendo la continuidad en el proceso de fabricación, y por otra, mejorar los rendimientos y la calidad del producto.

**Grafica 1.** Temperatura de Batido.



Leche y Productos Lacteos, Rebollar Calvo Miguel, 1993.

#### **d) Técnica de batido continua.**

El proceso de fabricación continuo incluye las mismas operaciones que el batido clásico, aunque las lleva a cabo sin interrupción y en un tiempo relativamente corto, lo que da más importancia a las operaciones de preparación de la nata. La

nata es impulsada por una bomba positiva de caudal regulable a un cilindro de batido por medio de un cono eyector.

Este cilindro contiene un batidor rotatorio provisto de paletas, que produce el estallido de los glóbulos grasos y la salida de la grasa líquida necesaria para la aglomeración de los microorganismos de mantequilla. (53)

La operación se desarrolla tanto más deprisa cuanto más enérgica es la agitación. Está en función de la velocidad de rotación de la batidora, que oscila entre 20 y 30 vueltas por minuto, según el volumen del aparato y el grado en que éste se llena; no debe exceder de un 50 %. En la industria se utilizan aparatos cuya capacidad total puede alcanzar los 12 000 litros.

Después de verter la nata en la batidora, se pone en marcha el equipo a la velocidad máxima. Después de unas cuantas vueltas, se para con objeto de evacuar el gas carbónico que se desprende de la nata y cuya presión podría separar las duelas. Puesta de nuevo en marcha la batidora, se observa, al cabo de 30 a 35 minutos, que el cristal de la mirilla, empañado hasta entonces, comienza a aclararse. La nata se presenta bajo el aspecto de un montón de minúsculos granos, unas cuantas vueltas más y el cristal queda completamente transparente y permite ver los granos de mantequilla, del tamaño de un grano de trigo, nadando en el suero; la nata se ha transformado ya en mantequilla y se procede entonces a la evacuación del suero o mazada.

En el curso de estas operaciones, el punto más delicado consiste en la obtención de unos granos de mantequilla lo suficientemente finos para que puedan ser bien lavados. También es importante vigilar atentamente el trabajo y detener la batidora en el momento exacto, dada la tendencia de los granos a crecer a partir de cierto instante. (59)

## **Formación de la emulsión.**

En determinadas condiciones de concentración en materia grasa y temperatura, la agitación viva ( batido para obtener la crema montada o para la elaboración de mantequilla) provoca primero la formación de una espuma firme, y, si se prosigue esta agitación, se llega a la mantequilla (figura 8). Se trata de fenómenos físicos complejos; cuya explicación más aceptable es la siguiente:

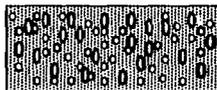
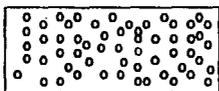
1. La agitación provoca la incorporación de burbujas de aire, se forma entonces una fase gaseosa discontinua gracias a la adsorción de sustancias proteicas que forman una fina capa protectora en la interzona aire / liquido, que se vuelve estable cuando las burbujas de aire incorporadas se subdividen formando pequeños núcleos, alrededor de los cuales se agregan los racimos de glóbulos grasos. (1)

*Consecuencia:* el volumen y la viscosidad aumentan, formándose una espuma sólida si el contenido en materia grasa es superior al 30 – 35 %.

2. El aumento de las microburbujas de gas incorporadas bajo las influencia de la agitación prolongada, provoca una fuerte compresión de los glóbulos grasos. Una parte de éstos se destruye; la película de absorción se rompe y las sustancias que la componen se disuelven; por este hecho la mazada o suero de leche se enriquece en lecitinoproteínas. La materia grasa liberada forma una fase continua, un cemento que envuelve a las gotitas acuosas y a los glóbulos grasos intactos.

*Consecuencia:* los granos de grasa se separan del plasma que constituye el suero de mantequilla. Se produce una inversión parcial; el tipo de emulsión original "grasa en agua" se sustituye por el de "agua en grasa" propio de la mantequilla.

**Figura 8. Inversión de fases en la fabricación de Mantequilla.**



Leche: Emulsión tipo grasa en agua

Mantequilla: emulsión tipo agua en grasa



Solución acuosa.



Fase grasa continua.



Gotitas acuosas.

Glóbulos grasos con película de adsorción.

Ciencia de la Leche, Alais Charles, 1971.

La fase grasa continua lleva también materia grasa en fase discontinua que ha quedado en forma globular y cuya proporción varía según la forma en que se ha tratado la crema.

En el procedimiento de batido clásico, aproximadamente la mitad de la materia grasa permanece en estado globular; la otra mitad forma la fase continua, que engloba los glóbulos intactos y las gotitas de agua, así como un poco de aire.

En los procedimientos modernos de fabricación continua, la elaboración de la mantequilla se produce también por agitación de la crema en presencia de aire; ahora bien, esta agitación es muy intensa y la transformación rápida, destruyéndose más de los 2/3 de los glóbulos grasos. (1)

### **Cristalización.**

La grasa, al estar formada por triglicéridos, presenta, debido a la diversidad de los ácidos grasos presentes, comportamientos de solidificación muy diferentes; de lo que se deduce que también variará mucho la "dureza" de la grasa de la

mantequilla. La "dureza natural depende fundamentalmente de los distintos regímenes de alimentación del ganado en las distintas épocas del año. La alimentación fibrosa, que es típica en invierno, produce una grasa dura caracterizada por pocos dobles enlaces y por estar formada fundamentalmente por ácidos grasos de cadena corta.

La formación de los cristales (la cinética de cristalización) depende totalmente de las temperaturas a las que se desarrollan los procesos de refrigeración y de maduración de la nata.

La disminución de la temperatura (refrigeración) altera el equilibrio de la disolución provocando una sobresaturación. A consecuencia de ello se forman primeramente pequeños cristales (conocidos como "gérmenes de cristalización) que van aumentando de tamaño. El fenómeno de cristalización de la grasa también es un proceso que se desarrolla con lentitud, durante horas e incluso durante días.

Precht y Peters diferencian 4 tipos de glóbulos grasos cuando la cristalización se desarrolla a una temperatura constante de 11 a 15 ° C:

Tipo 1: Glóbulos grasos con una delgada capa cristalina periférica y con un núcleo líquido.

Tipo 2: Glóbulos grasos con una delgada capa cristalina periférica, con complejos de grasa cristalina y con un reducido núcleo líquido.

Tipo 3: Glóbulos con una gruesa envoltura cristalina y con un núcleo líquido.

Tipo 4: Glóbulos con una gruesa envoltura cristalina, con complejos de grasa cristalina y con un reducido núcleo líquido.

La frecuencia de aparición de los distintos tipos se puede regular variando las temperaturas. Esto permite influir, con una cierta independencia de la composición que presente la grasa, sobre la consistencia de la mantequilla. (56)

### **Granos de mantequilla y lavado.**

Después de la extracción del suero se introduce el agua de lavado en el aparato, llenándolo hasta 2/3 de su capacidad. Se vuelve a poner en funcionamiento la batidora y se ven dar vueltas los granos en el agua mientras se desprenden del suero que les cubría. Se detiene de nuevo la batidora para evacuar el agua, que se ha de vuelto lechosa, y se repite la operación una o dos veces más. El agua del último lavado debe ser clara en el momento de su evacuación.

Teóricamente el lavado tiene como objeto sustituir las gotas de suero emulsionadas en la mantequilla por gotas de agua pura. Esta sustitución de un medio rico en sustancias nitrogenadas y en lactosa por un líquido que no contiene sustancias nutritivas impide, en principio, el crecimiento microbiano en la mantequilla, ya que los microorganismos no pueden multiplicarse en la grasa.

Durante el lavado, la experiencia demuestra que se elimina muy poca cantidad de producto no graso, la mayor parte de las sustancias nitrogenadas quedan absorbidas en la superficie de los glóbulos grasos. Por ello, es totalmente inútil multiplicar el número de lavados; después de lavar tres veces la mantequilla, es casi siempre imposible rebajar sensiblemente la proporción de sustancias no grasas. Estas últimas alcanzan corrientemente en las mantequilla perfectamente lavadas cifras que oscilan entre un 0.5 y 1.0 %, lo que corresponde aproximadamente a una dilución del suero a un medio.

El agua del lavado debe ser pura, estéril y con un bajo contenido en metales, para que no comunique malos sabores a la mantequilla y para evitar la contaminación. Su temperatura debe ser aproximadamente la misma que la de los granos de mantequilla, preferiblemente un grado más alta. Si el agua está más caliente resultará una mantequilla demasiado húmeda y de consistencia blanda a la salida de la batidora. Posteriormente, a causa de una recristalización lenta de la grasa, con formación de grandes cristales, se volverá rígida. (59)

**Amasado.**

Esta operación facilita la unión de los granos y la pulverización de la fase acuosa en el seno de la grasa, tiene mucha más importancia para la conservación de la mantequilla que el lavado. En efecto, los gérmenes sólo pueden desarrollarse en la fase acuosa, y cuando el amasado es correcto, su número es siempre inferior al de las gotas de suero que constituyen la emulsión. La mayoría de estas gotas permanecen, pues, estériles, y las contaminadas, 1 de cada 1000, debido a su pequeño volumen, sólo ofrecen a los gérmenes una cantidad escasa de alimentos, lo que impide su proliferación masiva.

El amasado regula igualmente el contenido en agua y su distribución en la mantequilla. Practicada en seco, la operación consigue rebajar el contenido en agua, sin que esta disminución sea nunca muy importante. A veces es imposible rebajar la humedad del producto más de un 1 %, especialmente si la formación de los granos de mantequilla en el curso del batido ha tenido lugar correctamente.

Se toman muestras en diversos puntos de la masa de mantequilla con objeto de determinar la humedad y saber hasta cuando hay que continuar la operación. (33)

**Salado.**

La sal contribuye a intensificar el sabor y prolonga el tiempo de conservación de la mantequilla. Sus propiedades antisépticas limitan el desarrollo microbiano y evitan la aparición de algunos defectos. Sin embargo, tiene también algunos efectos negativos. Las gotitas de agua salada son más difíciles de dividir y tienen un tamaño mayor, lo que modifica la consistencia de la mantequilla haciéndola más grosera. Por esta razón es muy importante amasar correctamente la mantequilla salada para conseguir un reparto uniforme del agua en gotitas del menor tamaño posible. Un exceso de sal, generalmente hace que aumente la cantidad de agua libre en el producto final y también favorece la aparición de algunos defectos del sabor en la mantequilla de larga conservación.

La sal se suele añadir en una proporción entre el 1 y el 3 % según las exigencias del consumidor. El máximo porcentaje autorizado para la mantequilla de lata es del 2 %.

La sal utilizada debe ser químicamente pura, extra fina y total y rápidamente soluble, normalmente se añade en seco, en el caso de un salado no muy intenso, se puede añadir disuelta en el agua de estandarización. Es importante que la sal se distribuya uniformemente en la mantequilla, ya que de no ser así, el producto final tendría una textura arenosa y un aspecto marmóreo. (3)

### **Moldeado y Envasado.**

En las instalaciones modernas sumamente mecanizadas, la mantequilla por lo común se moldea y envuelve mecánicamente, inmediatamente después de que ha sido retirada de la batidora.

El moldeado de la mantequilla se hace comúnmente directamente de la batidora por medio de un molde; una bomba y un cabezal moldeador ajustable forman parte de esta unidad, la bomba está diseñada para entregar una cantidad predeterminada de mantequilla, ésta puede ser de unos cuantos gramos hasta un kilogramo, solamente son permisibles variaciones extremadamente pequeñas en el peso. Cada molde o trozo de mantequilla es entregado a una unidad de envoltura mecánica.

Las charolas son cajas rectangulares cuyas dimensiones están en relación con las de los trozos o moldes rectangulares que se van a moldear y a envolver para su venta; cuando se endurece, la mantequilla se retira de las charolas, se coloca en una plataforma de cortado y se hace pasar a través de alambres bien tensos, para cortarla y darle las dimensiones adecuadas al molde. Los moldes o trozos se separan y se envuelven individualmente, en forma manual o bien mecánicamente.(61)

En algunos países como Francia, la mantequilla se distribuye en cajas cúbicas ó en pequeños toneles de 20 a 25 Kg., en cestos troncocónicos de 10 Kg., en

pastillas de 250 y 125 g o en porciones individuales de 20 g cubiertos de papel sulfurizado, forrado por lo general de una hoja de aluminio. Pueden utilizarse también películas celulósicas del tipo del celofán.

El envasado en pastillas se efectúa en la fábrica o en el lugar de consumo por medio de empaquetadoras automáticas capaces, según los modelos, de un rendimiento de 1000 a 6000 pastillas de 250 g por hora.

### Refrigeración

Puesto que la mantequilla es un producto predominantemente a base de grasa que, a su vez, es un buen aislante, siempre es difícil enfriar rápidamente este alimento. En condiciones de refrigeración el tiempo máximo de conservación, dependiendo de la calidad de la mantequilla, varía con la temperatura de almacenamiento y Schulz (1964) ha resumido estas relaciones como se indica en la tabla 8

**Tabla 8.** Capacidad de Conservación de la Mantequilla dependiendo de su calidad.

Temperatura de Almacenamiento (° C)	Capacidad de Conservación Muy Buena Calidad	Capacidad de Conservación Buena Calidad	Capacidad de Conservación Mala Calidad
20	3 semanas	10 días	3 días
15	5 semanas	20 días	3 días
10	2 meses	4 semanas	1 semana
0	3 meses	6 semanas	1-4 semanas
-12	9 meses	6 meses	1-3 meses
-25	12 meses	9 meses	3-6 meses

Microbiología Lactológica, Robinson K. R., 1987.

### Almacenamiento.

La mantequilla se puede almacenar durante varios meses si las temperaturas de almacenamiento son suficientemente bajas. Mientras más tiempo se mantenga en almacenamiento, más baja debe ser la temperatura del mismo. Las temperaturas de -20 ° a -25 ° C son adecuadas para un almacenamiento de varios meses. Si el

almacenamiento se va a hacer solamente por uno o dos meses, es suficiente una temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $-15^{\circ}\text{C}$ .

El almacenamiento a temperaturas bajas es costoso particularmente cuando se prolonga por varios meses, durante el almacenamiento la mantequilla debe protegerse de pérdidas de peso que resulten de la evaporación de la humedad que procede de la superficie de la misma. El empaque y envoltura adecuados para almacenamiento, así como la regulación de humedad en la atmósfera del cuarto frío, suministran una cierta protección contra tales pérdidas. (61)(57)

Dos factores que condicionan la conservación de la mantequilla por el frío son las modalidades de depósito y la fabricación del producto.

La temperatura desempeña el papel principal, se ha demostrado que es innecesario aplicar una temperatura de almacenamiento inferior a  $-15^{\circ}\text{C}$  y que no es indispensable la congelación a  $-30^{\circ}\text{C}$  y el posterior depósito a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Son más óptimas las temperaturas de almacenamiento próximas a  $-15^{\circ}\text{C}$ .

Como todas las materias grasas, la mantequilla es capaz de absorber rápidamente los malos olores. De ahí que sea indispensable conservarla en cámaras frías especialmente concebidas para este fin; en particular, la carne, el pescado y ciertos quesos no deben almacenarse en sus proximidades.(59)

A consecuencia de la lenta velocidad de enfriamiento de la mantequilla, su carga microbiana aumenta generalmente durante los primeros días de almacenamiento, especialmente en el producto sin salar y después disminuye; los coliformes mueren generalmente durante el almacenamiento. Es escaso el crecimiento microbiano en la mantequilla mantenida por debajo de los  $0^{\circ}\text{C}$  y prácticamente ninguno cuando se conserva a  $-15^{\circ}\text{C}$ , temperatura a la que hay que esperar que disminuyan algo los recuentos microbianos, sobre todo en la mantequilla sin salar.(56)

## **2.6 DEFECTOS Y ALTERACIONES DE LA MANTEQUILLA.**

El deterioro de la mantequilla por microorganismos depende primero de si ha estado contaminada con organismos capaces de causar defectos y en segundo lugar de si el estado físico de la mantequilla permite que éstos se desarrollen lo suficiente para provocar los cambios. Debe notarse que el número de gotas de agua en la mantequilla es muy grande, de 10 a 18 billones por gramo y puesto que el número de bacterias es mucho menor, muchas de las gotas deberán estar estériles. En la mantequilla que tiene humedad finamente dispersa (mantequilla seca), los nutrientes disponibles para el desarrollo de las bacterias son limitados, en comparación con la mantequilla en que las gotas son grandes y tienden a aglomerarse (mantequilla húmeda).

En el almacenamiento prolongado a temperaturas de refrigeración, algunas veces las barras forman mohos (con sabores rancios o de Roquefort) que se deben a la contaminación durante el proceso de envasado. Otro de los defectos bacteriológicos comunes es el desarrollo de un olor a queso o pútrido; en esto normalmente intervienen los suministros de agua contaminada, el equipo defectuoso, procedimientos inadecuados de fabricación y malas condiciones sanitarias.

Normalmente, cuando no hay deterioro bacteriano se encuentra ranciedad, sabor a pescado y a sebo. El desarrollo de una condición rancia casi siempre es causado por la acción de la lipasa sobre la crema cruda antes de la pasteurización. El sabor a pescado es un defecto principal de la mantequilla salada que ha estado almacenada y es mucho menos común ahora que antes debido a la baja acidez en el batido y la eliminación de cobre en el producto por el uso general del equipo de acero inoxidable. La oxidación, el sabor a sebo y el blanqueo puede presentarse en mantequilla que se ha conservado durante largos periodos de tiempo. Los factores que tienden a acelerar este cambio son: luz solar, temperatura y contaminación con metal como cobre. (14)

### 2.6.1 Defectos de aspecto.

Si la fabricación se realiza sin cuidado, con material mal lavado, la mantequilla puede quedar sucia y llevar impurezas groseras. Hay que evitar las jaspeaduras, son prueba de una utilización incorrecta del colorante o de un amasado insuficiente o irregular. Este defecto es corriente cuando la mantequilla se sala, en efecto los cristales de cloruro de sodio, para disolverse, atraen el agua que los rodea, provocando la formación de gotas de salmuera de color oscuro. Es pues necesario, cuando se sala mantequilla, esperar a que los cristales se hayan disuelto completamente antes de efectuar el amasado final.

Cuando la mantequilla lleva mucho tiempo fabricada y su conservación se realizó en malas condiciones, puede mostrar manchas de diversos colores causadas por la proliferación de mohos.

### 2.6.2 Defectos de textura.

Se aprecia la textura de la mantequilla extendiéndola primero con un cuchillo y degustándola después. Una textura correcta permite una extensión fácil, sin que la pasta se pegue a la hoja del cuchillo y sin que se formen grumos. En la boca, la mantequilla debe fundirse fácilmente, sin que dé la impresión de grasa o de presencia de granos de arena, que son consecuencia de una cristalización defectuosa de la materia grasa.

a) La mantequilla quebradiza y grumosa es frecuente en invierno. El defecto se debe a que los glicéridos forman grandes cristales, que privan a la pasta de cohesión a causa de la poca cantidad de oleína libre que los baña. Para evitar este efecto hay que lograr que la materia grasa forme cristales diminutos, enfriando enérgicamente la nata tras la pasteurización.

b) La mantequilla blanda, pegajosa, se debe a la presencia de una fuerte proporción de oleína libre, líquida a la temperatura ambiente. El remedio consiste

en evitar la expulsión, fuera de los glóbulos grasos, de una cantidad excesiva de oleína libre, y en formar simultáneamente grandes cristales de glicéridos que, inundados en oleína libre, confieren a la mantequilla una textura más firme. Este doble objetivo se consigue no enfriando demasiado la nata tras la pasteurización y efectuando la maduración a 19-17 ° C. Puede suceder también que la textura larga y pegajosa sea consecuencia de un amasado demasiado prolongado..

c) La mantequilla arenosa es un defecto que afecta sobre todo a las partidas fabricadas con natas de granja. Durante las manipulaciones que preceden a la pasteurización ( traslado, desacidificación, etc.) se puede observar un principio de batido y los granos de mantequilla formados se funden durante la pasteurización. Esta mantequilla fundida cristaliza durante el enfriamiento, formando cristales voluminosos responsables de la particular sensación que percibe el degustador. Es importante, pues, evitar el batido parcial. Si a pesar de las precauciones tomadas se produce, hay que cristalizar finamente la mantequilla fundida enfriando la nata enérgicamente y con rapidez.

#### 2.6.3 Distribución defectuosa del agua.

Cuando se corta la mantequilla, se percibe, en la superficie del corte, gotitas de agua resultantes de un amasado insuficiente, más que de una humedad excesiva. Una mantequilla con un 14 % de agua, mal amasada, puede rezumar el líquido, mientras que una mantequilla con un 16 % de agua, como suele ser el caso en Alemania, puede parecer perfectamente seca si ha sido convenientemente amasada.

#### 2.6.4 Defectos y alteraciones del gusto y el olor.

Son las más numerosas, las más frecuentes y las más graves. Su origen es bacteriológico (enranciamiento, gusto ácido, a queso, a levadura, a moho, a malta) o químico (gusto a metal, seboso, a pescado, a caramelo).

a) Enranciamiento o rancidez hidrolítica.

Es el defecto más conocido. Está provocado por la hidrólisis de la materia grasa, que libera algunos ácidos volátiles de olor picante; ácidos butírico, caproico, etc. Cuando hay enranciamiento cétonico, los ácidos liberados se transforman, por oxidación, en metilcetonas volátiles de olor muy desagradable.

Los agentes de enranciamiento son numerosos. En algunos casos, se trata únicamente de la lipasa mamaria; en otros casos, mucho más frecuentes, se debe a gérmenes de polución productores de lipasa. Orla-Jensen ha señalado asimismo el papel de los microbios caseolíticos que provocan la formación de amoníaco capaz de combinarse con los ácidos grasos formando productos de olor repugnante.

Los gérmenes del enranciamiento más abundantes son mohos (*Geotrichum*, *Cladosporium*, *Penicillium*) y bacterias (*bacterias fluorescentes*, *micrococcos*, etc. ). Las levaduras, algunas de cuyas especies son fuertemente lipolíticas, intervienen más raramente. (5)(38)(1)

## 2.7 ADULTERACION DE MANTEQUILLA.

Las adulteraciones en productos alimenticios son muy comunes por lo regular el fin que persiguen es el de disminuir costos de producción, pero a la vez se engaña al consumidor; en el caso de la mantequilla la adulteración es muy común con aceites vegetales, de palma, de semilla de palma, coco, soya, aceite de semilla de algodón, de girasol.

La mayoría de estos adulterantes son aceites, pero para que tengan una textura y apariencia similar a la grasa se hidrogenan, buscando obtener productos con que al mezclarse con la mantequilla, no sean detectados por el gusto, el sabor o la textura, pero en base a análisis se pueden encontrar las cualidades que las

diferencian, de una grasa pura ( Punto de Fusión, Índice de Refracción, Índice de Saponificación, Índices de Reichert-Meisssl, Polenske y kirchner, Composición de Ácidos Grasos a partir de  $C_6$  , y Determinación de  $\beta$ -Sitosterol).

Las técnicas analíticas modernas y la metodología, hacen posible establecer que en la mantequilla se encuentran presentes cerca de 68 componentes, aunque los ácidos grasos predominantes son  $C_{16}$  y  $C_{18}$ . Tomando en cuenta estas consideraciones además de otras propiedades físicas y químicas se puede establecer si el producto, esta adulterado o no.

Por reglamentación la mantequilla debe ser elaborada con grasa de leche y no con mezclas de grasas vegetales, ya que en tal caso se denominará como margarina. Las mezclas de grasas se pueden prepara a partir de una grasa simple hidrogenada, de dos o más grasas hidrogenadas o de una mezcla de grasas hidrogenadas y aceites no hidrogenados (32)

### **1 Ácidos grasos que diferencian las grasas vegetales de la de leche.**

Aunque se han aislado ácidos de cadena ramificada, cíclicos y de cadena recta de número impar, los ácidos grasos que se encuentran generalmente en la naturaleza y que abundan en fuentes animales o vegetales, son en forma predominante, el tipo de cadena recta que tiene número par de carbonos.

Estos ácidos grasos pueden clasificarse además como saturados. Los ácidos grasos insaturados pueden ser clasificados como mono, di o poliinsaturados dependiendo del número de dobles enlaces que se encuentren en el radical del ácido graso.

La tabla 9 enlista los ácidos grasos saturados de interés que se encuentran en los aceites y las grasas.

**Tabla 9. Ácidos grasos saturados**

<b>Descripción Química</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Fuente Típica de Grasa</b>
Ecanoico	Acético	<b>Grasa de mantequilla, aceite de coco.</b>
Butanoico	Butírico	<b>Grasa de mantequilla, aceite de coco</b>
Hexanoico	Caproico	<b>Grasa de mantequilla, aceite de coco</b>
Octanoico	Caprílico	<b>Grasa de mantequilla.</b>
Decanoico	Cáprico	Aceite de coco
Dodecanoico	Láurico	Aceite de coco
Tetradecanoico	Mirístico	Grasa de mantequilla, aceite de coco.
Hexadecanoico	Palmitico	La mayoría de grasas y aceites
Octadecanoico	Estearico	La mayoría de grasas y aceites
Eicosanoico	Araquídico	Aceite de cacahuete

Elementos de Tecnología de Alimentos, Desrosier N. W., 1999.

La tabla 10 muestra algunos de los ácidos grasos insaturados en las grasas y aceites y aceites naturales y las fuentes típicas de cada uno de ellos.

**Tabla 10. Algunos ácidos grasos insaturados presentes en las grasas naturales.**

<b>Descripción Química.</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>No. de Dobles Ligaduras</b>	<b>Fuente Típica de la Grasa</b>
9-Decenoico	Caproleico	1	<b>Grasa de mantequilla</b>
9-Dodecenoico	Lauroleico	1	<b>Grasa de mantequilla</b>
9-Tetradecenoico	Miristoleico	1	<b>Grasa de mantequilla</b>
9-Hexadecenoico	Palmitoleico .	1	Grasa de animales, aceites de semillas
9-octadecenoico	Oleico	1	La mayoría de las grasas y aceites
6-Octadecenoico	Petroselinico	1	Aceite de semilla de perejil
11-Octadecenoico	Vaccénico	1	Grasa de mantequilla, grasa de res
9,12-Octadecadienoico	Linoleico	2	La mayoría de las grasas de semillas
9,12,15-Octadecatrienoico	Linolénico	3	Aceite de soya, aceite de linaza
9-Eicosenoico	Gadoleico	1	Aceites de pescado
13-Decosenoico	Erúxico	1	Aceite de nabo.

Elementos de Tecnología de Alimentos, Desrosier N. W., 1999.

En general, la configuración geométrica de los átomos en el doble enlace tiene un efecto apreciable sobre el punto de fusión del ácido graso. Casi siempre los isómeros *cis-cis* se encuentran en las grasas y aceites que existen en forma natural. Los isómeros *trans* son más comunes en aceites y grasas que han estado sujetos a procesos de hidrogenación.

**Tabla 11.** Contenido de ácidos grasos de ciertas grasas (porcentaje en peso).

	Grasa de leche	Aceite de coco	Aceite de soya	Aceite de algodón
<b>Ácidos Grasos Saturados</b>				
Butírico (C <sub>4</sub> )	3.5	-	-	-
Caproico (C <sub>6</sub> )	1.4	0.8	-	-
Caprílico (C <sub>8</sub> )	1.7	5.4	-	-
Cáprico (C <sub>10</sub> )	2.6	8.4	-	-
Láurico (C <sub>12</sub> )	4.5	45.4	-	-
Mirístico (C <sub>14</sub> )	14.6	18.0	0.4	1.4
Palmitico (C <sub>16</sub> )	30.2	10.5	10.6	23.4
Estearico (C <sub>18</sub> )	10.5	2.3	2.4	1.1
C <sub>20</sub> y superiores	1.6	0.4	2.4	1.3
Total saturado	70.60	91.2	15.8	27.2
<b>Ácidos grasos insaturados</b>				
Palmitoleico (C <sub>16</sub> -2H)	5.7	0.4	1.0	2.0
Oleico (C <sub>18</sub> -2H)	20.7	7.5	23.5	22.9
Linoleico (C <sub>18</sub> -4H)	-	-	51.2	47.8
Linolénico (C <sub>18</sub> -6H)	-	-	8.5	-
Ácidos grasos insaturados (C <sub>20</sub> y C <sub>22</sub> )	0.9	-	-	-
Total insaturado	29.4	7.9	84.2	72.8

Elementos de Tecnología de Alimentos, Desrosier N. W., 1999.

La tabla 11 enumera el contenido de ácidos grasos de ciertas grasas, en donde podemos apreciar las diferencias de la grasa láctea con las vegetales, y que son algunas de las que se utilizan para adulterar la mantequilla.

Como se observa la grasa de mantequilla, al igual que otras grasas y aceites, se compone de triglicéridos, pero se caracteriza por el hecho de que una porción sustancial de los ácidos grasos son saturados y de cadena corta. (63)

**Tabla 12.** Distribución porcentual de los ácidos grasos en la fracción lipídica de algunos alimentos.

Alimento	AGS (%)	AGM (%)	AGP (%)
Aceite de oliva	12	78	10
Aceite de soya	14	26	60
Aceite de girasol	10	26	64
Aceite de maíz	12	30	58
Aceite de palma	51	39	10
Aceite de palmiste	84	14	2
Aceite de coco	92	6	2
Margarina vegetal	22	44	31
Mantequilla	61	34	5

AGS: Ácidos Grasos Saturados  
 AGM: Ácidos Grasos Monoinsaturados  
 AGP: Ácidos Grasos Poliinsaturados

Alimentación, Equipos y Tecnología, Abril de 1995, Año XIV, Número 3, Madrid, España.

**Tabla 13.** Algunos aceites de semillas comerciales

Planta	Características	Punto
Coco ( <i>Cocos nucifera</i> )	Niveles elevados de ácidos grasos saturados de cadena corta	25 ° C
Aceite de palma ( <i>Elaeis guineensis</i> )	Aceites tanto de fruto como de la semilla Aceite de palma Aceite de semilla de palma	40 ° C 29 ° C
Soya ( <i>Glycine max</i> )	Mucho ácido linoléico	Líquido -1.2 ° C
Cacahuete ( <i>Arachis hypogaea</i> )	Mucho ácido oleico/linoleico	Líquido 2 ° C
Oliva ( <i>Olea europaea</i> )	Mucho ácido oleico	Líquido -2 ° C
Maíz ( <i>Zea spp.</i> )	Mucho ácido oleico/linoleico	Líquido -1.2 ° C
Algodón ( <i>Gossypium spp.</i> )	Mucho ácido linoleico	Líquido -3 ° C

Fundamentos de Ciencia de Los Alimentos, Hawthorn John, 1983.

## 2 Grasas Vegetales Sólidas

Estas grasas vegetales suelen venderse con la forma de planchas o en moldes. Se emplean en el hogar para freír. Para ello tienen que cumplir una serie de requisitos: no pueden contener nada de agua, no ser sensibles a la oxidación, de sabor estable y neutro. Su contenido en ácidos grasos saturados es muy alto. Junto con las dos mantecas de palma (manteca de coco y manteca de semilla de palma) que son sólidas por naturaleza, también se ofertan una serie de grasas hidrogenadas. La manteca de coco es de color blanco y de sabor ligeramente a nuez. La manteca de semilla de palma es de sabor y color parecidos a los de la manteca de coco. Se diferencia únicamente por su contenido algo mayor de ácido oleico.

Durante muchas décadas la margarina siguió siendo "imitación de mantequilla" y en el Código Alimentario la comercialización de margarina estaba sujeta a estrictas reglamentaciones. Las formas especiales de los envases, una raya roja y el almidón como factor diferencial debían proteger al consumidor frente a equivocaciones. A la fecha, las limitaciones legales prácticamente se han eliminado, pero se ha mantenido la prohibición de mezclarla con mantequilla.

El porcentaje de ácidos grasos insaturados es escaso. En las margarinas vegetales, el porcentaje de grasas de origen vegetal tiene que ser al menos del 97%, al menos el 15 % de los ácidos grasos tiene que ser ácido linoleico. (60)

Cuando está totalmente hidrogenado el aceite de coco tiene un punto de fusión de 33 ° C y el aceite de pulpa de palma de 39 ° C. La gran proporción de ácidos grasos de cadena corta (C<sub>8</sub> a C<sub>12</sub>) y la identidad de los triglicéridos que contienen contribuyen a que estos aceites tengan curvas de dilatación abruptas incluso antes de endurecerse, y mucho más después. Su alto grado de saturación implica que resisten la oxidación.

El aceite de palma, que contiene algo menos de 50 % de ácidos grasos saturados, se funde a 34-36 ° C. Basta hidrogenar hasta bajar su índice de yodo sólo ocho puntos, para obtener una grasa firme, con un punto de fusión de 42 a 44 ° C. Cuando está totalmente endurecido, se obtiene un punto de fusión de 58 ° C. Se sabe que la textura, el comportamiento fusivo mismo del aceite de palma, dependen especialmente de ciertos triglicéridos específicos que contiene como la oleodipalmitina. la calidad del aceite de palma crudo y el rendimiento de los cultivos va en continuo aumento, lo que estimula su aprovechamiento en margarinas y aceites para cocinar. (50)

Como se puede observar, es muy fácil adulterar la mantequilla desde un punto de vista organoléptico, debido a la facilidad de manipular las características de una "grasa" vegetal, al hidrogenarla, se pueden obtener productos idénticos a la mantequilla. Y aunque comparte una composición de ácidos grasos muy similar existen compuestos que tanto en unos como otros los diferencian y que solo pueden detectarse con métodos específicos de análisis como la cromatografía de gases. Entre esos compuestos se encuentran los esteroides, que se originan a partir del escualeno, triterpeno lineal que se cicla con facilidad. El primer producto esteroide importante de esta ciclación es el lanosterol, que es el precursor del colesterol en los tejidos animales. El colesterol y el lanosterol son miembros de un gran subgrupo de esteroides llamados esteroleos. El lanosterol fue encontrado por primera vez en la cubierta cérica de la lana esterificada, antes de ser definido como un intermediario importante en la biosíntesis del colesterol en los tejidos animales. El colesterol aparece sólo muy raramente en las plantas superiores las cuales contienen otros tipos de esteroleos conocidos y exclusivos conocidos colectivamente como fitosteroleos. Entre ellos se halla el estigmasterol y el sitosterol. (30)

## **CAPITULO III**

### **MARGARINA**

La margarina fue inventada y patentada por Hypolyte Mège Mouries en Francia, en 1869. Erróneamente pensó que la ubre de la vaca era capaz de utilizar la grasa corporal del animal y transformarla en mantequilla. Por ello, su patente y sus primeras margarinas, consistían en ubre triturada de vaca, leche, cuajo y oleína extraída por presión a 32° C del sebo de vaca. Su invento recibió un premio por parte de Napoleón III ya que en 1870 un kilo de mantequilla costaba el jornal diario de un trabajador. Con la margarina de Mège Mouries costaba la mitad. La industria de la margarina empezó con un gran empuje, utilizando en un principio sebos animales. Debido a la gran demanda, se buscaron otras fuentes grasas alternativas. (6)

#### **3.1 DEFINICIÓN:**

- Según la Norma Oficial Mexicana la margarina para mesa es el producto alimenticio de aspecto similar a la mantequilla y que se obtiene de la emulsión de grasas y aceites comestibles con agua y leche. (40)
- Según el Codex Alimentarius Se entiende por margarina el alimento en forma de emulsión líquida o plástica, generalmente del tipo agua / aceite y obtenida sobre todo a partir de grasas y aceites comestibles que no proceden de la leche. (48)
- En general, la mayoría de autores coinciden con la siguiente definición:  
La margarina es una emulsión de agua en aceite, cuya estabilidad se consigue elevando la viscosidad de la fase continua como consecuencia de una cristalización parcial y mediante emulsionantes. Los aceites que se utilizan en su formulación base, normalmente son del tipo endurecido (hidrogenado) mezclado

con aceites líquidos, para lograr una textura adecuada que permita utilizarla directamente y en cocciones al horno. (24) (5)(29)(21)

Las condiciones organolépticas que el consumidor exige a una margarina son: que sea extensible sobre el pan, que funda a temperatura de boca, que tenga un aroma similar al de la mantequilla

### 3.2 - CLASIFICACIÓN.

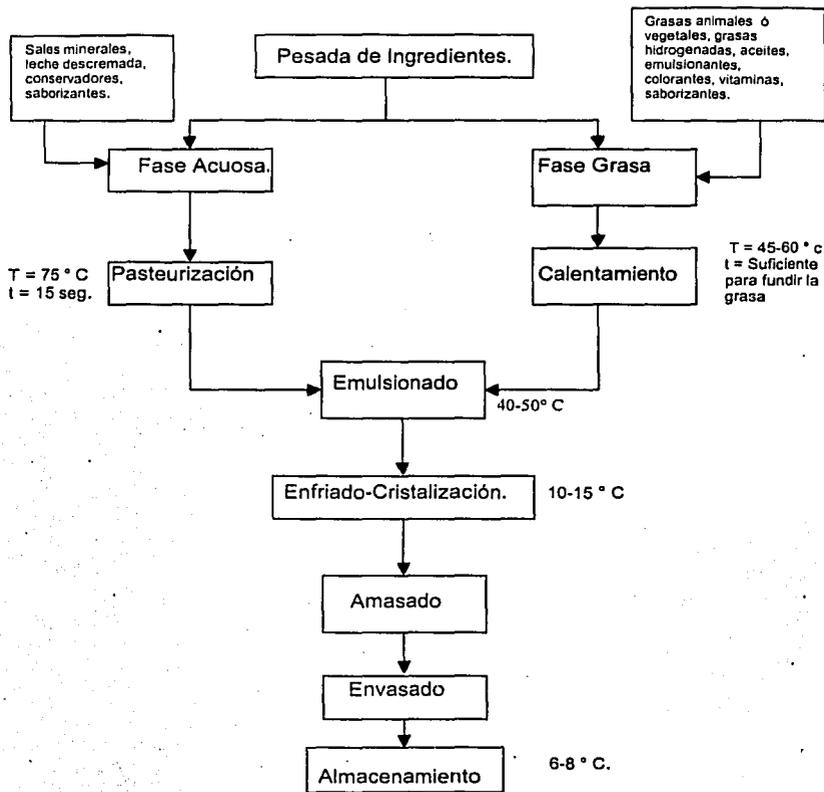
**Tabla 14.** Clasificación de la Margarina.

<b>Clase</b>	<b>Características</b>
<b>A. Margarina casera</b>	
Producto estándar	Por lo menos el 50 % de la grasa es grasa vegetal; el resto es grasa animal.
Margarina vegetal	Por lo menos el 98 % de la grasa es grasa vegetal y al menos el 15 % es ácido linoleico.
Margarina rica en ácido linoleico	Por lo menos el 30 % es ácido linoleico, el resto como la margarina vegetal.
<b>B. Margarina semigrasa</b>	
	La mitad del contenido es grasa ; no es apropiada para cocinar.
<b>C. Margarina para fundir</b>	
	Prácticamente exenta de agua y proteína, aromatizada con diacetilo y ácido butírico, consistencia blanda por existencia de grandes cristales de TG unidos a una estructura granulosa. Utilización culinaria.
<b>D. Tipos especiales para el proceso industrial</b>	
Margarina para panadería	Fuertemente aromatizada con sustancias termoestables que participan en el aroma del producto horneado. Principalmente TG de punto de fusión medio.
Margarina para pastelería	Intensamente aromatizada; principalmente TG de peso molecular alto embebidos en la fase oleosa, extremadamente untuosa; apropiada, entre otras cosas, para la obtención de hojaldres.
Crema de margarina	Sin aromatizar o aromatizadas ligeramente, consistencia blanda; participación importante de grasa de coco; un 10 % vol. de aire.

Química de los Alimentos, Belitz-Crosch, 1991.

TG: Triacilglicerol

### 3.3 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACIÓN DE MARGARINA.



(61)(54)(51)(35)(12)(6)

### **3.3.1- DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE BLOQUES.**

En la fabricación de margarinas se distinguen varios procesos:

- \* Preparación de la fase acuosa y de la fase grasa.
- \* pesada y mezcla de ambas fases.
- \* emulsionado.
- \* enfriado y cristalización.
- \* amasado.
- \* envasado.

#### **1. Preparación de la fase acuosa y de la fase grasa.**

En un tanque o depósito se pesan los ingredientes y se preparan las mezclas que integrarán cada una de las dos fases.

En la fase acuosa se pueden añadir sales minerales, leche desnatada, conservadores, saborizantes y cualquier otro componente permitido hidrosoluble. Dependiendo de la calidad bacteriológica del agua o del resto de ingredientes, se procede a su pasteurización o se utiliza directamente.

La fase grasa consiste en la mezcla de diferentes grasas animales o vegetales, grasas hidrogenadas, aceites, emulsionantes, colorantes, nutrientes (vitaminas), saborizantes o cualquier otro ingrediente liposoluble.

Normalmente se precisa un calentamiento sobre 45-60° C para fundir las grasas y permitir una correcta mezcla de los ingredientes. La industria de la margarina puede utilizar casi cualquier tipo de grasa para la elaboración de sus productos. La elección de unas u otras depende de factores económicos, políticos y de disponibilidad. Para mantener las características de cada producto acabado (punto de fusión, porcentaje de sólidos, textura, sabor, etc.) y que las producciones sean

homogéneas, la industria somete a las grasas a ciertas operaciones químicas como la hidrogenación e interesterificación.

#### **a) Hidrogenación**

La hidrogenación es un proceso de manipulación química, a nivel de los ácidos grasos, para producir aceites o grasas con características funcionales específicas.(61)

Se caracteriza por: la disminución del grado de insaturación de los ácidos grasos, incrementando de este modo su resistencia a la oxidación y modificando su punto de fusión, forma de cristalización y comportamiento plástico, o la aparición de isómeros TRANS de los ácidos grasos. La finalidad de la misma es disminuir el porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados [C18:3 (ác. linolénico)] normalmente por debajo del 3 %. El grado y tipo de hidrogenación determinan el gradiente de fusión de la margarina, así como su estabilidad oxidativa. Normalmente el proceso se realiza en dos fases, controlando una serie de parámetros que son:

- o Presión de hidrógeno (entre 0,2 y 10 atm.).
- o Temperatura (entre 160 y 220 ° C.).
- o Velocidad de agitación.
- o Cantidad de catalizador (entre 0,01 y 0,2 % de Níquel). (54)

#### **b) Interesterificación**

La interesterificación es un proceso que cambia la distribución patrón de los ácidos grasos en el triglicérido, obteniéndose grasas con características de fusión y cristalización diferentes.

Se habla de intraesterificación si los cambios ocurren dentro de la misma molécula. El proceso se realiza en reactores a baja temperatura (50-100° C) utilizando como catalizadores metales alcalinos (61)

### **1ª Fase en condiciones no selectivas o moderadamente selectivas.**

Se realiza con catalizadores de níquel activo, entre 190 y 240° C a unas 0,3 atm. de presión de hidrógeno. La finalidad es transformar los ácidos grasos poliinsaturados en monoinsaturados. La reducción de los dobles enlaces no es al azar. Controlando las condiciones de reacción los ácidos grasos más insaturados y, dentro de ellos, los dobles enlaces más alejados del enlace éster del triglicérido, son los más reactivos. Esto permite el paso de 3 dobles enlaces a 2 y posteriormente a 1, evitando la formación de ácidos grasos completamente saturados. (12)

C18:3 ---> C18:2 ---> C18:1 deteniendo el proceso antes de llegar a la saturación total (C18:0). Normalmente el proceso se controla mediante el índice de yodo, finalizando al alcanzar valores entre 72-78.

El producto así obtenido tiene un punto de fusión todavía bajo (32-34° C). En este proceso se produce una reordenación de los dobles enlaces y se forma un alto número de enlaces tipo TRANS, pudiendo llegar incluso a un 40 %.

### **2ª Fase en condiciones selectivas.**

En esta segunda fase se controlan mucho más las condiciones de reacción con el fin de obtener unas grasas con las características deseadas (punto de fusión, índice de yodo...). Se utiliza un catalizador de níquel no activo, pudiendo adicionar un 1-2 % de azufre sobre el peso del níquel para inactivarlo completamente. Las condiciones de trabajo varían entre 175-185 ° C y la presión de hidrógeno entre 0,6-1 atm. El proceso se detiene al alcanzar un índice de yodo de 70-71 y se obtiene un producto de punto de fusión 38-40 ° C. Los enlaces tipo TRANS pueden llegar a alcanzar valores del 50%. Una de las grasas más ampliamente utilizadas en la fabricación de margarinas es el aceite de soya refinado.(54)

Su abundante producción y disponibilidad, especialmente en EEUU, y su bajo precio la han convertido en la materia prima de elección para realizar el proceso

de hidrogenación necesario para disminuir el ácido linoleico obteniendo un aumento de la estabilidad oxidativa y una textura adecuada.

Una correcta selección de las grasas utilizadas y de las condiciones de hidrogenación permiten disminuir el % de ácidos grasos con enlaces de tipo TRANS.(62)

En la naturaleza las grasas vegetales no presentan enlaces TRANS puesto que el paso de una forma CIS a su isómero TRANS no ocurre de forma espontánea sino que requiere de un aporte de energía.

Las formas TRANS todavía son más estables que las formas CIS, por lo que, en caso de existir, no desaparecen ni varía su cantidad con el paso del tiempo (32)

La utilización de tri-estearinas evita el proceso de hidrogenación, por lo que no se producen enlaces TRANS, pero un exceso en su utilización da una textura arenosa debido a su elevado punto de fusión. Algunas fracciones de la grasa de palma presentan un elevado contenido en ácido esteárico, lo cual la hace muy apta para la producción de margarinas con bajo contenido en enlaces TRANS. En estas fracciones las estearinas aparecen de forma natural o bien se obtienen por transesterificación.(60)

Otras características que favorecen el uso de las distintas fracciones de grasa de palma en la fabricación de margarinas son.

- o Textura y punto de fusión similar a la mantequilla.
- o Resistencia a la oxidación.
- o Tendencia a cristalizar en forma beta'
- o Bajo precio.
- o En la grasa no refinada existen carotenos (1000 ppm) que dan color a la margarina disminuyendo la cantidad de colorantes añadidos.
- o Las diferentes fracciones presentan diferentes contenidos en sólidos según la temperatura, lo cual las hace aptas para diferentes aplicaciones.(6)

## **2. Pesada y mezcla de ambas fases.**

La proporción de cada una de las fases que constituirán la margarina se puede medir por peso o por volumen. Lo más exacto es pesar los ingredientes para evitar errores debidos a la variación de volumen por la temperatura. En procesos por lotes o discontinuos se utilizan depósitos báscula para medir el peso y medidores de caudal para controlar el volumen. En el caso de disponer de dos tanques para realizar la emulsión el hecho de que sea un proceso discontinuo no afecta a la producción pues mientras se emulsiona un lote se pesa y mezcla el siguiente. Para procesos continuos se utilizan bombas dosificadoras para todos los ingredientes a la vez.(51)

## **3. Emulsionado.**

La emulsión se puede realizar en un tanque provisto de un potente agitador o bien mediante una bomba de alta presión.

Se utilizan emulsionantes como lecitina y monoglicéridos de ácidos grasos entre otros.

La mezcla debe hacerse a una temperatura de 55-60 ° C ya que los emulsificantes son elaborados con estearinas que son grasas de alto punto de fusión (48-52 ° C), por lo tanto se debe trabajar arriba de estas temperaturas, por lo que trabajar a altas temperaturas acelera el proceso de fundición y disminuye los tiempos de preparación.

## **4. Enfriado.**

Una vez emulsionada, la margarina se hace pasar por enfriadores tubulares a alta presión para que solidifique. Unas cuchillas rascan la emulsión endurecida y la hacen avanzar.

Al descender la temperatura las grasas cristalizan, pero no lo hacen todas igual, incluso una misma grasa puede cristalizar de diferentes formas según las condiciones. A este fenómeno se le llama polimorfismo.

En algunas ocasiones, al elevar la temperatura, una forma cristalina puede fundir pero inmediatamente convertirse en otra forma cristalina de punto de fusión más alto (12)(35).

El tipo de cristalización tendrá gran importancia en las características finales de la margarina (textura, punto de fusión).

Otros factores que influyen en la cristalización son:

- los ácidos grasos que componen los triglicéridos. Tres ácidos grasos iguales suelen cristalizar en forma beta (tri-estearina) mientras que tres diferentes lo suelen hacer en forma beta'.
- el tipo de ácido graso. Margarinas que tengan en su composición más de un 20% de palmítico cristalizan en forma beta'. (51)
- la posición de los ácidos grasos en el triglicérido. En general, los aceites vegetales presentan los ácidos grasos saturados en posición 1 ó 1-3, mientras que la manteca de cerdo tiene el 60% del palmítico en posición 2. Al interesterificar estas grasas, varían los porcentajes de situación de la saturación y se consiguen cristalizaciones en forma beta' en vez de beta. (12)

El aceite de soya hidrogenado tiende a cristalizar en forma beta. Esto es deseable en margarinas no plásticas (para fritura) puesto que es una forma cristalina más estable, pero es contraproducente en margarinas plásticas (de mesa, para pastelería...) donde se prefiere la cristalización beta'. Adicionando un 5-10 % de aceite de semilla de algodón o de grasa de palma tiende a cristalizar en forma beta'. (35)

Además de la forma de cristalización es de suma importancia el contenido en grasas sólidas (CGS) es decir, el porcentaje de grasa sólida o cristalizada respecto al contenido total de grasa a una temperatura dada, que determina junto

con el tipo de cristalización las características de plasticidad de la margarina (extensibilidad, consistencia y fusión).

El CGS se determina por Resonancia Magnética Nuclear (RMN), como mínimo a cuatro temperaturas (10, 20, 30 y 40° C) en Europa y cinco (10, 21.1, 26.7, 33.3 y 40° C) en EE.UU. Estos valores permiten elaborar una curva o perfil de fusión característica de cada margarina y el "plastic range" o rango de temperatura en el cual una margarina mantiene sus características plásticas (61).

Finalmente, las características plásticas de la margarina también se pueden alterar mediante el uso de aditivos:

- lecitina en dosis bajas disminuye la viscosidad.
- lecitina en dosis altas aumenta la viscosidad.
- ésteres de poliglicerina disminuyen la viscosidad, dan brillo e inhiben la cristalización.
- ésteres de sorbitano aumentan el brillo y la palatabilidad. (54)

## **5. Amasado.**

El amasado, de hecho, no es imprescindible para la obtención de margarinas. Se realiza para mejorar la textura de la margarina. En una cristalización en reposo se forma una estructura cristalina primaria que presenta una textura dura y frágil. Si esta estructura primaria se destruye mediante un amasado se forma una estructura cristalina secundaria más débil y plástica, capaz de recuperarse rápidamente tras un posterior amasamiento.(51)

Cada tipo de grasa precisa de un diferente tiempo de reposo y de amasamiento ya que cristalizan a diferente velocidad (la grasa de coco cristaliza rápido y la grasa de palma lento).

## **6. Envasado.**

La margarina se debe presentar protegida por una envoltura de papel parafinado u otro material impermeable que no altere su calidad ni sus características sensoriales.

El producto terminado debe conservarse en refrigeración, a una temperatura no mayor de 10 ° C. (60)

## **CAPITULO IV**

### **CRITERIOS DE CALIDAD.**

Cuando se menciona el término calidad, por lo general lo asociamos con productos o servicios excelentes, que satisfacen nuestras expectativas y, más aún, las rebasan. Tales expectativas se definen en función del uso que se dará al producto o servicio en cuestión y de su respectivo precio de venta.

El logro y conservación de grados aceptables para el cliente en la calidad de productos y servicios, es hoy un determinante fundamental para la salud, crecimiento y viabilidad económica de los negocios. De la misma manera la calidad se está convirtiendo en un factor principal en el desarrollo e implementación exitosa de los programas administrativos y de ingeniería para la realización de las metas principales de los negocios. Además, hoy en día, el control de calidad – los objetivos gerenciales, herramientas, técnicas – debe estar completo y eficazmente estructurado para satisfacer las demandas de esta nueva estructura de mercados y de negocios.

#### **4.1 DEFINICIÓN DE CALIDAD.**

De acuerdo con la norma A3-1987 ANSI/ASQC; calidad es la totalidad de aspectos y características de un producto o servicio que permiten satisfacer necesidades implícitas o explícitamente formuladas. Estas últimas se definen mediante un contrato, en tanto que las primeras se definen según las condiciones que imperen en el mercado, aunque también es necesario determinarlas y definir las.(7)

La calidad del producto y servicio puede definirse como:

La resultante total de las características del producto y servicio en cuanto a mercadotecnia, ingeniería y mantenimiento por medio de las cuales el producto o servicio en uso satisfaga las expectativas del cliente.(20)

#### **4.2. PROPOSITO DE LA CALIDAD.**

El propósito de la mayor parte de las medidas de calidad es determinar y evaluar el grado o nivel al que el producto o servicio se acerca a su resultante total. Es importante reconocer este hecho, porque el requisito clave para establecer lo que se entenderá por calidad, exige un equilibrio económico entre estas características individuales. El producto deberá desempeñar sus funciones tantas veces como se requiera durante su ciclo de vida bajo las condiciones estipuladas, tanto ambientales como de servicio; en otras palabras, debe mostrar confiabilidad. De primordial importancia es que el producto debe ser seguro. Debe establecerse un grado razonable de servicio y mantenimiento al producto, de forma que al producto se le pueda dar mantenimiento y servicio durante su ciclo de vida. El producto debe tener un aspecto que agrade al consumidor debe ser atractivo. Cuando todas las características del producto se encuentran equilibradas, la verdadera calidad resulta de ese conjunto que ofrece la función deseada, con la mayor economía, teniendo en consideración entre otras cosas la obsolescencia y servicio del producto – y el concepto de calidad orientada hacia la total satisfacción del cliente es lo que se debe controlar.

Por lo general las necesidades van cambiando con el tiempo, en consecuencia, es necesario revisar de manera periódica las especificaciones respectivas.(7)(37)

#### **4.3 CONTROL DE CALIDAD.**

El control de calidad es la aplicación de técnicas y esfuerzos para lograr, mantener y mejorar la calidad de un producto o de un servicio. Implica la integración de las técnicas y actividades siguientes relacionadas entre sí.

1. Especificación de qué se necesita.
2. Diseño del producto o servicio de manera que cumpla con las especificaciones.
3. Producción o instalación que cumpla cabalmente con las especificaciones.
4. Inspección para cerciorarse del cumplimiento de las especificaciones.
5. Revisión durante el uso a fin de allegarse información que, en caso de ser necesario, sirva como base para modificar las especificaciones.

La realización de estas actividades proporciona al cliente un mejor producto o servicio al menor costo. El objetivo es lograr una elevación continua de la calidad. (52)

A todas las acciones planeadas o sistemáticas que se necesitan para garantizar que un producto o servicio satisfaga determinados requisitos de calidad se les conoce como garantía de calidad. Significa tener la certeza de que la calidad obtenida es la que se esperaba en un principio. Implica una continua evaluación de la adecuación y de la efectividad, para que en caso de ser necesario se pueda estar en condiciones para aplicar oportunamente medidas correctivas y ofrecer retroalimentación.

El control de la calidad es muy diferente de la garantía de la calidad. El control de calidad está relacionado con actividades de especificación, diseño, producción, instalación, inspección y revisión durante el uso. La garantía de la calidad está relacionada con todas estas actividades así como con todo el sistema de la calidad.

Inspección y pruebas tienen por cometido el calificar la calidad de lo que se compra y se fabrica y de informar de los resultados obtenidos. Los informes producidos sirven a otros departamentos para emprender acciones correctivas siempre que ello sea necesario. Inspección y pruebas pueden ser un área independiente, o formar parte de la producción o de la garantía de la calidad. También se le puede integrar tanto dentro de la producción como en la garantía de calidad. Para poder realizar las tareas de inspección es imprescindible contar con

equipo de medición preciso. El equipo deberá estar permanentemente actualizado respecto a su calibración.

La eficiencia de las tareas de evaluación dependerá de los métodos y procedimientos empleados en la inspección (cantidad de productos revisados, tipo de muestreo, empleado y sitio donde se realizó la inspección). Para el mejor desempeño del inspector será necesario contar con la colaboración de las áreas de diseño de proceso, inspección y prueba, producción y garantía de la calidad.(7).

#### 4.3.1 CONTROL.

Control en la terminología industrial se puede definir como:

Un proceso para delegar responsabilidad y autoridad para la actividad administrativa mientras se retienen los medios para asegurar resultados satisfactorios.

El procedimiento para alcanzar la meta industrial de calidad se denomina, por tanto, "control" de calidad, de la misma manera que los procedimientos para alcanzar la producción y objetivos de costos se llaman, respectivamente, "control" de producción y "control" de costos. Normalmente hay cuatro pasos para este control:

1. *Establecimiento de estándares.* Determinación de estándares requeridos para los costos de la calidad, el funcionamiento, la seguridad y la confiabilidad del producto.
2. *Evaluación del cumplimiento.* Comparación del cumplimiento entre el producto manufacturado o el servicio ofrecido y los estándares.
3. *Ejercer acción cuando sea necesario.* Corrección de los problemas y sus causas en toda la gama de los factores de mercadotecnia, diseño, ingeniería, producción y mantenimiento que influyen en la satisfacción del usuario.

4. *Hacer planes para mejoramiento.* Desarrollar un esfuerzo continuo para mejorar los estándares de los costos, del comportamiento de la seguridad y de la confiabilidad del producto. (20)

#### 4.3.2 CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD.

La meta de la industria competitiva, respecto a la calidad del producto, se puede exponer claramente: suministrar un producto o servicio en el cual su calidad haya sido diseñada, producida y sostenida a un costo económico y que satisfaga por entero al consumidor.

Control total de la calidad se refiere al sistema integral que abarca a toda la compañía. O bien:

El control total de la calidad es un sistema efectivo de los esfuerzos de varios grupos en una empresa para la integración del desarrollo, del mantenimiento y de la superación de la calidad con el fin de hacer posibles mercadotecnia, ingeniería, fabricación y servicio, a satisfacción total del consumidor y al costo más económico.

Su amplitud y esencialidad para el logro de los resultados del negocio hacen del control total de la calidad un nuevo e importante aspecto de la administración. Como un foco del liderazgo administrativo y técnico, el control total de la calidad ha producido mejoras importantes en la calidad y confiabilidad del producto para muchas empresas en todo el mundo. Además, el control total de la calidad ha logrado reducciones importantes y progresivas en los costos de calidad. Por medio del control total de la calidad, las gerencias de las compañías han sido capaces de aprovechar la fuerza y confianza de la calidad de sus productos y servicios. Lo que les permite adelantarse en el volumen de mercado y ampliar la mezcla de productos con un alto grado de aceptabilidad del cliente y estabilidad en utilidades y crecimiento.

El control total de la calidad constituye las bases fundamentales de la motivación positiva por la calidad en todos los empleados y representantes de la compañía, desde altos ejecutivos hasta trabajadores de ensamble, personal de oficina, agentes y personal de servicio. Y una capacidad poderosa del control total de la calidad es una de las fuerzas principales para lograr una productividad total muy mejorada.

Quedan incluidos aquí sistemas para la especificación de tolerancias en términos claros para el usuario, métodos rápidos para la evaluación de componentes y sistemas de confiabilidad; clasificación de características de la calidad, métodos de clasificación de proveedores, técnicas en las inspecciones por muestreo, técnicas en los controles de proceso, el diseño de equipo para mediciones en el control de la calidad; sistemas de calibración, establecimiento de normas (estándares), evaluación de la calidad de un producto y clasificaciones promedio, así como la aplicación de técnicas estadísticas en experimentos diseñados por medio de gráficas.

Un sistema de calidad total es la estructura funcional de trabajo acordada en toda la compañía y en toda la planta, documentada con procedimientos integrados técnicos y administrativos, para guiar las acciones coordinadas de la fuerza laboral, las maquinas y la información de la compañía y planta de las formas mejores y más prácticas para asegurar la satisfacción del cliente con la calidad y costos económicos de calidad. (20)(7)

#### **4.4 CONTROL DE LA CALIDAD Y MUESTREO.**

El control de la calidad de un alimento, es decir, del carácter (o caracteres) que se proponen valorar, es relativamente simple, cuando se busca, por ejemplo, comprobar la ausencia de colorantes prohibidos o la correlación entre la etiqueta y las informaciones reglamentarias.

Por el contrario, es difícil cuando se trata de caracteres aleatorios, o dicho de otra forma, cuya variación está asociada a cierta probabilidad y que, por lo tanto, sólo afectan a una parte de los individuos de la población o de forma diferente a varios

individuos. Estos caracteres aleatorios son, por ejemplo: el peso neto que puede variar en uno u otro sentido a causa de la inevitable dispersión resultante del funcionamiento de una llenadora; la carga bacteriana; el contenido en un determinado componente, pueden presentar deficiencias.

Pero teniendo en cuenta que, aunque el examen no sea destructivo, es prácticamente imposible examinar todos los individuos de cada lote, se debe concretar el control a un número limitado de individuos: es la estimación sobre el muestreo.

Es evidente que en el ejemplo citado anteriormente, sobre la presencia eventual de un colorante prohibido, el examen de un solo individuo es suficiente para informarnos sobre el conjunto del lote.

Pero, por el contrario, cuando se trata de una característica que puede variar de un individuo a otro, el conocer la calidad de la población exige el examen de una muestra de muchos individuos y además resultará más o menos verdadero, según la efectividad del muestreo (número de individuos que componen la muestra).

La estimación puede hacerse por atributos, lo que significa que se clasifica cada uno de los individuos examinados como conforme o defectuoso, en función del carácter tomado en consideración; o bien por variables, es decir, midiendo el carácter considerado (si se presta a una medida) y ordenado según las medidas de los individuos examinados. Además, siempre resulta posible transformar en estimación por atributos una estimación por variables, fijando un valor límite para el carácter objeto de medidas y clasificando los individuos como conformes o defectuosos, según está el valor límite.(10)

Una de las primeras soluciones al problema de controlar la calidad fue inspeccionar el producto después de fabricarlo. La inspección final es aún una etapa necesaria de casi todos los programas de control de calidad. Sin embargo,

es obvio que la buena calidad no se puede ver en el interior de un producto, cualquiera que sea la calidad interna, ésta se ha logrado a lo largo del proceso de producción. El objeto de la inspección es simplemente señalar los productos que no se ajusten a los estándares deseados. Antes que nada, los rechazados no debieron haberse producido. Por lo tanto, el control de calidad se enfoca cada vez más al examen de los procesos diseñados para la fabricación del producto, y la inspección es el principal medio para la recopilación de datos.(58)

#### **4.5 SISTEMA ISO 9000**

Desde la introducción en 1987 de los estándares ISO 9000, estos han ganado amplia aceptación en todo el mundo. Aunque fueron diseñados como un conjunto de estándares voluntarios, la certificación ISO 9000 se ha convertido en un requisito con el cual deben cumplir aquellas empresas (Principalmente Exportadoras) que pretendan comerciar sus productos con la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá y otras regiones del mundo los cuales han hecho de esta certificación condición indispensable para la asignación de contratos y la entrada en ciertos mercados regulados. Sin embargo, el acceso al mercado y las exigencias legales no son las únicas razones por las que ISO 9000 ha tomado tanta fuerza. Compañías certificadas bajo ISO 9000 han reportado mayor credibilidad de sus productos, mejoras de márketing e incrementos de productividad de hasta un 30 %. Asimismo, la amplia aceptación de ISO 9000 ha liberado a muchas compañías de la confusión por la duplicidad de evaluaciones de calidad

Los sistemas de Aseguramiento de Calidad han sido utilizados en México por un reducido número de empresas industriales, particularmente por aquellas que disfrutaban de un nivel tecnológico y, por supuesto, económico.

En vista de esta situación a todas luces insatisfactoria, el Gobierno de México ha decidido dar universalidad a estos sistemas con apoyo en la experiencia técnica obtenida por dos de las grandes empresas oficiales, petróleos Mexicanos y

Comisión Federal de Electricidad, mediante la edición de las Normas mexicanas de Sistemas de Calidad.

El atraso de México en lo que concierne a calidad es obvio. Y sólo el apego estricto a los sistemas, diseñados para cada empresa, podrá, hasta lo posible, acortar la distancia que actualmente separa a nuestra nación de las que por su innegable disciplina a los sistemas de calidad, se incluyen en el grupo de las llamadas del Primer Mundo.

En muchas naciones es ahora requisito indispensable el uso de los sistemas de calidad para alcanzar la condición de empresa proveedora.

Las normas ISO 9000 están difundándose rápidamente, por razones parecidas a las de México, no sólo en Europa, sino en las naciones adelantadas de Asia y de otros lugares del mundo. Aquí, en México, existen ya decenas de empresas certificadas por ISO.

La serie de normas ISO 9000 es creación de la Organización Internacional para la Normalización ( Internacional Organization for Standardization )

Esta serie está formada por cinco normas: ISO 9000, ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003 e ISO 9004. Cada una de éstas es aplicada según los objetivos de la empresa de que se trate, del producto o servicio que corresponda por las prácticas particulares de la empresa.

Esta es la serie ISO Internacional:

*ISO 9000-* Guías de selección y uso de normas de Aseguramiento de Calidad.

*ISO 9001-* Modelo para el aseguramiento de Calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.

*ISO 9002-* Modelo para el Aseguramiento de Calidad en producción, instalación, servicio.

*ISO 9003-* Modelo para el Aseguramiento de Calidad en inspección y pruebas finales.

*ISO 9004-* Guías para la gestión de la calidad y elementos de sistemas de calidad.

Las Normas Oficiales Mexicanas equivalentes a las normas ISO son, respectivamente:

NMX CC-2- Guías de selección y uso de normas de Aseguramiento de Calidad.

NMX CC-3- Modelo para el Aseguramiento de Calidad en el diseño / desarrollo, producción, instalación y servicio.

NMX CC-4- Modelo para el Aseguramiento de Calidad en producción, instalación y servicio.

NMX CC-5- Modelo para el Aseguramiento de Calidad en inspección y pruebas finales.

NMX CC-6- Guías para la gestión de la calidad y elementos de sistemas de calidad.

ISO define el Sistema de Calidad como la estructura organizacional, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y los recursos de la misma, necesarios para implantar la administración de la Calidad.

El sistema de calidad generalmente interactúa con todas las actividades relacionadas con la calidad del producto (o servicio). Envuelve todas las fases desde la identificación inicial de la necesidad, hasta la satisfacción de las expectativas del cliente.

Estas fases o actividades pueden incluir lo siguiente:

- a) Estudios de mercado.
- b) Diseño, especificaciones de ingeniería y desarrollo del producto.
- c) Compras.
- d) Planeación de proceso y desarrollo.
- e) Producción.
- f) Inspección y pruebas.
- g) Almacén y empaque.
- h) Ventas y distribución.
- i) Instalación y operación.
- j) Asistencia técnica y mantenimiento.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

k) Desecho. (19)

#### **4.6 FACTORES QUE INFLUENCIAN LA CALIDAD.**

La calidad de un producto alimenticio elaborado debe definirse y juzgarse teniendo en cuenta la naturaleza y composición de sus materias primas, pero sin que esta apreciación tenga una importancia excesiva sobre la evaluación del producto final. En efecto, diferencias de variedad o de terreno para los vegetales, de raza o alimentación para los animales de cría, de caladero o época de captura para los pescados, pueden ejercer –según los casos- una influencia considerable o por el contrario mínima, sobre la calidad de un producto.

En otras palabras, es preciso recordar siempre que el valor intrínseco de las materias primas, sólo es un elemento más de la calidad de un producto.

Un segundo grupo de factores de los que depende la calidad de un producto incluye las diversas reacciones, favorables o no, generalmente espontáneas, que se producen después de la cosecha, matanza o captura.

A continuación vienen los efectos de los tratamientos tecnológicos a los que se someten las materias primas y que muchas veces las modifican profundamente. Es preciso prever los cambios que pueden sobrevenir en función de las condiciones y duración del almacenamiento, modo de distribución, conservación, etc.(10)

#### **4.7 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS IMPLICADAS BAJO EL TÉRMINO "CALIDAD".**

Cada producto tiene un determinado conjunto de características o propiedades, en función de las cuales queda definido su nivel de calidad.

Para estimar los valores numéricos de los índices de calidad se utilizan:

Para juzgar y controlar la calidad de los productos alimenticios (y, por consiguiente, también para dirigir correctamente las operaciones de transformación, preservación y almacenamiento) se utilizan distintos criterios y métodos de valoración:

a) MÉTODOS INSTRUMENTALES DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD: son aquellos en los cuales los resultados obtenidos no son afectados por el criterio del operador (sin considerar los posibles errores de medición del mismo). Por ejemplo métodos basados en mediciones realizadas con instrumentos técnicos de medición; podemos citar, determinación de viscosidad, contenido de grasa, composición química, etc.

b) MÉTODOS SENSORIALES: son aquellos basados o que involucran directamente la participación del hombre, sus habilidades analíticas, órganos sensoriales o sistema nervioso. Estos métodos se utilizan fundamentalmente, en medir índices de calidad que no pueden medirse con precisión.

Independiente del hecho de que este método está basado en la opinión subjetiva de expertos o consumidores, sin embargo, la evaluación se torna objetiva debido al procesamiento matemático de los resultados obtenidos.

Un método organoléptico o sensorial, basado en el análisis de la percepción de los sentidos ( vista, olfato, tacto, gusto y oído), la confiabilidad de tales evaluaciones depende de la calificación experiencia y habilidad de las personas encargadas de realizarlas. (37)

Propiedades Organolépticas.

*Los equipos de degustación*, es decir, la valoración sistemática en unas condiciones estadísticamente, aceptables, de las reacciones de grupos "representativos" de consumidores o de personas especialmente entrenadas, a las que se pide que dictaminen sobre los caracteres organolépticos.

Las **propiedades organolépticas**; en el orden cronológico de apreciación se pueden ordenar como:

- a) la **apariencia** (forma, color), señalada por la visión;
- b) el **sabor** (aroma, gusto), indicado por el olor y gusto;
- c) la **textura** (resistencia, consistencia a la masticación, untabilidad, desplazamiento, etc), apreciada por el tacto.

Incluso el sentido del oído tiene su papel en la evaluación de los alimentos, pues, por ejemplo, algunos deben ser crujientes a la masticación: los bizcochos, galletitas de aperitivos, patatas fritas, ensalada fresca, etc., así lo confirman.

Estos factores tienen una función importante en lo que concierne a la apetencia de los alimentos (10)

Los análisis químicos y bioquímicos, dan, frecuentemente, la posibilidad de conseguir una evaluación cuantitativa del valor nutricional, de algunos caracteres organolépticos, de la estabilidad previsible (ensayos acelerados) o efectiva durante el almacenamiento y la distribución. Y otros caracteres como:

2. La **salubridad o ensayos microbiológicos**, es decir, la ausencia de acción tóxica, de microorganismos patógenos o toxinógenos ( o incluso, en algunos casos, tan solo un excesivo número de microorganismos).

3. El **valor nutricional**, es decir, la composición, en términos de contenido en calorías, proteínas, aminoácidos indispensables, ácidos grasos indispensables, vitaminas, sales minerales, oligoelementos.

También intervienen la digestibilidad y disponibilidad de los nutrientes:

4. Las **propiedades funcionales**, especialmente de diversos ingredientes (sobre todo por su interés industrial). *Algunas medidas físicas* (color, reología, retención

de agua, etc.) permiten medir cuantitativamente determinados caracteres organolépticos o funcionales.

5. La **estabilidad**, es decir la aptitud del producto a no alterarse demasiado rápidamente ( hay que considerar sus condiciones de almacenamiento). *Algunas medidas fisicoquímicas* ( $a_w$ , pH, potencial de oxido- reducción) que orientan sobre la posibilidad de diversos tipos de reacciones de deterioro.

6. El **coste**, carácter importante, que frecuentemente se opone a todos los otros.

7. Factores de naturaleza **psicológica**, como la facilidad de empleo, la novedad (moda, exotismo, etc.) o la tradición a algunos hábitos sociológicos. No obstante, ante esta faceta, el término calidad resulta impreciso. (37)

## CAPITULO V

### TÉCNICAS COMÚNMENTE EMPLEADAS PARA DETERMINAR EL ORIGEN DE LA GRASA PRESENTE EN MANTEQUILLA.

En el presente capítulo se mencionan las técnicas que marca la Norma Oficial Mexicana, para determinar adulteraciones con grasas diferentes a las de origen lácteo (leche de vaca) en mantequilla, principalmente aceites vegetales hidrogenados, además de otras técnicas que se emplean en la actualidad por ser más exactas y que determinan compuestos específicos como el  $\beta$ -sitosterol; esteroles que se encuentran libres, como ésteres o como glicósidos, se ha encontrado en todos los órganos de las plantas principalmente en las semillas, lo que nos da una certeza de adulteración. (16)

Las técnicas que aquí se estudian son importantes por los parámetros que determinan, ya que por medio de ellas, se puede aceptar o rechazar un producto, como en el caso de los Índices de Reichert-Meissl, Polenske y Kirschner que determinan ácidos grasos específicos de la grasa láctea y que al variar esos valores, podemos deducir una adulteración, o la cromatografía de gases que se utiliza para detectar la presencia de  $\beta$ -sitosterol, que es un parámetro definitivo para asegurar dicha adulteración en mantequilla.

Es importante realizar este tipo de pruebas que determinan adulteración en la mantequilla, ya que esto influye en el costo del producto final, el consumidor no debe pagar el costo de un producto original por uno adulterado.

Entre las determinaciones que se deben realizar a una mantequilla para determinar el origen de la grasa, se tienen las siguientes:

#### **Técnicas Rápidas.**

Determinación del Punto de Fusión.

Determinación del Índice de Refracción.

## **Técnicas Basadas en la Instauración de los Ácidos Grasos**

Determinación de Índice de Yodo por el Método de Hanus.

## **Técnicas Basadas en Destilación.**

Determinación del Índice de Saponificación.

Determinación de los Índices de Reichert- Meissl, Polenske y Kirchner.

## **Técnicas Instrumentales.**

Determinación de Ácidos Grasos por Cromatografía de Gases.

Determinación de  $\beta$ -Sitosterol por Cromatografía de Gases.

### **5.1 Técnicas rápidas.**

Las mediciones físicas de las grasas y aceites son importantes tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. El índice de refracción y el punto de fusión son constantes de la grasa, y ambos tienen limitadas pero útiles aplicaciones tanto con fines de identificación como para análisis de composición.

#### **5.1.1 Determinación del punto de fusión.**

Definición:

##### **a) Método del tubo capilar.**

Teóricamente, los puntos de fusión y de solidificación son los mismos, aunque los valores obtenidos en una determinación real no son exactamente iguales.

Las grasas naturales no están formadas por constituyentes únicos; por el contrario, son mezclas complejas que contienen diversos componentes y presentan puntos de fusión diferentes a los de los compuestos puros. Las grasas no funden bruscamente y corrientemente hay un campo considerable entre la temperatura de solidificación y la temperatura de fusión. Este campo corresponde al período de ablandamiento gradual que tiene lugar durante la fase de transición de una grasa sólida a un aceite líquido.

Se emplea una gran variedad de técnicas para medir los puntos de fusión de grasas, y una mayor variedad de métodos para determinar otros puntos, tales como el punto de ablandamiento, punto de congelación y punto de deslizamiento.

En la tabla 15 se muestran el punto de fusión de algunos aceites y grasas.

*\*Aplicaciones.*

-Grasas y aceites sólidos.

*\*Fundamento.*

El punto de fusión de una sustancia pura formada solamente por un constituyente; es la temperatura a la que están en equilibrio las fases sólida y líquida, a la presión de una atmósfera.

Existen dos formas de realizar esta determinación son las siguientes:

***I) Método del tubo capilar cerrado. (36)***

La muestra se solidifica en un tubo capilar (cerrado en un extremo) y se calienta en baño de agua hasta que la grasa queda completamente clara; mide la temperatura a la que funde la grasa.

***II) Método del tubo capilar abierto. (36)***

Este procedimiento según la American Oil Society, se denomina punto de ablandamiento. Es un tanto parecido al punto de deslizamiento de la British Standard Institution, y al punto de fusión por elevación de Deutsche Einheitsmethoden. La muestra se solidifica en un tubo capilar con ambos extremos abiertos y se calienta hasta que la grasa sube por el tubo. A veces, se hacen dos anotaciones adicionales a esta determinación:

1. *Fusión incipiente:* temperatura a la que se forma un menisco claramente definido en la parte superior de la columna de grasa.

2. *Fusión completa*: temperatura a la que la grasa está totalmente fundida.

**Tabla 15.** Puntos de fusión de algunas grasas y aceites \*

Aceite o Grasa	Punto de Fusión, °C
Nuez de coco	23-26
Palma	27-43
Semilla de palma	24-26
Babassú	24-26
<b>Mantequilla</b>	28-35
Sebo (de buey)	43-48
Sebo (de carnero)	44-47
Manteca de cerdo	36-45
Grasa de caballo	36-43
Manteca de cacao	28-36
Sebo de Borneo	34-39

\*) Método del tubo capilar cerrado. Grasas y Aceites, Mehlenbacher, 1979.

#### **B) Determinación del Punto de Fusión por el Método de Wiley.(42)**

El método del punto de fusión de Wiley empezó a emplearse varios años después que el procedimiento del tubo capilar, porque se suponía que había una estrecha correlación con la consistencia del producto terminado. Alguna de tales correlaciones son muy limitadas y el punto de fusión de Wiley es otro valor arbitrario, que depende en gran manera de las condiciones en que se realice la determinación, especialmente de la forma en que se estime el punto final. El método implica el calentamiento de un disco de grasa solidificada hasta que toma una forma esférica, en cuyo momento se supone que ha licuado completamente toda la grasa. De hecho la forma adquirida es más oval o elíptica que esférica, y es difícil para un observador juzgar cuando se alcanza exactamente este punto. Algunos analistas emplean como criterio de fusión la temperatura a la que la muestra queda enteramente clara. Esto supone, por lo general, una temperatura algo más alta que la temperatura a la que se alcanza una forma oval. Otra forma de apreciar el punto final es tocar ligeramente la grasa con el termómetro. Si recobra la forma primitiva, la muestra ha fundido. Un cuarto índice de fusión es

aquella temperatura a la que la parte turbia interior comienza a cambiar de posición o a moverse con relación a la capa externa (fundida).

\*Aplicaciones.

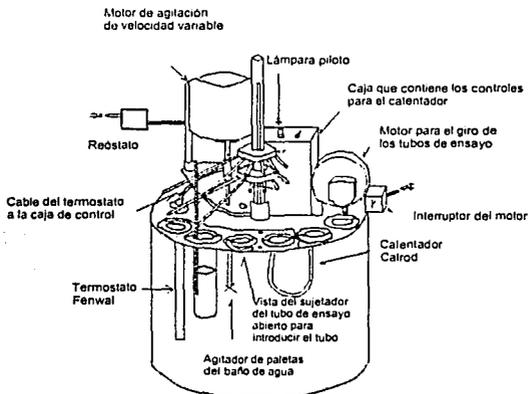
-Grasas y aceites.

\*Definición.

Punto de fusión Wiley: Es la temperatura a la cual, bajo las condiciones de esta prueba, la muestra adquiere una forma esférica y de aspecto transparente, correspondiendo a la temperatura de fusión.

\*Fundamento. Este método se basa en medir la temperatura de fusión, al ocurrir un cambio de estado en la muestra de grasa solidificada, debido a un incremento gradual de temperatura.

Figura 9. Conjunto múltiple para la determinación del punto de fusión Wiley



Enciclopedia de la Química Industrial, Mehlenbacher V. C., 1979

En la tabla 16 se muestran valores de Punto de Fusión de algunas grasas, con los métodos mencionados anteriormente.

**Tabla 16.** Puntos de fusión y de reblandecimiento de algunas grasas comerciales.

Muestra	Punto de fusión (tubo cerrado) °C	Punto de reblandecimiento (tubo abierto) °C.	Punto de fusión (Wiley) °C
Aceite de semilla de soya (hidrogenado)	37.2	32.2	36.1
Aceite de semillas de algodón (hidrogenado)	45.4	38.3	44.8
Mantequillas comerciales	49.0	46.0	46.2
Aceite de margarina.	40.9	31.1	38.3

Enciclopedia de la Química Industrial, Mehlenbacher V. C., 1979.

### 5.1.2 Determinación del Índice de Refracción. (43)

*\*Aplicaciones.*

-Grasas y aceites.

*\*Fundamento.*

El método se basa en la determinación del índice de refracción, ya que sea por medida directa del ángulo de refracción o bien por la observación directa del límite de reflexión total manteniéndose la sustancia dentro de las condiciones de isotropismo y transparencia. (42)

En general, el índice de refracción disminuye cuando aumenta la temperatura y cuando aumenta la longitud de onda del rayo luminoso. Para la normalización, se determina el índice de refracción de la mayor parte de las sustancias a 20 ° C, empleando un foco de luz monocromática (5893 Å) como fuente luminosa.

Respecto a la temperatura deben hacerse algunas excepciones, puesto que la sustancia a analizar debe estar en estado líquido en el momento de hacer la

medición. Estas excepciones las constituyen los triglicéridos naturales, porque la mayor parte de ellos no son líquidos a 20 ° C. Esto ocurre en el caso de grasas animales y de aceites vegetales hidrogenados. Los índices de refracción se designan generalmente, con la expresión  $n_D^{20}$ , que significa que se determinaron a 20 ° C. (36)

*\*Definición.*

Índice de refracción: Es la relación que existe entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción, ángulos que se forman al pasar un rayo de luz del aire a otro medio, en que la luz se propaga con diferentes velocidades.

En la tabla 17 se muestran algunos valores para diferentes aceites y grasas.

El índice de refracción de una sustancia es la relación de la velocidad de un rayo de luz en el vacío, a la velocidad del rayo de luz que atraviesa dicha sustancia, aunque por conveniencia, es más práctico referirla al aire como patrón en vez del vacío. El índice de refracción se expresa por la ecuación:

$$\frac{\text{Seno de ángulo de incidencia}}{\text{Seno del ángulo de refracción}} = n$$

**Tabla 17.** Índice de Refracción para Diferentes Aceites y Grasas.

Grasa ó Aceite	Índice de Refracción a 40 ° C	Grasa ó Aceite	Índice de Refracción a 40 ° C
Algodón	1.4643-1.4679	Mantequilla	1.4534
Nuez de Coco	1.4477-1.4495	Palma	1.4531-1.4580
Ricino	1.4659-1.4730	Linaza	1.4742-1.4754
Capoe	1.4605-1.4657	Cacahuate	1.4600-1.4643
Cacahuate	1.4600-1.4643	Girasol	1.4663-1.4680
Girasol	1.4663-1.4680	Cártamo	1.4679-1.4693
Cártamo	1.4679-1.4693	Soja	1.4675-1.4736
Soja	1.4675-1.4736	Oliva	1.4606-1.4633

Enciclopedia de la Química Industrial, Mehlenbacher V. C., 1979.

### **5.1.3 Determinación del índice de Yodo por el método de Hanus. (46)**

\*Aplicaciones.

Grasas y aceites.

Es el índice identificador por excelencia de un lípido; con el se puede determinar si está puro o adulterado con otro u otros lípidos. Así como el índice de saponificación está relacionado con la masa molecular, el de yodo lo está con los ácidos grasos.

\*Fundamento.

Este índice expresa los gramos de yodo que son fijados por 100 gramos del lípido, o sea el porcentaje de yodo necesario para saturarlo. La base para su determinación, son exclusivamente los ácidos grasos, ya sean saturados o no. El índice agrupa a los lípidos del mismo modo que la desecación por exposición prolongada a la acción del aire en:

- a) secantes, índice de yodo superior a 130
- b) Semisecantes, índice entre 100 y 130
- c) No secantes, índice menor de 100.

Las grasas vegetales, comúnmente tienen índices comprendido entre 30 y 60, a excepción de las de coco, palmiste y algunas de las llamadas ceras vegetales (mírica, del Japón, Etc.), que son inferiores a 1.

Dependiendo de su origen, cada lípido está constituido por diferentes ácidos, o por los mismos, pero en diferente proporción; por esto, el índice de yodo es distinto para cada uno. El que contenga gran cantidad de ácidos poco saturados, tendrá un índice de yodo muy elevado, en oposición a los que consten principalmente de ácidos saturados.

**Tabla 18.** Índice de Yodo de algunos aceites y grasas.

<b>Tipo de Aceite o Grasa</b>	<b>Aceite o Grasa</b>	<b>Índice de Yodo</b>
Grasa animal	Grasa de mantequilla	26-40
Grasa animal	Grasa de buey	35-44
Aceite vegetal no secante	Aceite de oliva	79-88
Aceite vegetal no secante	Aceite de cacahuete	85-105
Aceite vegetal semisecante	Aceite de semilla de algodón	103-113
Aceite vegetal semisecante	Aceite de sésamo	103-116
Aceite vegetal semisecante	Aceite de soja	129-143
Aceite vegetal secante	Aceite de linaza	175-200

Técnicas de Laboratorio para Análisis de Alimentos, Pearson D., 1986.

## **5.2 TÉCNICAS BASADAS EN DESTILACIÓN.**

### **5.2.1. Determinación del Índice de Saponificación. (45)**

\*Aplicaciones.

-Grasas y aceites.

\*Fundamento.

Este método se basa en la reacción química de los ácidos grasos con un álcali, formándose la sal del ácido.

\*Definición.

El Índice de Saponificación es una medida de los ácidos grasos libres y combinados que existen en la grasa y es directamente proporcional a su masa molecular media; cuanto menos sea la masa, molecular media de los ácidos grasos presentes (es decir, cuanto mayor sea la proporción de ácidos grasos de cadena corta, tanto mayor será el Índice de Saponificación. El Índice de Saponificación se utiliza para comprobar la pureza de las grasas.

El Índice de Saponificación representa la cantidad de hidróxido de potasio necesario para la saponificación de 1 g de grasa.(34)

Depende exclusivamente de la masa molecular de los ácidos del lípido, de forma que se puede establecer la siguiente relación: el índice de saponificación, está en relación inversa a la masa molecular de los ácidos grasos. Esto es aplicable a los ácidos saturados y para los no saturados cuya cadena disminuye en dos átomos de carbono. Este Índice expresa los miligramos de hidróxido de potasio necesarios para saponificar un gramo de lípido. En la tabla 19 se muestran valores del índice de saponificación de algunas grasas.



Según este Índice los lípidos se pueden agrupar en :

- a) Aceites de gran saponificación (coco, palmiste, cortón, palma, etc), índice superior a 250.
- b) De media saponificación, que son la mayoría (oliva, almendras, cacahuete, lino, soya, ajonjolí, etc). Con el índice superior a 200 y menor de 250.
- c) De pequeña saponificación (colsa, ricino, mostaza, etc) índice menor de 200. (12)

**Tabla 18.** Índice de Saponificación para Diferentes Aceites y Grasas.

<b>Aceite o Grasa</b>	<b>Índice de Saponificación.</b>
Aceite de sésamo	188-195
Aceite de cacahuete	188-196
Aceite de oliva	190-195
Aceite de Semillas de Algodón	190-198
Manteca de Cerdo	192-200
Grasa de Buey	194-200
<b>Grasa de Mantequilla</b>	<b>222-232</b>
Aceite de Almendra de Palma	245-255
Aceite de Coco	245-265

Técnicas de Laboratorio para Análisis de Alimentos, Pearson D., 1986.

## 5.2.2 Determinación de los Índices de Reichert- Meissl, Polenske y Kirchner.(44)

\*Aplicaciones.

-Grasas y aceites

\*Fundamento.

Estos métodos se basan en la reacción química de los ácidos grasos con un álcali formándose la sal del ácido ( Saponificación) El método de Reichert – Meissl se basa en la neutralización de los ácidos grasos volátiles solubles en agua; el de Polenske en la neutralización de los ácidos grasos volátiles insolubles en agua y el método de Kirchner se basa en la neutralización de los ácidos grasos volátiles que forman sales de plata solubles en agua. Los ácidos grasos de los métodos antes mencionados deben estar previamente saponificados.

- *Indice de Reichert-Meissl*: expresa los mililitros de álcali 0.1 N, necesarios para neutralizar los ácidos grasos volátiles, solubles en agua, provenientes de 5 g de muestra, en determinadas condiciones.

- *Indice de Polenske*: son los mililitros de álcali 0.1 N, necesarios para neutralizar los ácidos volátiles insolubles, provenientes de 5 g de muestra en determinadas condiciones.

- *Indice de Kirchner*: son los mililitros de álcali 0.1 N, necesarios para neutralizar los ácidos grasos volátiles que forman sales de plata solubles en agua, a partir de 5 g de muestra, bajo determinadas condiciones.

\*Definición.

Los ácidos grasos de peso molecular relativamente bajo son característicos por ser volátiles, es decir, pueden ser separados de los ácidos de más alto peso molecular por destilación de vapor. Los principales ácidos grasos así diferenciados

son el butírico, caproico, caprílico, cáprico y láurico. Esto proporciona un medio de caracterización de la grasa de vaca, y del aceite de coco y aceites similares, que contienen cantidades relativamente grandes de ácidos de bajo peso molecular. Los métodos que se han empleado comúnmente para determinar y diferenciar entre estas grasas son los índices de Reichert-Meissl, Polenske y Kirchner.

*El Índice de Reichert-Meissl:* es una medida de los ácidos grasos volátiles solubles en agua, que son principalmente el butírico y el caproico.

*El Índice de Polenske:* es una medida de los ácidos grasos volátiles insolubles en agua, consistentes en su mayor parte en caprílico, cáprico y láurico.

*El Índice de Kirchner:* es una medida del ácido butírico que se separa del ácido caproico por precipitación de la sal de plata insoluble de este último.

Los resultados de los tres, se expresan en términos de ml de NaOH 0.1 N, necesarios para neutralizar los ácidos grasos obtenidos de 5 g de grasa.

La mayor parte de las grasas, excepto las que contienen ácido láurico, tal como el aceite de coco tienen Índices de Reichert-Meissl despreciables, es decir, su valor es uno o menor. Los aceites de coco y similares, están en el campo de 6 a 8, y la mantequilla, aunque los valores que se dan varían considerablemente, están en la proximidad de 28. Ver tabla 19 (13)

**Tabla 19.** Campo normal de los índices de Reichert - Meissl, Polenske y Kirchner en mantequilla y en algunas grasas.

<b>Aceite o Grasa</b>	<b>Reichert-Meissl</b>	<b>Polenske</b>	<b>Kirchner</b>
Mantequilla.	22 - 34	1.5-3.5	20.0-26.0
Aceite de coco.	6 - 8	14.0-18.0	1.0-2.0
Aceite de semilla de palma.	5 - 7	10.0-12.0	0.5-1.0
Otros aceites.	<1	<1	Aprox. 0.5

Enciclopedia de la Química Industrial, Mehlenbacher V. C., 1979.

## **5.3 TÉCNICAS INSTRUMENTALES.**

### **5.3.1 Determinación de Ácidos Grasos por Cromatografía de Gases. (47)**

\*Aplicaciones.

-Grasas y aceites.

La cromatografía es una técnica para separar los componentes de las mezclas a medida que son transportados por una fase fluida móvil a través de una fase estacionaria sólida o líquida. La separación se logra porque la movilidad de cada soluto depende de su distribución entre la fase móvil y la fase estacionaria. Los solutos con una mayor afinidad por la fase estacionaria se moverán más lentamente que los solutos con mayor afinidad por la fase móvil.

Desde su invención, la cromatografía ha avanzado mucho y es ahora una de las técnicas de mayor uso en los campos de la bioquímica, la química orgánica y la química de los alimentos. La Cromatografía puede utilizarse para separar fracciones subcelulares, sustancias específicas de los alimentos e incluso compuestos muy relacionados entre ellos, como los azúcares simples.

Dependiendo del método cromatográfico utilizado, el fraccionamiento de una grasa/aceite en sus componentes será distinto y permitirá extraer las conclusiones correspondientes. En la analítica de grasas y debido a la elevada lipofilia de los compuestos, ha alcanzado especial importancia la cromatografía de gases. Para la caracterización rápida de una grasa en los casos sencillos puede recurrirse con éxito a la cromatografía en capa fina (TLC) de fase inversa.

\*Fundamento.

El análisis cromatográfico de los ácidos grasos se realiza tras su reacción con metilato de sodio a los correspondientes ésteres metílicos (el denominado "método del metilato de sodio").

Antes de la separación cromatográfica, se realiza una purificación de los ésteres metílicos de iones sodio y metanol. Los ésteres metílicos individuales (y por lo tanto los ácidos grasos) se identifican de acuerdo con sus tiempos de retención. Se puede realizar una evaluación de la composición por comparación de las correspondientes superficies de los picos.

Por este método los ácidos grasos libres no se convierten en ésteres metílicos. (42)

### **5.3.2. Determinación de $\beta$ -Sitosterol, por Cromatografía de Gases.(35)**

\*Aplicación.

Mantequilla, Margarina.

\*Introducción.

Para diferenciar las grasas animales de las vegetales se pueden utilizar los esteroides que contienen, estos se encuentran en la fracción insaponificable de las grasas/aceites. En el término de esteroide se incluyen los compuestos derivados del ciclopentano-perhidrofenantreno (esteroide). Dependiendo de su origen, los esteroides se dividen en tres grupos:

1. *Zoosteroides* (en grasas animales): por ej., Colesterol, dihidrocolesterol.
2. *Fitoesteroides* (en grasas vegetales): por ej., sitosteroides, estigmasterol, brassicasterol, campesterol. Ver tabla 11 contenido de fitosterol en algunas grasas.
3. *Micosteroides* (en hongos y levaduras): por ej., ergosterol.

El fitosterol más extendido es el sitosterol, que se presenta en varias formas isómeras ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) y que se encuentra en grandes proporciones en los aceites de soya, maíz y trigo. El zoosterol: colesterol se encuentra en todas las grasas animales, aunque se ha encontrado también ocasionalmente en grasas vegetales

(por ej., en el aceite de palma) en cantidades apreciables. Por tanto, de la detección de colesterol no se deduce con absoluta seguridad la presencia de grasa animal. Es importante por ello utilizar otros parámetros, además del colesterol, como la composición en ácidos grasos, la estructura de los triglicéridos o de otras sustancias acompañantes como los tocoferoles y el escualeno. El contenido en escualeno es por tanto un índice importante para diferenciar las grasas animales y vegetales. En la tabla 20 se muestra el contenido de fitosterol en algunos aceites vegetales.

Cada esteroles muestra unas características químico-físicas muy parecidas, aunque se separan con ayuda de métodos cromatográficos. Por lo general se utiliza una combinación de TLC y GC. El escualeno se determina simultáneamente con estos métodos.

\*Fundamento.

Primero se saponifica la muestra de grasa y se aísla el inasaponificable. A continuación, se realiza un fraccionamiento por cromatografía en capa fina y seguidamente una investigación cromatográfica de las fracciones relevantes.

**Tabla 20.** Contenido en Fitoesteroles de algunos aceites vegetales.

<b>Muestra</b>	<b>Fitoesteroles (mg/100)</b>
Manteca de cacao	170-200
Aceite de nuez de coco (hidrogenado)	60-80
Aceite de cereales	580-1000
Aceite de semillas de algodón	260-311
Aceite de semillas de lino	370-416
Aceite de oliva	133-210
Aceite de palma	30
Aceite de palmiste	60-120
Aceite de cacahuete	190-247
Aceite de colza	345-440
Aceite de sésamo	90-520
Aceite de habas de soja	150-380

Grasas y Aceites: Química y Tecnología, Kirschenbawer G. H., 1964.

## CAPITULO VI

### ANALISIS DE LA INFORMACIÓN.

1 La manteca es uno de los subproductos fabricados en mayor porcentaje, es por ello la importancia de su proceso. La bibliografía revisada marca dos métodos de elaboración. En la actualidad se emplea tanto el método tradicional (discontinuo) o el moderno (continuo), ambos se basan en la aglomeración de los glóbulos grasos, hasta formar gránulos finos que con el amasado se sueldan y forman la manteca, además de las características especiales que dan los cultivos y la maduración. La manteca es un producto muy apreciado por su sabor y aroma a pesar del costo.

Ambos métodos se emplean con gran éxito dependiendo de la capacidad de producción de la planta, aunque con grandes ventajas se ha adoptado el método continuo, desplazando al método discontinuo (o tradicional).

El método continuo puede trabajar volúmenes más grandes, debido a la continuidad del proceso lo que se ve reflejado en los costos al disminuir la mano de obra y el tiempo de batido, ya que con el tradicional un batido dura alrededor de 20-30 minutos dependiendo de las condiciones en que se elabore, mientras que en el continuo el batido se realiza aproximadamente de 3-5 segundos, obteniendo un producto de buena calidad.

2. Se ha revisado asimismo que, la manteca es un producto que no se ve exento de adulteraciones: los aceites más comunes para adulterarla son los vegetales. Los más utilizados son el aceite de coco, de palma, de semilla de palma, de soya, de algodón, entre otros y su uso depende de la disponibilidad de los mismos.

Debido al alto costo de la manteca se han buscado alternativas para homologar el producto, y es así como se ha desarrollado la elaboración de la margarina, que tiene características muy similares a la manteca, pero que en su elaboración no se utiliza grasa láctea, como materia prima principal, ya que es una emulsión en la

que intervienen diferentes ingredientes como, proteínas, grasas hidrogenadas y otros aditivos permitidos por la Secretaría de Salud.

Aunado a esto, y a la facilidad de su elaboración está el costo que es mucho más bajo (aproximadamente un 50 % menos), comparado con el de la mantequilla.

Es por ello que a pesar de que los procesos de elaboración entre mantequilla y margarina son relativamente distintos, el producto obtenido es prácticamente idéntico. Se debe a esta similitud, la dificultad de identificar adulterantes sólo con el sabor o el gusto, así que se emplean técnicas de análisis para detectar grasas diferentes de la butírica, presentes en la mantequilla.

De acuerdo con la información revisada, en el proceso de mantequilla son numerosos factores que se deben controlar, para obtener una buena mantequilla, y es ahí en donde radica la principal diferencia con el proceso de margarina, además de las materias primas, ya que en la margarina se emplean, grasas de diferente origen, proteínas, y además de los aditivos permitidos por la Secretaría de Salud y Asistencia, y en las operaciones del proceso por ejemplo en la margarina no es necesario un amasado, para obtener una buena textura, ya que cristaliza de manera que la sensación al paladar no es arenosa, ni pegajosa, es por estas características que se emplea para adulterar la mantequilla así como otros aceites hidrogenados.

3.- En la presente revisión bibliográfica se encontró que para detectar las adulteraciones se emplean una variedad de métodos que van desde los que miden una propiedad física ( punto de fusión, índice de refracción) hasta los que detectan compuestos específicos (composición de ácidos grasos y presencia de  $\beta$ -sitosterol).

Se emplean en la actualidad diferentes métodos para determinar el punto de fusión pero presentan algunos inconvenientes:

a) Método del Tubo Capilar Cerrado.

El método del tubo capilar cerrado es, probablemente, el más corriente de los distintos procedimientos de determinación del punto de fusión. Es aplicable a todas las grasas y ácidos grasos corrientes, pero no es apropiado para emulsiones grasas.

El punto de fusión determinado por este método es el de la forma más estable (más alta fusión), y este valor es de 1° a 1.5 ° C superior al verdadero valor, por la poca conductividad térmica de las grasas. Las grasas que contienen proporciones relativamente altas de monoglicéridos, conducen a resultados erróneos y poco consistentes.

b) Método de Tubo Capilar Abierto.

Con el capilar abierto, punto de reblandecimiento o punto de deslizamiento como se le designa algunas veces es un procedimiento de poca precisión y exactitud debido a que está abierto a la atmósfera y la temperatura de fusión se ve más fácilmente afectada.

Según estudios se ha observado que cuatro capilares de la misma muestra, preparados y calentados simultáneamente en el mismo baño, tengan diferencias de hasta 3-4 ° C. Lo que nos indica una gran imprecisión en el método y su poca confiabilidad.

c) Método de Wiley.

El punto de fusión por el método de Wiley, al igual que por capilar abierto o cerrado es un valor arbitrario porque depende en gran manera de las condiciones en que se realice, especialmente de la forma en que se estime el punto final (punto de fusión), de hecho es difícil para el analista observar el momento en que se alcanza exactamente este punto. Se acostumbra tomar el valor cuando la muestra está completamente clara.

De acuerdo a lo que marca la bibliografía se puede deducir que estas formas de medir el punto de fusión no son muy precisas, por un lado la dificultad de leer el punto exacto en que la grasa funde y por el otro que cada persona percibe de diferente manera los resultados, sin embargo son métodos rápidos que nos pueden dar una idea inmediata de que exista una posible adulteración, aunque no es determinante para rechazar un producto, porque hay grasas que funden en intervalos similares a la grasa de mantequilla. De los métodos consultados solo el método de Wiley está permitido por la Norma Oficial Mexicana.

#### d) Índice de Refracción.

El índice de refracción a pesar de ser un valor que se afecta muy fácilmente, al existir una mezcla de grasas, existe un amplio margen para la mantequilla que va de 1.4527 a 1.4566, según marca la Norma Oficial Mexicana y en la Española de 1.4540 a 1.4557 y en las grasas vegetales la mayoría tiene un índice de 1.4600 por lo tanto es un método rápido para el análisis de la mantequilla, sólo existiría confusión con el aceite de palma que tiene un índice de refracción de 1.4531-1.4580, similar al de mantequilla.

Como vemos es un valor más fácilmente alterable por los valores en los que se encuentran las grasas vegetales( mayores a 1.4600).

#### e) Índice de Saponificación

La determinación del índice de saponificación es relativamente sencilla en lo que respecta a su ejecución y no implica reacciones o manipulaciones complicadas. No obstante, con cierta frecuencia se encuentran dificultades en obtener resultados seguros y precisos. Según los diferentes autores, la razón para que esto ocurra, depende de diversos factores, la mayor parte de los errores que se obtienen obedecen a una o más de las causas siguientes:

Saponificación incompleta. Es importante tomar todas las precauciones necesarias para tener la seguridad de que la reacción de saponificación ha sido completa. Puesto que no hay un camino conocido por el que pueda juzgarse con certeza que la reacción ha sido total, es esencial que las condiciones sean las suficientes para asegurar la totalidad de la reacción. Son esenciales una completa claridad y homogeneidad de la solución y, tanto la una como la otra, sirven como indicadores parciales de una saponificación completa; no obstante, no hay un criterio totalmente satisfactorio.

Presencia de sustancias perjudiciales. Cualquier sustancia que reaccione con el hidróxido de potasio alcohólico puede obstaculizar la reacción de saponificación. Entre tales sustancias se incluyen los ácidos, anhídridos y productos de oxidación, tales como aldehídos y otros compuestos de carbonil. Otro posible obstáculo es la influencia del oxígeno (atmosférico) disuelto. Por ello es importante mantener el reactivo bien tapado y no utilizarlo después de una semana.

Disolvente del álcali y medio de reacción. El disolvente en el que se disuelve el álcali sirve de medio de reacción. Este hecho tiene una marcada influencia sobre la determinación, puesto que dependientes de él hay una serie de factores tales como solubilidad de la muestra, temperatura y velocidad de reacción. Todos ellos tienen relación con la totalidad de la reacción.

El alcohol etílico, en la mayor parte de los métodos, está especificado como el disolvente del álcali y su empleo es satisfactorio para las grasas que no son anormalmente difíciles de saponificar. La mayor parte de las grasas corrientes reaccionan rápida y fácilmente con el hidróxido potásico disuelto en alcohol etílico, y los ácidos grasos reaccionan aún más rápidamente que los glicéridos. La sustitución por alcohol etílico de disolventes, tales como el alcohol isopropílico, butílico, alcoholes amílicos y etanodiol, conduce a una saponificación más rápida debido a una temperatura de ebullición más alta y una mejora en la solubilidad de la grasa, también se aumenta la velocidad de reacción al añadir a la misma

mezcla disolventes tales como tolueno o piridina, aunque esta última, a menos que sea muy pura puede producir dificultades en el punto final. Los disolventes de punto de ebullición más alto, especialmente el alcohol butílico, son preferidos por muchos investigadores para aquellas grasas o sus derivados que son difíciles de saponificar.

Si la determinación se realiza de manera adecuada controlando bien el tiempo de saponificación y los reactivos, los resultados que se obtienen son muy confiables debido a que los valores para la manteca se encuentra en un rango de 222 a 232, y el resto de las grasas con que podría adulterarse están ya sea por arriba o por debajo de este rango, pero no coinciden con los valores de la manteca.

f) Índices de Reichert-Meissl y Polenske.

Se encontró que la principal finalidad de los índices de Reichert-Meissl (ácidos grasos volátiles solubles), y Polenske (ácidos grasos volátiles insolubles) es la detección de la adulteración de la manteca con aceite de coco y aceites similares en una mezcla con otros aceites y grasas. Los valores del Índice de Reichert-Meissl de los aceites de coco y similares, están en el campo de 6 a 8 y la manteca, está en un rango de 22-34.

Los índices de Reichert-Meissl para la manteca aceptados para la mayor parte de los fines legales y reglamentarios varían de 27 a 30. El índice de Polenske para la manteca varía con el índice de Reichert-Meissl, para la manteca se presenta un índice de Polenske de 1.5 a 3.5 y viceversa con los aceites vegetales. El aceite de coco y otros aceites que contienen ácido láurico, poseen un índice de Polenske significativo de 12 a 18. La mayor parte de los restantes aceites contienen cantidades insignificantes de ácidos grasos volátiles insolubles en agua. Por lo tanto, el índice de Polenske proporciona un medio de determinar aceites del grupo del ácido láurico.

También es un hecho conocido que los métodos para la determinación de los ácidos grasos volátiles, son extremadamente sensibles a los cambios en la técnica y en los aparatos.

Fine y sus colaboradores, efectuaron una amplia investigación de ciertas variables asociadas con los métodos empleados en la determinación de los ácidos grasos volátiles.

Algunas de sus observaciones son las siguientes:

i) La forma de cómo se lleva a cabo la destilación tiene una marcada influencia sobre el Índice de Polenske; menos influencia sobre el Índice de Reichert-Meissl.

ii) La diferencia de los 110 ml preconizados por el método tiene una influencia significativa sobre el Índice de Reichert-Meissl; menos sobre los resultados de Polenske.

iii) Hay una diferencia real debido al tipo de calor empleado, se recomienda que el matraz descansa sobre una placa de asbesto con 5 cm de diámetro, para que la velocidad de destilación sea la adecuada y se recolecten los 110 ml en 30 minutos.

g) Determinación de la Composición de Ácidos Grasos y  $\beta$ -sitosterol, por Cromatografía de Gases.

Se reporta que los métodos cromatográficos son más precisos, debido a los equipos que actualmente se emplean ya que son computarizados y fácil de manejar, son métodos definitivos para determinar compuestos específicos. Como la determinación de  $\beta$ -sitosterol que es un compuesto que solo se encuentra en las plantas, y su presencia en la mantequilla nos da la certeza de adulteración con grasas vegetales.

4. La normalización de un producto en este caso la mantequilla, no solo se tienen que cumplir en el mercado nacional sino que hay organismos como el Codex Alimentarius, que se encarga de regular la normalización de los productos en el ámbito internacional.

Con respecto a las normas consultadas para mantequilla se observó que coinciden en que solo se denomina "Mantequilla" al producto obtenido de la leche de vaca y si se adiciona con grasas de otras leches se mencionará en la etiqueta; también coinciden en los valores establecidos para el índice de refracción, índice de saponificación, índices de Reichert-Meissl, Polenske, en el caso de la Norma Española, indica que tanto los productos nacionales como los de importación deben cumplir con los mismos requerimientos para su comercialización. Las normas revisadas indican que no se permitirá la adición de cualquier otra grasa extraña al producto, ni con la mezcla de margarina, y en caso de que se hiciera ésta debe estar identificada con la denominación correcta para evitar confusión por parte del cliente, ya que tanto las normas Española y el Codex Alimentarius, prohíben la adición de grasas diferentes a la de vaca y la Norma Oficial Mexicana dice que también se puede agregar leche de cabra o solamente de cabra pero siempre y cuando se aclare. Ahora existe un proyecto de norma en el que si se aclara que sólo se elaborará con la grasa obtenida exclusivamente de la leche de vaca sin adición de otras grasas.

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

1. Se recopiló la información que muestra los aspectos importantes que se deben controlar en el proceso de elaboración de mantequilla, desde la llegada de la materia prima (crema o leche) a la planta hasta su venta.

2. En la actualidad se siguen empleando los dos métodos para elaborar mantequilla, (discontinuo y continuo) su uso depende de la capacidad de cada planta procesadora.

3. La principal razón por la que se adultera la mantequilla es el factor económico. Por lo que se emplean aceites o grasas de origen vegetal, que son más baratos que la grasa láctea. Aunado a esto la industria de la margarina puede utilizar casi cualquier tipo de grasa para la elaboración de sus productos.

4. Con respecto a la calidad de un producto se determina basándose en muchos aspectos, desde las materias primas para la elaboración, las características finales del producto, el costo, y principalmente el gusto del cliente, es decir que debe cumplir con cierta apariencia, sabor, textura, olor, etc. que sea de su agrado. Esto se complementa con análisis químicos y bioquímicos que nos ayudaran a dar la aceptación a un producto de calidad.

3. Las técnicas que marca la Norma Oficial Mexicana para determinar la adulteración en mantequilla y de acuerdo a la investigación realizada, son: el punto de fusión, el índice de refracción dos métodos rápidos que están permitidos por la Secretaría de Salud.

Sin embargo es necesario hacer otro tipo de análisis más específico como el Índice de saponificación y los índices de Reichert-Meissl, Polenske. En el caso de

los índices Reichert-Meissl, Polesnke, estas determinaciones son importantes ya que se basan en propiedades más específicas como la composición de ácidos grasos a partir de  $C_6$  (ácido caproico).

En la actualidad se emplea la cromatografía de capa fina para detectar la presencia de  $\beta$ -sitosterol, que como sabemos es un compuesto que sólo se encuentra en las grasas vegetales, y es determinante para rechazar la mantequilla por adulteración.

4. Las normas consultadas coinciden en que si se adiciona otra grasa esta debe declararse en la etiqueta para evitar confusión en el cliente.

Sólo en la Norma Mexicana, la definición marca que también se puede llamar mantequilla al producto obtenido de la leche de cabra.

5. Es importante la normalización de los productos, tanto para los de producción nacional como para los de importación, para evitar una competencia desleal y fraude como lo marca la Ley Federal sobre Metrología y Normalización de México. Es por ello la importancia de realizar los análisis que se mencionan en el presente trabajo para garantizar la calidad de la grasa con que se elabora el producto que nos interesa así como la actualización constante de las Normas de Calidad en el país para asegurar al consumidor. En México se observa esta tendencia a regular de manera más específica como en el caso de mantequilla que existe un proyecto de norma en donde además de los parámetros que debe cumplir también se especifica que sólo se obtendrá de la leche de vaca.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Alais Charles, (1971), CIENCIA DE LA LECHE, Ed. Continental, España.
2. Aleixandre Benavent José Luis, (1996), PROCESOS DE ELABORACIÓN DE ALIMENTOS, Ed. REPROVAL, España.
3. Amiot, (1991), CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA LECHE, -Principios y Aplicaciones-, Ed. Acribia, Zaragoza, España.
4. Badui Dergal Salvador, (1999), QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS, 3ª , Ed Alambra Mexicana, México.
5. Belitz-Crosch, (1997), QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS, 2ª , Ed. Acribia, Zaragoza, España.
6. Berger K. G., Teah Y. K., (1988), PALM OIL THE MARGARINE POTENTIAL FOOD MANUFACTURE INTERNATIONAL, Pearson, Estados Unidos.
7. Besterfield H. Dale, (1995), CONTROL DE CALIDAD, 4ª, Ed Pearson Educación, México.
8. Brennan J. G. (1988), LAS OPERACIONES DE LA INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS, 3ª., Ed. Acribia, Zaragoza, España.
9. Canales Beatriz, (1995), SEMINARIO DE ACTUALIZACION TECNOLÓGICA EN LA PREPARACIÓN DE MANTECAS ESPECIALES CON ACEITE DE SOYA, Vol 17, No. 5, Sep-Oct. México.
10. Claude Cheftel J., (1982), INTRODUCCIÓN A LA BIOQUÍMICA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS, VOL. II, Ed. Acribia, Zaragoza, España.
11. Codex Alimentarius para la Mantequilla (manteca).CODEX STAN A-1-1971, Rev.1-1999, Roma Italia.
12. Coultate T. P., (1984), LÍPIDOS EN ALIMENTOS: química de sus componentes, Ed. Acribia, Zaragoza, España.
13. De León Simón, (1985), MANUAL DE TÉCNICAS DE ANÁLISIS QUÍMICO PARA ALIMENTOS, IPN, México.
14. Desrosier W. N., (1999), ELEMENTOS DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, Ed Continental, México.
15. Diario Oficial de la Federación 1988, Secretaria de Gobernación, México.

16. Domínguez Xorge Alejandro, (1979), MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN FITOQUÍMICA, Ed. Limusa, México.
17. Ediciones CEDEL, (1984) DICCIONARIO DE LOS ALIMENTOS, 2ª, México.
18. Editado por Chapman And May, (1997), ADVANCED DAIRY CHEMISTRY – lactose, water, salts and vitamins, 2ª, Gran Bretaña.
19. Elizondo Decanini Alfredo, (1997), MANUAL ISO 9000, Uso y aplicación de las normas de aseguramiento de calidad, Ed. Castillo, México.
20. Feigenbaum V. Armand, (1995), CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD, 3ª, Ed. Continental, México.
21. Fennema R. Owen, (1982), INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS, Vol. II, Ed. Reverté, España.
22. Fernández San Juan Pedro M., (Abril, 1995), ACTUALIDAD DE LAS GRASAS EN LA PROBLEMÁTICA ALIMENTARIA, Alimentación equipos y Tecnología, Año XIV, No. 3, España.
23. Gavilan Escalante Pérez Jorge, (1988), BIOQUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA DE LA LECHE, Ed. Limusa, México, pp. 45-57
24. Guía para el control y Prevención de la Contaminación Industrial. Comisión del Medio- Región Metropolitana- , Julio 1998, Santiago, Chile.
25. Hawthorn John, (1983), CIENCIA DE LOS ALIMENTOS, Ed. Acribia, Zaragoza, España.
26. Hobart H. Willard, Lynne L. Merrit, John A. Dean, (1984), MÉTODOS INSTRUMENTALES DE ANÁLISIS, Ed. Continental, México.
27. Hui, Y. H.(1992), DAIRY SCIENCE AND TECHNOLOGY HANBOOK, Vol 1, Ed. VCH, USA.
28. Judkings Henry F. (1980) LA LECHE S-SU PRODUCCIÓN Y PROCESOS INDUSTRIALES, 3ª, Ed. Continental, México.
29. Kirschenbawer G. H., (1964), GRASAS Y ACEITES: Química y Tecnología, Ed. Continental, México.
30. Lehninger Albert, (1995), BIOQUÍMICA, 2ª, Ed. Omega, Barcelona, España.
31. Less R. (1980), ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS, 2ª, Ed. Acribia, Zaragoza, España.

32. Lawson Harry, (1999), ACEITES Y GRASAS ALIMENTARIOS, Ed. Acribia, Zaragoza, España.
33. Luquet M. F., (1993), LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS, Ed. Acribia, Zaragoza, España.
34. Matissek, Schepel, Steiner, (1998), ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS, Ed. Acribia, Zaragoza, España.
35. Mead J. F. , Alfin-Slater, R. B. Howton D. R. , Popják G (1986), FATTY ACIDS: CRYSTALS, MONOMOLECULAR FILMS AND SOAPS, Editor Plenum Press, New York.
36. Mehlenbacher V. C., (1979), ENCICLOPEDIA DE LA QUÍMICA INDUSTRIAL TOMO VI –Análisis de Grasas y Aceites-, Ed. URMO, España.
37. Méndez Ofelia, López Nadia, (1984), CONTROL DE LA CALIDAD, Ediciones Enspes, La Habana, Cuba.
38. Miller D. Dennis, (2001), QUÍMICA DE ALIMENTOS.-Manual de laboratorio-, Ed. Limusa Wiley, México.
39. Norma de Calidad para la Mantequilla Española UNE 34701 h1. España.
40. NOM-F-16-S-1979, Alimentos para Humanos-Margarina para Mesa-(1979), Dirección General de Normas, México.
41. NOM-F-10-1982 Alimentos para Humanos-Mantequilla de leche o crema pasteurizada-. (1982), Dirección General de Normas, México.
42. NOM-F-114-S-1981 Alimentos para humanos –Grasas vegetales o animales – Determinación del punto de fusión por el método de Wiley, en grasas vegetales o animales, (1981), Dirección General de Normas, México
43. NOM-F-74-S-1981, Alimentos para humanos –Aceites esenciales, aceites y grasas vegetales o animales- Determinación del índice de refracción con el refractómetro de Abbé en aceites esenciales, aceites y grasas vegetales o animales, (1981), Dirección General de Normas, México.
44. NOM-F-153-S-1981, Alimentos para humanos –Aceites y grasas vegetales o animales- Determinación de los índices de Reichert-Meißl, Polenske y Kirchner en los aceites y grasas vegetales o animales, (1981), Dirección General de Normas, México.

45. NOM-F-174-S- 1981 Alimentos para humanos –Aceites y grasas vegetales o animales-Determinación del índice de saponificación, en aceites y grasas vegetales o animales, (1981), Dirección General de Normas, México.
46. NOM-F-408-S Alimentos para humanos – Aceites y grasas vegetales o animales-Determinación del índice de Yodo. por el método de Hanus-Dirección General de Normas, México
47. NOM-F-490-1987 Alimentos para humanos –Determinación de adulteraciones con grasa extraña por cromatografía gaseosa, en grasas animales, (1987), Dirección General de Normas, México.
48. Norma del Codex Alimentarius para la Margarina Codex, Stan 32, 1981 (REV 1989) Anteriormente CAC/RS 32- 1969, Roma, Italia.
49. Norma Oficial Mexicana, LECHE PASTEURIZADA DE VACA, DISPOSICIONES Y ESPECIFICACIONES, NOM-091-SSA1-1994, (1994), Dirección General de Normas, México.
50. ONU, (1974), HIDROGENACION DE ACEITES VEGETALES Y PRODUCCIÓN DE GHI VEGETAL, New York.
51. Pedersen A., Parres A, (1987), LA FABRICACIÓN DE LA MARGARINA, TECNOLOGÍA Y PROCESO. Alimentación, Equipos y Tecnología Vol VI, No. 5, España.
52. Pola Maseda Angel, (1999), GESTION DE CALIDAD, Ed.Alfa Omega, Colombia
53. Rebollar Calvo Miguel, (1993), LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS –vaca-oveja-cabra-2. Los Productos Lácteos Transformación y Tecnologías, Ed. Acribia, Zaragoza, España.
54. Regutti R., (1988), FABRICACIÓN DE MARGARINAS Y GRASAS ANHIDRAS DERIVADAS DEL ACEITE DE SOJA. Alimentación, Equipos y Tecnología, Vol VII, No 5, España.
55. Robinson K. R., (1987), MICROBIOLOGIA LACTOLOGICA, Volumen 2, Microbiología de los Productos Lácteos, Ed. Acribia, Zaragoza, España.
56. Spreer, E., (1991), LACTOLOGIA INDUSTRIAL, 2ª, Ed. Acribia, Zaragoza, España.

57. Varman, H. Alan, (1995), LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS, Ed. Acribia, Zaragoza, España
58. Vaughn R.(1981), CONTROL DE CALIDAD., Ed. Limusa, México.
59. Veisseyre Roger, (1971), LACTOLOGÍA TÉCNICA, Ed. Acribia, Zaragoza, España.
60. Vollmer G., Josst G., Schenker D., Sturm W., Vreden N., (1995), ELEMENTOS DE BROMATOLOGIA DESCRIPTIVA, Ed. Acribia, Zaragoza, España.
61. Warner N. James, (1999), PRINCIPIOS DE LA TECNOLOGÍA DE LÁCTEOS, AGT Editor, México.
62. Wong D.W. S. (1989), LIPIDS. EN: MECHANISM AND THEORY IN FOOD CHEMISTRY, Editor Van Nostrand Reinhold, New York.
63. Zéller Steve, (1994), GRASAS Y ACEITES ALIMENTARIOS, Ed. Acribia, Zaragoza, España.

**ANEXO I**  
**DESCRIPCIÓN DE LAS NORMAS DE CALIDAD.**

**1.1 ALIMENTOS PARA HUMANOS –MANTEQUILLA DE LECHE O CREMA PASTEURIZADA. NOM – F – 10 – 1982. (41)**

**INTRODUCCIÓN.**

Las especificaciones que se establecen en esta norma sólo podrán satisfacerse cuando en la elaboración del producto se utilicen materias primas e ingredientes de calidad sanitaria, se apliquen buenas técnicas de elaboración, se realicen en locales e instalaciones bajo condiciones higiénicas, que aseguren que el producto es apto para el consumo humano de acuerdo con el Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos, sus reglamentos y demás disposiciones de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

**1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones que debe cumplir el producto denominado " Mantequilla de leche o crema pasteurizada".

**2 REFERENCIAS.**

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes.

**NOM – F – 74 – S** Alimentos para humanos – Aceites esenciales, aceites y grasas vegetales o animales - Determinación del índice de refracción con el refractómetro de Abbé. (determinación del índice de refracción con el refractómetro de Abbé en aceites esenciales, aceites y grasas vegetales o animales)

**NOM – F – 114 –** Alimentos para humanos – Grasas vegetales o animales Determinación del punto de fusión por el método de Wiley. (Método de prueba

para la determinación del punto de fusión por el método de Wiley en grasas vegetales o animales).

**NOM – F – 153 – S** Alimentos para humanos \_ aceites y grasas vegetales o animales - Determinación de los Índices de Reichert – Meissl, Polenske y Kirchner. (Índices de Reichert – Meissl, Polenske y Kirchner en los aceites y grasas vegetales o animales).

**NOM – K – 302** Alimentos para humanos – Determinación de adulteración con grasa extraña por cromatografía gaseosa.

(Método de prueba para determinar la composición de ácidos grasos por cromatografía gaseosa).

**NOM – F – 174 – S** Alimentos para humanos – Aceites y grasas vegetales o animales – Determinación del índice de saponificación.

(Método de prueba para la determinación del índice de saponificación en aceites y grasas vegetales o animales).

**NOM – Z – 12** Muestreo para la inspección por atributos.

### 3 DEFINICIONES.

Para los efectos de esta norma se establece la siguiente definición:

Se entiende por Mantequilla el producto obtenido de la crema de la leche pasteurizada de vaca, de la crema de la leche pasteurizada de la cabra y las cremas de las leches pasteurizadas de vaca y cabra cuando dicha grasa es sometida a maduración o fermentación, batido o mezclado, amasamiento y/o salada, y por último moldeada, empacada en condiciones de refrigeración. (véase A.2).

### 4 CLASIFICACIÓN Y DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO.

El producto objeto de esta norma se clasifica en tres tipos de acuerdo a la leche que se utiliza, con un solo grado de calidad, designándose como mantequilla, pudiendo ser adicionada o no de sal (NaCl) ( véase 8.1).

Tipo I Mantequilla de leche o crema pasteurizada de vaca.

Tipo II Mantequilla de leche o crema pasteurizada de cabra.

Tipo III Mantequilla de leche o crema pasteurizada de vaca y cabra.

#### 4.2 DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO.

4.2.1 En la elaboración de mantequilla debe utilizarse leche o crema pasteurizada de vaca y debe denominarse Mantequilla de leche o crema pasteurizada de vaca.

4.2.2 Cuando la mantequilla provenga de leche o crema pasteurizada de cabra, debe denominarse Mantequilla de leche o crema pasteurizada de cabra.

4.2.3 En la fabricación de mantequilla deben utilizarse mezclas de leches o cremas pasteurizadas de vaca y cabra y el producto debe denominarse Mantequilla de leche o crema pasteurizada de vaca y cabra ( véase 8.1.1).

#### 5 ESPECIFICACIONES.

La mantequilla en sus tres tipos y un solo grado de calidad debe cumplir con las siguientes especificaciones:

##### 5.1 SENSORIALES.

Color : El color de la mantequilla puede ser desde amarillo paja hasta amarillo brillante ( véase A.3).

Olor : Característico.

Sabor : Característico.

Consistencia : Debe ser firme, homogénea y untuosa a 293 K ( 20 ° C).

##### 5.2 FÍSICAS Y QUÍMICAS.

La mantequilla debe cumplir con las especificaciones físicas y químicas anotadas en la Tabla 1.

NOTA No. 1 Las constantes físicas y químicas son de la materia grasa de la mantequilla. No se permitirá la adición de cualquier otra grasa extraña al producto.

NOTA No. 2 Se aceptarán como límites en el índice de saponificación de 220 a 235 cuando las demás constantes confirmen que se trata de mantequilla de vaca.

NOTA No. 3 Se aceptarán como límites en el índice de Reichert – Meissl de 23 a 30 cuando las demás constantes confirmen que se trata de mantequilla de vaca.

NOTA No. 4 Como en el caso anterior se admitirán en el índice de Polenske como límites de 1.6 a 1.9. el límite máximo de 3.5 se admitirá cuando el índice de Reichert – Meissl sea de 29 a 30.

Tabla 1

Especificaciones	Tipo I		Tipo II		Tipo III	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Humedad		16		16		16
Punto de fusión	303 K (30° C)	311 K (38° C)	301 K (28° C)	311 K (38° C)		
Sólidos no grasos %	2.0	4.0	2.0	4.0	2.0	4.0
Cloruro de Sodio (NaCl). (para el producto sin sal)		0.5		0.5		0.5
Cloruro de sodio (NaCl) (para el producto con sal)		5.0		5.0		5.0
Grasa butírica % en peso	80		80		80	
Acidez expresada en ácido láctico %		2.0		2.0		2.0
Índice de Refracción 313 K ( 40 ° C).	1.4527	1.4566	1.4534	1.4541		
Índice de saponificación.	223.0	232.0	223.0	242.0		
Índice de yodo.	30	38	30	35		
Índice de Reichert – Meissl.	26	30	22	25		
Índice de Polenske.	1.9	3.0	4.0	6.0		
Índice de Kirchner.	19.0	26.0	19.0	26.0		
Fosfatasa.	4 U.,de fenol /cm <sup>3</sup> , máx.		4 U.,de fenol /cm <sup>3</sup> , máx.		4 U.,de fenol /cm <sup>3</sup> , máx.	

### 5.5 CONTAMINANTES QUÍMICOS.

El producto objeto de esta norma no deberá contener ningún contaminante químico en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud.

Los límites máximos de estos contaminantes quedan sujetos a lo que establezca la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

## 5.6 ADITIVOS PARA ALIMENTOS PERMITIDOS POR LA SECRETARIA DE SALUBRIDAD Y ASISTENCIA.

### 5.6.1 Neutralizantes.

Durante la elaboración de las mantequillas se permite el empleo de los siguientes productos para la neutralización de la acidez de las cremas.

- a) Agua de cal o su lechada.
- b) Oxido de calcio.
- c) Carbonato de calcio.
- d) Oxido de magnesio.
- e) Bicarbonato de sodio.
- f) Carbonato de sodio.
- g) Mezclas de los anteriores.
- h) Neutralizantes que tengan nombre comercial registrado y que estén aprobados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

### 5.6.2 Colorantes.

Se pueden emplear los siguientes colorantes naturales:

- a) Bija (achiote).
- b) Beta caroteno.

## 6 MUESTREO.

6.1 Cuando se requiera el muestreo del producto, este podrá ser establecido de común acuerdo entre productor y comprador, recomendándose el uso de la Norma Oficial Mexicana NOM – Z – 12 (véase 2).

### 6.2 MUESTREO OFICIAL:

El muestreo para efectos oficiales estará sujeto a la legislación y disposiciones de la Dependencia Oficial correspondiente, recomendándose el uso de la Norma Oficial Mexicana NOM – Z – 12 (véase 2).

## 7 MÉTODOS DE PRUEBA.

Para la verificación de las especificaciones físicas, químicas y microbiológicas que se establecen en esta norma se deben aplicar las Normas Oficiales Mexicanas que se indican en el capítulo de referencias Véase 2)

## 8 MARCADO, ETIQUETADO, ENVASE Y EMBALAJE.

### 8.1 MARCADO Y ETIQUETADO.

#### 8.1.1 Marcado en el envase.

Cada envase del producto debe llevar una etiqueta o impresión permanente, visible e indeleble con los siguientes datos:

- Que el producto se encuentra pasteurizado.
- Denominación del producto señalando la especie o especies de animales de donde procedan las leches usadas en la elaboración de acuerdo a su predominio indicando que está adicionada de sal cuando sea necesario (véase 4.1).
- Nombre o marca comercial registrada, pudiendo aparecer el símbolo del fabricante.
- Lista completa de ingredientes en orden de concentración decreciente incluyendo el aditivo (colorante natural).
- Otros datos que exija el reglamento respectivo o disposiciones de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

#### 8.2 ENVASE.

El producto objeto de esta norma, se debe envasar en recipientes de un material resistente e inocuo, que se garantice la estabilidad del mismo, que evite su contaminación, no altere su calidad ni sus especificaciones sensoriales.

## 9 ALMACENAMIENTO.

El producto terminado debe almacenarse en locales refrigerados que reúnan los requisitos sanitarios que señala la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

## **1.2 NORMA DE CALIDAD PARA LA MANTEQUILLA ESPAÑOLA UNE 34701 h1. (39)**

### **1. NOMBRE DE LOS PRODUCTOS.**

Mantequilla y mantequilla de suero.

### **2. DESCRIPCIÓN O DEFINICIÓN.**

Mantequilla es el producto graso obtenido exclusivamente de leche o nata, de vaca, higienizadas.

Mantequilla de suero es el producto graso obtenido del suero higienizado que no contenga ninguna otra grasa más que la leche de vaca.

### **3. ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

La presente norma se aplica a la mantequilla y mantequilla de suero que se fabrique y/o comercialice dentro de territorio nacional, quedando exceptuada la "mantequilla de Soria" y/o "mantequilla azucarada".

Lo dispuesto en la presente norma no exime del cumplimiento de lo estipulado en otras disposiciones de distinto carácter.

### **4. FACTORES ESENCIALES DE COMPOSICIÓN Y CALIDAD.**

#### **4.1 ORGANOLÉPTICOS.**

La mantequilla dispuesta para su venta deberá presentar las siguientes características:

4.1.1 Consistencia sólida y homogénea.

4.1.2 Color amarillo uniforme más o menos intenso.

4.1.3 Sabor y olor característicos.

#### **4.2 INTRÍNSECOS (MATERIAS PRIMAS).**

4.2.1 Contenido mínimo de materia grasa, de la leche de procedencia, 8 por 100 (masa/masa).

4.2.1.1 Las características físico-químicas de la grasa estarán comprendidas entre los siguientes valores:

Índice de refracción a + 40 ° C de 1.4557 a 1.4540.

Índice de Reichert – Meissl entre 32 y 26.

Índice de Polenske de 4 a 1.

Índice de Kirchner, de 27 a 19.

4.2.2 Contenido máximo de extracto seco magro, de la leche de procedencia, 2 por 100 m/m (masa/masa).

4.2.3 Contenido máximo de agua 16 por 100 m/m (masa/masa).

#### 4.3 AÑADIDOS.

4.3.1 Cloruro sódico, en dosis máximas del 5 por 100 m/m (masa/masa).

4.3.2 Fermentos lácticos, en dosis limitadas por la correcta práctica de fabricación.

#### SALES NEUTRALIZANTES.

Ortofosfato de sodio.	0.2 % m/m en separado
Carbonato de sodio	o en conjunto expresado
Bicarbonato de sodio	en masa de sustancia
Hidróxido de sodio.	anhidra y referido a masa
Hidróxido de calcio.	del producto total.

#### 5 PROHIBICIONES.

En el curso de la manipulación, tratamiento y venta de la mantequilla se prohíbe:

5.1 La mezcla con margarina y/o cualquier otra clase de grasa.

5.2 La adición o presencia de cualquier materia extraña no autorizada en la presente norma.

5.3 La adición o presencia de colorantes y neutralizantes no incluidos en los apartados 5.1 y 5.2, así como la de otros aditivos autorizados para este producto.

5.4 La adición de fermentos distintos a los lácticos.

5.5 Almacenar, elaborar o manipular en las fábricas o almacenes de mantequilla otras grasas alimenticias o industriales, así como productos que puedan ser destinados a su adulteración.

5.6 La venta al público a granel y la venta fraccionada de bloques o paquetes de mantequilla en los establecimientos de venta al público, así como su servicio para consumo en los establecimientos del ramo de hostelería.

5.7 La tenencia de mantequilla a granel o la de bloque o paquetes fraccionados y envases abiertos en los locales de venta al público, exceptuándose la de uso propio o de cocina en establecimientos de la industria alimentaria y en el ramo de hostelería.

5.8 Todo empleo de indicaciones o presentación de etiquetas, envases, embalajes, documentos comerciales y medios de publicidad que sean susceptibles de crear en el ánimo del consumidor cualquier clase de confusión sobre la naturaleza, composición, peso neto u origen del producto.

5.9 La venta de mantequilla con sabores y olores extraños.

5.10 La venta de mantequilla con manchas de mohos y/o levaduras o de cualquier otra procedencia.

5.11 La impresión o litografía en la cara interna del envase o envoltura que esté en contacto con el alimento.

## 6 ENVASADO.

6.1 La mantequilla solamente podrá envasarse en las industrias legalmente autorizadas para este fin.

6.2 La mantequilla se presentará al consumidor en bloques o formatos de cualquier medida y de peso igual o superior a 15 gramos netos, envuelta en papel sulfurizado o metalizado o envasada en recipientes de hojalata, vidrio o plástico autorizados. Asimismo podrán utilizarse cualquier otro material previamente autorizado por la Dirección General de Sanidad.

6.3 En el peso neto individual se admitirá una tolerancia del 5 por 100 sobre el peso en origen para los envases iguales o inferiores a cien gramos y del 3 por 100 para los superiores a este peso.

Estas tolerancias se entienden como una salvaguarda ante errores involuntarios cometidos en el proceso de envasado y, por tanto, no deben constituir una constante en todas las unidades de una partida, cuyo peso neto medio deberá coincidir con el declarado.

## 7 ETIQUETADO.

El etiquetado de la mantequilla llevará en los envases originales, así como en el embalaje, en idioma español y en caracteres aparentes, legibles e indelebles, las siguientes especificaciones:

7.1 Denominación del producto, que será mantequilla o mantequilla de suero, según corresponda.

7.2 La expresión salada o con sal, en el caso de que se haya añadido cloruro sódico.

7.3 El peso neto en origen expresado en unidades del sistema métrico decimal.

7.4 Nombre y dirección del fabricante o envasador o del importador, distribuidor o vendedor del alimento en su caso. El nombre y dirección del fabricante podrá ser sustituido por su marca comercial registrada.

7.5 Número de lote, que se referirá al día del envasado definitivo, bien impreso o perforado, identificándose con cuatro cifras, las tres primeras correspondientes al día del año y la cuarta coincidente con la última cifra del año.

Este número de lote no será obligatorio en los envases de peso neto igual o inferior a 20 gramos, pero en este caso deberá figurar en el embalaje que los contenga.

7.6 El número de registro en la Dirección General de Sanidad para las de fabricación nacional.

7.7 Las de importación, además de lo dicho anteriormente, deberán cumplir en su mercado con lo dispuesto en la Orden del Ministerio de Comercio de 11 de marzo de 1968, ampliada por la Orden ministerial de 22 de febrero de 1969.

*Segundo.* La toma de muestras y determinaciones analíticas se realizarán de acuerdo con lo dispuesto en el anexo único de esta Orden. Estos métodos podrán ser sustituidos, en su momento, por aquellos otros aprobados oficialmente a propuesta de la Comisión Coordinadora de Laboratorios y Métodos de Análisis creada por Orden del Ministerio de Agricultura de 18 de mayo de 1976.

*Tercero.* La presente Orden entrará en vigor en todo el territorio nacional a los seis meses de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

*Cuarto.* De acuerdo con lo dispuesto en el artículo undécimo del decreto 1043/1973, de 17 de mayo, los Ministerios de la Gobernación, de Agricultura y de Comercio ejercerán las funciones de control y vigilancia de lo dispuesto en la presente Orden, dentro del ámbito de sus respectivas competencias y a través de los órganos administrativos correspondientes que se coordinarán en sus actuaciones.

### **1.3 NORMA DEL CODEX ALIMENTARIUS PARA LA MANTEQUILLA (MANTECA).**

**CODEX STAN A-1-1971, Rev.1-1999. (11)**

#### **1. AMBITO DE APLICACIÓN**

La presente Norma se aplica a los productos destinados al consumo directo o a elaboración ulterior, que se ajustan a las definiciones que figuran en la sección 2 de esta Norma.

#### **2. DESCRIPCIÓN**

Se entiende por mantequilla (manteca) el producto graso derivado exclusivamente de la leche y/o de productos obtenidos de la leche, principalmente en forma de emulsión del tipo agua en aceite.

### 3. COMPOSICIÓN ESENCIAL Y FACTORES DE CALIDAD

#### 3.1 MATERIAS PRIMAS

Leche y/o productos obtenidos de la leche

#### 3.2 INGREDIENTES AUTORIZADOS

Cloruro de sodio y sal de calidad alimentaria

Cultivos de fermentos de bacterias ino cuas productoras de ácido láctico y/o modificadoras del sabor y aroma

Agua potable

### 4 COMPOSICIÓN

Contenido mínimo de materia grasa de la leche 80% m/m

Contenido máximo de agua 16% m/m

Contenido máximo de extracto seco magro de la leche 2% m/m

### 5 ADITIVOS ALIMENTARIOS

Sólo podrán utilizarse los aditivos alimentarios que se indican a continuación, y únicamente en las dosis establecidas.

N o. SIN Nombre del aditivo alimentario Dosis máxima

Reguladores de la acidez

339 Fosfatos de sodio 2 g/kg

500(i) Carbonato de sodio

500(ii) Bicarbonato de sodio Limitada por las BPF

524 Hidróxido de sodio

526 Hidróxido de calcio

### 6. HIGIENE

6.1 Se recomienda que el producto regulado por las disposiciones de la presente Norma se preparen y manipulen de conformidad con las secciones pertinentes del Código Internacional de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1 -1969, Rev.3-1997), y otros textos

pertinentes del Codex, tales como códigos de prácticas y códigos de prácticas de higiene.

6.2 Desde la producción de las materias primas hasta el punto de consumo, los productos regulados por esta Norma deberán estar sujetos a una serie de medidas de control, las cuales podrán incluir, por ejemplo, la pasterización, y deberá mostrarse que estas medidas pueden lograr el nivel apropiado de protección de la salud pública.

6.3 El producto deberá ajustarse a los criterios microbiológicos establecidos de acuerdo con los Principios para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos para los alimentos (CAC/GL 21-1997).

## 7. ETIQUETADO

Además de las disposiciones de la Norma General del Codex para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados (CODEX STAN 1-1985, Rev. 1-1991; Codex Alimentarius, Volumen 1A) y la Norma General para el Uso de Términos Lecheros (CODEX STAN 206-1999), se aplicarán las siguientes disposiciones específicas.

### 7.1 DENOMINACIÓN DEL ALIMENTO

La denominación del alimento deberá ser "Mantequilla" ("Manteca"). Se utilizará la denominación "mantequilla" ("manteca") con un calificativo adecuado para la mantequilla (manteca) con más del 95% de grasa.

7.1.1 En el etiquetado de la mantequilla (manteca) podrá indicarse si está salada o no, conforme a la legislación nacional.

### 7.2 DECLARACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA DE LA LECHE

Si la omisión de la declaración inducirá a error o a engaño al consumidor, deberá declararse en forma aceptable el contenido de grasa de la leche en el país en que se vende al consumidor final, bien sea (i) como porcentaje por masa; o bien (ii) en

gramos por ración cuantificada en la etiqueta, siempre que se indique el número de raciones.

### **7.3 ETIQUETADO DE ENVASES NO DESTINADOS A LA VENTA AL POR MENOR**

La información requerida en la sección 7 de esta Norma y las secciones 4.1 a 4.8 de la Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados y, en caso necesario, las instrucciones para la conservación, deberán indicarse bien sea en el envase o bien en los documentos que lo acompañan, pero el nombre del producto, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o envasador deberán aparecer en el envase. No obstante, la identificación del lote y el nombre y la dirección del fabricante o del envasador podrán ser sustituidos por una marca de identificación, siempre y cuando dicha marca sea claramente identificable con los documentos que lo acompañan.

## **1.4 PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-185-SSA1-2000. BIENES Y SERVICIOS. MANTEQUILLA, CREMAS, LECHE CONDENSADA AZUCARADA, LECHE FERMENTADAS Y ACIDIFICADAS, DULCES A BASE DE LECHE. ESPECIFICACIONES SANITARIAS.**

### **1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

**Mantequilla**, al producto obtenido a partir de la grasa de la leche o grasa de la crema, la cual ha sido pasteurizada, sometida a maduración, fermentación o acidificación, batido o amasado, pudiendo ser o no adicionada de sal.