



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**



204  
204

**ESTUDIO TECNICO DE ALTERNATIVAS DE  
MATERIAS GRASAS PARA LA ELABORACION DE  
MANTEQUILLAS Y MARGARINAS.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN ALIMENTOS**

**P R E S E N T A :**

**ANTONIO ABEL CRUZ SANCHEZ**

**ASESOR: DRA. SARA E. VALDES MARTINEZ**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO**

**1994**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

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



Departamento de  
Exámenes Profesionales

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodriguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:  
Estudio técnico de alternativas de materias grasas para la elaboración de mantequillas y margarinas

que presenta el pasante: Antonio Abel Cruz Sánchez  
con número de cuenta: 7912767-5 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero en Alimentos

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 29 de Mayo de 1994

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
| PRESIDENTE       | <u>J. B. O. Norma B. Casas Alencaster</u> |  |
| VOCAL            | <u>Dra. Sra E. Valdés Martínez</u>        |  |
| SECRETARIO       | <u>J. A. Ediltrudis Estrada Lucas</u>     |  |
| PRIMER SUPLENTE  | <u>Lic. Jorge Bello Domínguez</u>         |  |
| SEGUNDO SUPLENTE | <u>J. B. O. Saturnino Miya Ramírez</u>    |  |

A MIS PADRES:

ANTONIO CRUZ MARTINEZ

HERMINIA SANCHEZ CRUZ

Quienes a lo largo de todos mis estudios me educaron con el ejemplo,  
y se sacrificaron con esmero para brindarme bienestar y tranquilidad.

GRACIAS

A MIS HERMANOS:

RICARDO

MIRFA

EVELVINA

EVELIA

ALFONSO

NOE

Que fueron el soporte de mi familia, y me ayudaron en los momentos  
dificiles. GRACIAS

(Sin su ayuda, no lo hubiera logrado)

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| <b>RESUMEN</b>  | 1  |
| <b>1. INTRODUCCION</b>  | 2  |
| <b>2. OBJETIVOS</b>   | 5  |
| <b>3. GENERALIDADES</b>   | 6  |
| <b>3.1 MANTEQUILLAS</b>   |    |
| 3.1.1 Definiciones  | 6  |
| 3.1.2 Norma Oficial Mexicana  | 7  |
| 3.1.3 Norma Internacional para Mantequilla                                    | 9  |
| 3.1.4 Materias Primas   | 10 |
| <b>3.2 MARGARINAS</b>   |    |
| 3.2.1 Definiciones  | 18 |
| 3.2.2 Norma Oficial Mexicana  | 20 |
| 3.2.3 Norma Internacional para Margarinas                                     | 22 |
| 3.2.4 Materias Primas   | 26 |
| <b>3.3 CARACTERISTICAS FUNCIONALES DE LAS MATERIAS PRIMAS<br/>PRINCIPALES</b> |    |
| 3.3.1 Grasa Láctea para Mantequilla   | 29 |
| 3.3.2 Grasa Vegetal para Margarina  | 33 |
| 3.3.3 Textura   | 37 |
| <b>3.4 PROCESO DE FABRICACION DE MANTEQUILLA</b>                              |    |
| 3.4.1 Diagrama de Bloques   | 39 |
| 3.4.2 Diagrama de Flujo   | 40 |
| 3.4.3 Descripción del Diagrama de Flujo                                       | 41 |
| 3.4.4 Parámetros de Control   | 42 |

|   |    |
|---|----|
| 3.5 PROCESO DE FABRICACION DE MARGARINA   |    |
| 3.5.1 Diagrama de Bloques   | 45 |
| 3.5.2 Diagrama de Flujo   | 46 |
| 3.5.3 Descripción del Diagrama de Flujo   | 47 |
| 3.5.4 Parámetros de Control   | 48 |
| 3.6 CAMBIOS FISICOS Y QUIMICOS EN LAS GRASAS DURANTE EL<br>PROCESO DE FORMACION DE MANTEQUILLA Y MARGARINA. |    |
| 3.6.1 Químicos  | 52 |
| 3.6.1.1 Rancidez Hidrolítica  | 52 |
| 3.6.1.2 Rancidez Oxidativa  | 53 |
| 3.6.2 Físicos   | 54 |
| 3.6.2.1 Cristalización  | 54 |
| 3.7 INDICE DE SOLIDOS GRASOS (METODO DILATOMETRICO)   | 56 |
| <br>  |    |
| 4. CUADRO METODOLOGICO  | 61 |
| <br>  |    |
| 4.1 DESCRIPCION DEL CUADRO METODOLOGICO   | 62 |
| <br>  |    |
| 5. ESTUDIO DE LAS MATERIAS GRASAS QUE SE UTILIZAN EN LOS<br>PROCESOS DE FABRICACION.                        | 66 |
| <br>  |    |
| 5.1 GRASA UTILIZADA EN LA ELABORACION DE MANTEQUILLA  |    |
| 5.1.1 Especificaciones de aceptación o rechazo de<br>la Crema.  | 66 |
| 5.1.2 Composición de la Grasa Láctea  | 68 |
| 5.1.3 Propiedades Físicas y Químicas  | 71 |
| 5.1.4 Resumen de Características  | 74 |
| 5.2 GRASA VEGETAL UTILIZADA EN LA ELABORACION DE<br>MARGARINA.  |    |
| 5.2.1 Composición   | 76 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 5.2.2 | Propiedades Físicas y Químicas  | 78  |
| 5.2.3 | Resumen de Características  | 83  |
| 5.3   | INTERVALOS DE ACEPTACION EN LA CARACTERIZACION DE LAS MANTEQUILLAS Y MARGARINAS |     |
| 5.3.1 | Mantequilla elaborada con crema de leche  | 85  |
| 5.3.2 | Margarina elaborada con grasa vegetal   | 86  |
| 6.    | ALTERNATIVAS DE MATERIAS GRASAS   | 91  |
| 6.1   | MANTEQUILLAS  |     |
| 6.1.1 | Composición de la Grasa Butírica (Butter Oil).                                  | 92  |
| 6.1.2 | Análisis Físicos y Químicos.  | 94  |
| 6.1.3 | Reconstitución de la crema.   | 97  |
| 6.1.4 | Análisis Dilatómetro.   | 98  |
| 6.2   | MARGARINAS  |     |
| 6.2.1 | Composición.  | 105 |
| 6.2.2 | Propiedades Físicas y Químicas.   | 108 |
| 6.2.3 | Mezcla de Grasas.   | 115 |
| 6.2.4 | Análisis Dilatómetro.   | 118 |
| 7,    | ASPECTOS ECONOMICOS   | 130 |
| 8.    | CONCLUSIONES  | 136 |
| 9.    | BIBLIOGRAFIA  | 140 |

## INDICE DE CUADROS

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| CUADRO No. 1  | Tipos de Mantequillas en México                                   | 7  |
| CUADRO No. 2  | Especificaciones de una Mantequilla de Leche de Vaca              | 8  |
| CUADRO No. 3  | Aditivos Alimentarios permitidos en la Mantequilla                | 10 |
| CUADRO No. 4  | Composición promedio en la Crema                                  | 11 |
| CUADRO No. 5  | Neutralizantes empleados en la crema para Mantequilla             | 15 |
| CUADRO No. 6  | Microorganismos para Mantequillas Cultivadas                      | 17 |
| CUADRO No. 7  | Tipos de Margarinas   | 19 |
| CUADRO No. 8  | Especificaciones de Margarina para Mesa                           | 21 |
| CUADRO No. 9  | Aditivos Alimentarios permitidos en la margarina                  | 23 |
| CUADRO No. 10 | Análisis Dilatómetro de una Mantequilla                           | 31 |
| CUADRO No. 11 | Formas cristalinas predominantes en distintas Grasas y Aceites    | 34 |
| CUADRO No. 12 | Análisis Dilatómetro de una Margarina                             | 35 |
| CUADRO No. 13 | Resumen de Especificaciones de una Crema                          | 67 |
| CUADRO No. 14 | Acidos Grasos más comunes en la Grasa de Leche de Vaca            | 68 |
| CUADRO No. 15 | Estructura de los Acidos más comunes en la Grasa de Leche de Vaca | 70 |
| CUADRO No. 16 | Caracterización de la Grasa Láctea                                | 75 |
| CUADRO No. 17 | Composición del Aceite de Soya                                    | 77 |
| CUADRO No. 18 | Estructura de los principales Acidos-Grasos en el Aceite de Soya  | 77 |

|  |     |
|--|-----|
| CUADRO No. 19 Caracterización de la Grasa Vegetal  | 84  |
| CUADRO No. 20 Intervalos de aceptación de la grasa láctea y<br>grasa de soya   | 88  |
| CUADRO No. 21 Composición de Acidos Grasos en el<br>Butter Oil   | 93  |
| CUADRO No. 22 Características Físicas y Químicas del<br>Butter Oil utilizado en el estudio                                 | 94  |
| CUADRO No. 23 Mezcla para reconstituir Crema   | 97  |
| CUADRO No. 24 Análisis Dilatómetro de una Mantequilla<br>elaborada con Butter Oil  | 99  |
| CUADRO No. 25 Perfil de Acidos Grasos en Grasas y Aceites<br>más comunes en la Industria                                   | 106 |
| CUADRO No. 26 Propiedades Físicas y Químicas de Grasas no<br>convencionales para la elaboración de Mar--<br>garina de Mesa | 109 |
| CUADRO No. 27 Análisis Dilatómetro de las mezclas de -<br>Grasas   | 118 |

## INDICE DE GRAFICAS

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| FIG. 1  | Análisis Dilatómétrico de una Mantequilla natural                       | 32  |
| FIG. 2  | Análisis Dilatómétrico de una Margarina de mesa                         | 36  |
| FIG. 3  | Diagrama de Bloques de un proceso de fabricación de mantequilla natural | 39  |
| FIG. 4  | Diagrama de Flujo del proceso de elaboración de mantequilla             | 40  |
| FIG. 5  | Diagrama de Bloques de un proceso de fabricación de margarina de mesa   | 45  |
| FIG. 6  | Diagrama de Flujo de un proceso de fabricación de margarina de mesa     | 46  |
| FIG. 7  | Análisis Dilatómétrico de la Grasa Láctea                               | 72  |
| FIG. 8  | Análisis Dilatómétrico de la Grasa Vegetal(Soya)                        | 80  |
| FIG. 9  | Intervalos de dilatometría en grasa láctea                              | 89  |
| FIG. 10 | Intervalos de dilatometría en grasa veg.(Soya)                          | 90  |
| FIG. 11 | Dilatometría del Butter Oil de importación                              | 96  |
| FIG. 12 | Dilatometría de Mantequilla con Butter Oil.                             | 100 |
| FIG. 13 | Dilatometría de la Grasa de Cerdo.                                      | 110 |
| FIG. 14 | Dilatometría de la Grasa de Coco.                                       | 111 |
| FIG. 15 | Dilatometría de la Grasa de Palma.                                      | 112 |
| FIG. 16 | Dilatometría de la Mezcla A   | 119 |
| FIG. 17 | Dilatometría de la Mezcla B   | 120 |
| FIG. 18 | Dilatometría de la Mezcla C   | 121 |
| FIG. 19 | Dilatometría de la Mezcla D   | 122 |
| FIG. 20 | Dilatometría de la Mezcla E   | 123 |
| FIG. 21 | Dilatometría de la Mezcla F   | 124 |
| FIG. 22 | Volumen de Importación de Grasas.                                       | 133 |
| FIG. 23 | Valor de las Importaciones de Grasas.                                   | 134 |

## RESUMEN

## RESUMEN

El presente trabajo es un estudio técnico de grasas vegetales y animales que convencionalmente no se utilizan para la fabricación de mantequillas y margarinas.

El Butter Oil (Grasa butírica derivada de la leche pero como producto de importación) aunque es un derivado de la leche, en el mercado Nacional se encuentran diferentes tipos de este, con comportamientos físicos diferentes (Dilatométricos), por lo que es conveniente conocer el comportamiento y las características físicas del Butter Oil que pueda ser posible de utilizar para la elaboración de mantequillas.

En el caso de las grasas para elaborar margarinas, se plantean 4 grasas (Grasa de coco, Grasa de palma, Grasa de cerdo y Aceite de pescado), que tienen comportamientos diferentes entre ellas, pero esa diferencia es la que las hace viables para considerarse como alternativas, ya que la dureza de alguna de estas en el intervalo de temperaturas en el que se estudian, sirve para cambiar la consistencia de un producto que pudiera salir muy suave, el caso contrario de las grasas suaves, estas se plantean como alternativa para adicionar en determinada proporción a los productos que estuvieran excesivamente duros a diferentes intervalos de temperatura. Las grasas que se plantean como alternativas son comparadas con las grasas que convencionalmente si se utilizan para la fabricación de mantequillas y margarinas.

En el caso específico de las margarinas aun cuando las mezclas con mejores resultados que se proponen en algunos casos resultan técnicamente viables para sustituir la grasa de la margarina, el resultado no es una formulación sino la comparación de 4 comportamientos de grasas distintas, y la forma en que se modifican las curvas cuando se mezclan en diferentes proporciones.

## **1. INTRODUCCION**

## 1. INTRODUCCION

La constante búsqueda de alternativas de materias primas para la elaboración de alimentos, es un renglón que se esta convirtiendo como prioritario en la empresas productoras de alimentos, esto es porque existe una escasez de materias en México generado principalmente por los altos costos de producción, esto aunados a la especulación que existe en algunos productos alimenticios, genera un desabasto de materias primas.

La importación de materias primas como son grasas para la elaboración de mantequillas y margarinas, está cobrando mayor importancia por la falta de abasto Nacional de estas, por otra parte la integración económica internacional que se está presentando en el país hace pensar que en algunos años el flujo de materias grasas hacia México aumentará considerablemente.

El contar con un estudio técnico de la grasas para predecir el comportamiento de las mantequillas y margarinas, se hace cada vez más necesario, para poder conocer la calidad del producto que se está importando, y así poder definir detalladamente los procesos, considerando tanto la composición como las propiedades físicas de la grasa, que son parámetros que deben de controlarse en las grasas pero sin perder de vista los aspectos de control sanitario.

Las grasas que se utilizan como materia prima principal para la elaboración de mantequillas y margarinas, están en constante estudio para encontrar mezclas que en determinadas condiciones de proceso puedan ser utilizadas en la elaboración de estos dos productos.

Dos de las principales propiedades que se toman en cuenta para poder aceptar una grasa o mezcla de grasas como materia prima para la elaboración de mantequillas y margarina, son el punto de fusión y el análisis dilatométrico. Estas dos propiedades sirven para predecir el comportamiento del producto final en un intervalo de temperaturas. Además que cuando se conocen estas propiedades, se pueden elaborar mezclas de grasas, capaces de simular una grasa ideal para un determinado producto, y esto es considerado como una arma para combatir la escasez y la especulación en el mercado, tanto Nacional como Internacional.

La mantequilla que es un producto que se elabora a partir de la crema de leche de vaca, ha tenido que verse en la necesidad de utilizar leche en polvo descremada (LDP) y grasa butírica de importación (BUTTER OIL) para reconstituir la crema, y al igual que la mantequilla la leche entera en polvo, cremas de origen animal, yoghurt, quesos y helados usan estas materias primas.

Con respecto a la elaboración de las margarinas que son productos preparados generalmente a base de grasas vegetales, los cambios en el mercado han conducido a la búsqueda de alternativas en las materias primas empleadas en su elaboración, tanto en grasas vegetales como en grasas animales que resulten más económicas y que mantengan las características funcionales de los productos.

Tomando en cuenta lo anterior, el presente trabajo se enfoca a la aportación de información técnica que permita poder desarrollar mezclas de grasas capaces de mantener las propiedades funcionales de las mantequillas y margarinas y a la vez las hagan competitivas tanto en el mercado Nacional como en el Internacional. La importancia

principal de este estudio radica en aplicar e interpretar correctamente las propiedades físicas en una grasa y así obtener la información necesaria que nos ayude a decidir sobre el uso de determinadas materias primas.

En ningún momento se debe considerar la presente información como una formulación de grasas, ya que de las condiciones de un proceso de fabricación, el total de los ingredientes y las condiciones naturales de las materias primas son los factores que determinan la formulación de un producto.

## **2. OBJETIVOS**

## 2.- OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Estudio de materias grasas (Grasa Butírica de importación, Grasa de Cerdo, Grasa de Coco, Grasa de Palma y Aceite de Pescado) como alternativas para la elaboración de mantequillas y margarinas.

### OBJETIVOS PARTICULARES

Determinar las propiedades funcionales, físicas y químicas de las grasas vegetales y animales no convencionales

Evaluar la viabilidad del uso de estas materias primas como alternativas en la producción de mantequillas y margarinas.

Determinar la influencia de estas materias primas en la modificación de las curvas dilatométricas.

### **3. GENERALIDADES**

### 3.- GENERALIDADES

#### 3.1 MANTEQUILLAS

##### 3.1.1 DEFINICIONES

Existen varias definiciones de la mantequilla, entre ellas:

1)"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 cantidades pequeñas y variables de vitaminas A, E y D, y constituyentes que le confieren el gusto característico, especialmente diacetilo, ácido butírico y láctico." (5)

2)"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 mínimo de 16% de humedad." (2)

3)"Se entiende por mantequilla al producto obtenido de la crema de leche pasteurizada de vaca, de la crema de leche pasteurizada de cabra y las cremas de leches pasteurizadas de vaca y cabra, cuando dicha crema es sometida a maduración o fermentación, batido o mezclado, amasamiento y/o salado, por último moldeado, empacado en condiciones de refrigeración." (14)

En el cuadro No. 1 se muestran los tipos de mantequilla que se producen en México.

Cuadro No.1 TIPOS DE MANTEQUILLAS EN MEXICO

| TIPO              | CARACTERISTICA                     |
|-------------------|------------------------------------|
| Mantequilla I     | Con crema de leche de vaca         |
| Mantequilla II    | Con crema de leche de cabra        |
| Mantequilla III   | Con crema de leche de vaca y cabra |
| Mantequilla suave | Para untar a temp. de 6-8°C        |

En el presente trabajo la mantequilla I se entenderá como el producto obtenido de la crema de leche pasteurizada de vaca, en forma de emulsión del tipo agua en aceite con un contenido mínimo de grasa de 80% y puede tener adicionada o no la sal (NaCl) del 1 al 3 %. El principio de la elaboración se basa en la agitación violenta (Batido) de la crema para privar al glóbulo de grasa de su cubierta o membrana, la cual se separa con el suero y permite que los glóbulos de grasa se compacten y formen la mantequilla.

### 3.1.2 NORMA OFICIAL MEXICANA

La Norma Oficial Mexicana muestra una serie de características que deben de estar presentes en un producto como la mantequilla, pero en este inciso, únicamente se transcriben las que son de interés para el presente trabajo.

En el cuadro No.2 se muestran las especificaciones de una mantequilla de leche de vaca, en lo que se refiere a sus propiedades fisico-químicas.

Cuadro 2. ESPECIFICACIONES DE UNA MANTEQUILLA DE LECHE DE VACA

| ESPECIFICACION                       | VALOR             |
|--------------------------------------|-------------------|
| Humedad                              | 16.0 % max.       |
| Grasa Butírica                       | 80.0 % min.       |
| Sólidos no Grasos                    | 2-4 %             |
| Punto de Fusión                      | 30-38 C.          |
| Cloruro de Sodio (NaCl) c/sal        | 5.0 % max.        |
| Cloruro de Sodio (NaCl) s/sal        | 0.5 % max.        |
| Acidez (Acido Láctico)               | 2.0 % max.        |
| Indice de Refracción (40°C)          | 1.4527-1.4566     |
| Indice de Saponificación             | 223-232           |
| Indice de Yodo (Hanus)               | 30-38             |
| Indice de Reichert-Meissel           | 26-30             |
| Indice de Polenske                   | 1.9-3.0           |
| Bacterias Mesofílicas s/cultivo      | 10000 col./g máx. |
| Bacterias Mesofílicas c/cultivo      | -                 |
| Organismos Coliformes c y s /cultivo | 10 col./g máx.    |
| Hongos y Levaduras c y s /cultivo    | 20 col./g máx.    |

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

### 3.1.3 NORMA INTERNACIONAL PARA MANTEQUILLAS

La norma internacional para la mantequilla y la mantequilla de suero fue obtenida del Codex Alimentarius. (3)

A continuación se transcriben las definiciones obtenidas del Codex Alimentarius y las especificaciones relacionadas con los componentes de la mantequilla.

#### DEFINICIONES.

- La mantequilla es un producto graso derivado exclusivamente de la leche.
- Mantequilla de suero es un producto graso derivado de suero que no contenga ninguna otra grasa más que grasa de leche.

#### FACTORES ESENCIALES DE COMPOSICION Y CALIDAD.

- Contenido mínimo de materia grasa de la leche: 80% m/m
- Contenido máximo de extracto seco magro de la leche: 2% m/m
- Contenido máximo de agua 16% m/m
- Adiciones
  - Cloruro sódico
  - Cultivos de materias inocuas productoras de ácido láctico.

En el cuadro No. 3 se muestran los aditivos alimentarios permitidos en la mantequilla.

Cuadro No.3 ADITIVOS ALIMENTARIOS PERMITIDOS EN LA MANTEQUILLA

| ADITIVO                        | DOSIS MAXIMA                                 |
|--------------------------------|--|
| <b>Colorantes Alimentarios</b> |  |
| Bija <sup>(1)</sup>            | Sin limitación                               |
| Beta-caroteno                  | Sin limitación                               |
| Curcumina (1)                  | Sin limitación                               |
| <b>Sales Neutralizantes</b>    |  |
| Ortofosfato sódico             | 2000 mg/kg solas o en combinaciones.         |
| Carbonato sódico               |  |
| Bicarbonato sódico             | 2000 mg/kg solas o en combinaciones (ajuste- |
| Hidróxido sódico               | por pH).                                     |
| Hidróxido cálcico              |  |

(1) Aprobada temporalmente

FUENTE: Norma Internacional para Productos Lácteos (Norma No.A-11971)  
Aprobada por el CODEX ALIMENTARIUS.

#### 3.1.4 MATERIAS PRIMAS

A continuación se indican las materias primas empleadas en la elaboración de mantequillas y sus propiedades funcionales.

CREMA DE LECHE DE VACA O CABRA: Es un producto obtenido del descremado de la leche, su composición varía de acuerdo a la eficiencia de la descremadora, y de las necesidades establecidas por el consumidor de ésta.

Las cremas que se comercializan en el mercado pueden tener diferente contenido de grasa, sólidos no grasos y agua, el cuadro No. 4 muestra una composición promedio.

Cuadro 4. COMPOSICION PROMEDIO EN LA CREMA.

| ESPECIFICACION | VALOR |
|----------------|-------|
| Grasa          | 50 %  |
| S.N.G.         | 4 %   |
| Humedad        | 46 %  |

En el mercado de las cremas existen unas hasta con un 70 % de grasa y otras con solo 30 % de grasa, en estos casos las cremas o se diluyen o se enriquecen de acuerdo a su destino o a las necesidades.

Por otra parte las cremas pueden catalogarse desde 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y sin categoría, y para poder hacer esta clasificación se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- Porcentaje de grasa.
- Acidez.
- Sabor
- Color
- Olor
- Aspecto

y a cada uno de estos puntos, se le asigna una calificación para su clasificación, ejem:

-Porcentaje de grasa.

| %  | Puntos | %  | Puntos |
|----|--------|----|--------|
| 48 | 24     | 41 | 17     |
| 47 | 23     | 40 | 16     |
| 46 | 22     | 39 | 15     |
| 45 | 21     | 38 | 14     |
| 44 | 20     | 37 | 13     |
| 43 | 19     | 36 | 12     |
| 42 | 18     |    |        |

Más de 48%, 25 puntos

Menos de 35%, 5 puntos

-Acidez

| °Dc.  | Puntos |
|-------|--------|
| 20-40 | 15     |
| 41-50 | 9-14   |
| 51-60 | 4-8    |
| 61-70 | 1-4    |

Más de 70°Dc. cero puntos

°Dc.: Mililitros de NAOH 0.1 N. para neutralizar una muestra de 9 grs. de crema por 10.

**-Sabor**

**Bueno.-** Se refiere a la ausencia de sabores extraños, como sería un sabor rancio, ácido, salado, presencia de carbonatos, etc. El sabor deberá ser característico a crema. Se asignará una calificación entre 10-15 puntos

**Regular.-** Este término se refiere a la presencia de un sabor ligeramente ácido, pero no rancio, no salado y libre de sabores extraños. Se asignará de 5-10 puntos.

**Malo.-** Crema con sabor extremadamente ácido, rancio, a carbonatos (salado), presencia de sabores extraños. Se asignará 0-5 puntos.

**-Color**

**Bueno.-** Entre amarillo paja y blanco, de 10-15 puntos

**Regular.-** Amarillo más intenso que el amarillo paja, sin llegar a tener un color similar a la mantequilla, de 10-15 puntos.

**Malo.-** Color similar a la mantequilla, de 0-5 puntos.

**-Olor**

**Bueno.-** Ausencia de olores extraños. Debe oler a un producto fresco. Se asignará de 10-15 puntos.

**Regular.-** No huele a fresco, sin embargo está ausente de olores extraños y desagradables. Se asignará de 5-10 puntos.

**Malo.-** Olores desagradables productos de una descomposición. Se asignará de 0-5 puntos.

**-Aspecto**

**Bueno.**- Ausencia total de partículas extrañas, consistencia similar a la de una mayonesa. Se asignará de 10-15 puntos.

**Regular.**- Presencia de partículas aisladas inherentes a la crema sin causar mala apariencia. Se asignará de 5-10 puntos.

**Malo.**- Presencia de crecimiento de mohos y colonias de levaduras o cualquier otro microorganismo, partículas extrañas. Se asignará de 0-5 puntos.

Con la puntuación anterior las cremas se clasifican en la siguiente escala:

|                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| 1 <sup>a</sup> Categoría | 80-100 puntos       |
| 2 <sup>a</sup> Categoría | 70-79 puntos        |
| 3 <sup>a</sup> Categoría | 60-69 puntos        |
| Sin categoría            | menos de 60 puntos. |

**Nota.** Esta clasificación de crema de leche de vaca se aplica para un determinado tipo de empresa, en la cual se usa la crema de 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> categoría para la elaboración de mantequilla.

En la industria de la fabricación de derivados lácteos, existen cremas dulces y cremas ácidas, y esta división se da solamente por el nivel de acidez que puedan tener. Se puede considerar una crema dulce abajo de 15° Dc. y arriba de esta acidez como cremas ácidas. Para los procesos de producción de mantequillas se pueden usar cremas de

diferentes tipos y diferentes categorías, pero deberá ajustarse la grasa con butter oil o con agua y el pH con neutralizantes, antes de la transformación.

**NEUTRALIZANTES:** Se utilizan neutralizantes en la crema por el exceso de ácido de éstas, cuando se trata de cremas ácidas de hasta 80 o 90° Dc., la presencia de álcalis en las cremas mejora al eficiencia.

En el cuadro No. 5 se muestran los neutralizantes, empleados en la crema que se utiliza para la elaboración de mantequilla, cada uno de estos neutralizantes se pueden utilizar solos o combinados.

Cuadro No.5 NEUTRALIZANTES EMPLEADOS EN LA CREMA PARA MANTEQUILLA

| NEUTRALIZANTE         | FORMULA                  | DOSIS MAXIMA         |
|-----------------------|--------------------------|----------------------|
| Carbonato de Sodio    | $\text{Na}_2\text{CO}_3$ | 2000 mg./Kg. solas o |
| Carbonato de Magnesio | $\text{MgCO}_3$          | en combinaciones.    |
| Oxido de Magnesio     | $\text{MgO}$             | Abajo de este la     |
| Hidróxido de Calcio   | $\text{Ca(OH)}_2$        | cantidad se deter-   |
| Hidróxido de Sodio    | $\text{NaOH}$            | mina por el pH.      |

Fuente: CODEX ALIMENTARIUS Volumen XVI

La elección de estos agentes neutralizantes depende de la solubilidad de estos y del grado de actividad para saponificar y neutralizar las grasas. , ya que un exceso de neutralizantes en una crema puede provocar sabores a jabón, cuando hay presente, arriba de 0.1% de ácidos grasos libres.

**SAL ( NaCl):** La sal disminuye la actividad del agua en la mantequilla, pero su función principal está en impartirle sabor a esta, su uso no es indispensable, ya que se puede encontrar en el mercado mantequillas con o sin sal.

**LECHE CULTIVADA:** La práctica de fermentar la crema con bacterias acidolácticas antes de la operación del batido, se hace fundamentalmente para desarrollar aromas propios de una mantequilla, esta práctica de acuerdo al análisis bacteriológico de las mantequillas en el mercado, se determinó que no se realiza ya que las mantequillas cultivadas tendrían que tener una cuenta estándar incontable, y no ocurre así.

En el cuadro No. 6 se muestran los microorganismos empleados en la elaboración de mantequilla cultivada, estos normalmente se emplean combinados para impartirle el aroma propio de una mantequilla.

Cuadro 6. MICROORGANISMOS PARA MANTEQUILLAS CULTIVADAS.

| MICROORGANISMO                     | PROPORCION % | PRODUCE               |
|------------------------------------|--------------|-----------------------|
| <i>Streptococcus cremoris</i>      | 30-40        | Ac.Láctico y Diac.    |
| <i>Streptococcus lactis</i>        | 30 - 40      | Ac. Láctico           |
| <i>Streptococcus diacetylactis</i> | 10 - 30      | Diacetilo             |
| <i>Leuconostoc cremoris</i>        | 5 - 15       | Acetil-metil-Carbonil |

FUENTE: Cultivo comercial de WIESBY CO. DL Probat M4 404

Estos microorganismos actúan sobre la lactosa, generando diacetilo y acetaldehído que son los compuestos que le imparten el sabor característico de mantequilla.

Como ya se había mencionado, generalmente no se utilizan microorganismos lácticos en los procesos de fabricación de mantequillas en México, por lo que se tiene que recurrir al uso de saborizantes artificiales.

### 3.2 MARGARINAS

A continuación se presentan 3 definiciones de margarina obtenida de diferentes fuentes, básicamente las tres presentan un mismo contenido, pero expresado en forma diferente.

#### 3.2.1 DEFINICIONES

1) "Las margarinas son grasas preparadas con objeto de lograr una textura adecuada que permita utilizarlas directamente y en productos horneados. Se trata de una emulsión de tipo agua-aceite, que se somete en una primera fase, a una rápida solidificación parcial, seguida de una cristalización para completar dicho proceso, con objeto de conseguir las propiedades plásticas deseadas." (5)

2) "Es el producto emulsionado que imita a la mantequilla, en cuya elaboración se han empleado grasas y aceites vegetales comestibles solos o mezclados con grasa de leche, con o sin sólidos no grasos de leche y vitaminas A y D., pudiendo estar adicionadas de saborizantes, estabilizantes, conservadores, antioxidantes, colorantes y cultivos de gérmenes lácticos." (12)

3) "Margarina para mesa es el producto alimenticio elaborado por emulsión estabilizada de grasas y/o aceites de origen vegetal o animal comestible parcialmente hidrogenado, con agua, leche o sólidos de leche, adicionada o no de ingredientes opcionales y de aditivos alimentarios permitidos." (13)

A continuación en el cuadro No. 7 se presentan diferentes tipos de margarinas que se comercializan en México, de estas la margarina

dietética\*\* es la que presenta un nivel de grasa diferente a los otras, y aunque no es comun encontrarla en el mercado existe en otros paises y esta entrando a México como producto importado.

Cuadro No.7 TIPOS DE MARGARINAS

| TIPO                       | CARACTERISTICA                    |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Margarina para mesa I      | 80% de grasa, sin sal             |
| Margarina para mesa II     | 80% de grasa, con sal             |
| Margarina Dietética        | 38-40% de grasa                   |
| Margarina industrial       | 80% de grasa, p.f. 44-46°C        |
| Margarina suave(Para mesa) | 80% de grasa, para untar de 6-8°C |

Para el presente trabajo se estudiará la margarina para mesa I y se entenderá como la emulsión del tipo agua en aceite, en donde la grasa puede ser de origen vegetal o animal parcialmente hidrogenada.

La margarina es un producto con un contenido mínimo de grasa de 80% y un 16% máximo de agua, dejando un 4 % para productos minoritarios pero importantes, como son: emulsificantes, antioxidantes, conservadores, colorantes, aromas y sal; los cuales le dan al producto características similares a las de una mantequilla. La evolución del mercado de las margarinas ha dado una gran variedad de productos de acuerdo al destino, por ejem. se elaboran productos denominados *Margarinas Dietéticas* con un porcentaje de grasa

\*\* (Baja en calorías)

inferior al 80% ,la industria de la panificación requiere margarinas con alto punto de fusión (44-46°C), de acuerdo al producto y que con ellas se elaborará.

Como consecuencia de la comercialización de las margarinas de bajo contenido de grasa y de las de uso industrial, se ha tenido que regular el mercado de las margarinas, aunque hasta la fecha las Secretarías correspondientes (SECOFI, SS) y las empresas productoras no han podido sacar una norma oficial para las margarinas con grasa abajo del 80% y para las margarinas industriales.

### 3.2.2 NORMA OFICIAL MEXICANA PARA MARGARINA DE MESA

La norma oficial mexicana para margarina de mesa contiene una serie de características que debe de contener un producto que se denomina margarina, tanto en sus composición como en su presentación, en este trabajo solo se abordarán las que están relacionadas con la composición de las margarinas, y se hará referencia a las mas generales, ya que la norma oficial no especifica parámetros relacionados con la textura que debe de tener una margarina para mesa.

El cuadro No.8 se muestran las especificaciones de una margarina para mesa en lo que se refiere a sus propiedades fisico-químicas.

**Cuadro No.8 ESPECIFICACIONES DE MARGARINA PARA MESA**

| ESPECIFICACION                    | VALOR                  |
|-----------------------------------|------------------------|
| Humedad                           | 18.0% máx.             |
| Grasa                             | 80.0% mín.             |
| Sólidos no grasos                 | 2.0% mín.              |
| Conservadores                     | 0.1% máx.              |
| Cloruro de Sodio (producto c/sal) | 2.5% máx.              |
| Cloruro de Sodio (producto s/sal) | 0.5% máx.              |
| Punto de fusión                   | 38 <sup>o</sup> C máx. |
| Vitamina A                        | 2000 U.I./100 g.       |
| Mesofilicos aerobios              | 10000 col/ml.máx.      |
| Coliformes                        | 10 col/ml.máx.         |
| Hongos y Levaduras                | 20 col/ml.máx.         |
| Staphylococcus                    | negativo               |
| Salmonella                        | negativo               |
| E. Coli                           | negativo               |
| Color                             | amarillo claro         |
| Aspecto                           | homogéneo              |
| Color y Sabor                     | característico         |

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM F - 16 - 1979

### 3.2.3 NORMA INTERNACIONAL PARA MARGARINAS

A la Norma Internacional para Margarinas se le conoce como Norma Mundial del Codex para la Margarina, esta fue obtenida del Codex Alimentarius.(4)

A continuación se transcriben las definiciones y especificaciones relacionadas con la composición de las margarinas.

#### AMBITO DE APLICACION.

Esta norma no se aplicará a los productos que contengan menos del 80% de grasa, y no estén etiquetados en forma tal que indique, directa o indirectamente que el producto es margarina.

#### DESCRIPCION.

Definición del producto: Se entenderá por margarina al alimento en forma de emulsión líquida o plástica, usualmente del tipo agua/aceite, obtenido principalmente de grasas y aceites comestibles, que procedan, o no proceden principalmente de la leche.

Otra definición: Se entiende por grasas y aceites comestibles los productos alimenticios constituidos por glicéridos de ácidos grasos, de origen vegetal, animal o marino. Las grasas de origen animal deben de obtenerse de animales en buenas condiciones sanitarias en el momento de su sacrificio y aptas para el consumo humano, en la forma establecida por la autoridad competente reconocida por la legislación Nacional. Podrán contener pequeñas cantidades de otros lípidos, tales como fosfátidos, de constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presentes en la grasa o aceite.

**FACTORES ESENCIALES DE COMPOSICION Y CALIDAD DE LA MARGARINA.**

- Las materias primas son grasas y aceites comestibles o sus mezclas, que hayan sido sometidos o no a un proceso de modificación.
- Contenido mínimo de grasa 80% m/m del producto.
- Contenido máximo de agua 16% m/m del producto
- Adiciones
  - Vitaminas: Se podrán añadir, vitamina A y sus ésteres, vitamina D, vitamina E y sus ésteres y otras vitaminas. Las dosis máximas y mínimas para las vitaminas deberán establecerse por la legislación Nacional, de conformidad con las necesidades de cada país, indicando, cuando sea pertinente, la prohibición del uso de determinadas vitaminas.
- Cloruro de sodio.
- Azúcares (cualquier carbohidrato edulcorante).
- Proteínas comestibles adecuadas.

A continuación se presenta la dosis máxima permitida internacionalmente en aditivos usados en la elaboración de margarinas.

**Cuadro No.9 ADITIVOS ALIMENTARIOS PERMITIDOS EN LA MARGARINA**

| ADITIVO             | DOSIS MAXIMA     |
|---------------------|------------------|
| <b>COLORANTES</b>   |                  |
| Beta-caroténo       | Limitado por BPM |
| Bija <sup>(1)</sup> | Limitado por BPM |

(Continúa)

(Continuación)

| ADITIVO   | DOSIS MAXIMA     |
|---|------------------|
| Curcumina (1)   | Limitado por BPM |
| Cantaxantina  | Limitado por BPM |
| Beta-apo-8'carotenal  | Limitado por BPM |
| Esterees metálico y etílico del ácido beta-apo-8'carotenico   | Limitado por BPM |
| <hr/>   |                  |
| Aromatizante  |                  |
| Naturales y sus equivalentes sintéticos no tóxico aprobados por el Codex, que no engañen ni desorienten al consumidor                 | Sin limitación   |
| <hr/>   |                  |
| <b>EMULSIFICANTES</b>   |                  |
| Monoglicéridos y diglicéridos de ácidos grasos.   | Limitado por BPM |
| Monoglicéridos y diglicéridos esterificados con: acético, acetiltartárico, cítrico, láctico, tartárico y sus sales de sodio y calcio. | 10 g/Kg          |
| Lecitinas y lecitinas comerciales   | Limitado por BPM |
| Esteres de ácidos grasos con propilenglicol.  | 5 g/Kg           |
| Esteres de ácidos grasos con 1-2 propilenglicol.  | 20 g/Kg          |

(continúa)

(continuación)

| ADITIVO  | DOSIS MAXIMA  |
|--|---|
| Esteres de ácidos grasos con polioles-<br>que no sean glicerol.        | 10 g/Kg   |
| Monopalmitato de sorbitano   |   |
| Monoesterato de sorbitano  |   |
| Triesterato de sorbitano   |   |
| Esteres de ácidos grasos con sacarosa-<br>(incluidos sucroglicéridos). | 10 g/Kg   |
| <b>Conservadores</b>   |   |
| Acido sórbico y sus sales de sodio, -<br>potasio y calcio.             | 1000 mg/Kg aislados o<br>combinados, expresados<br>como ácidos. |
| Acido benzóico y sus sales de sodio y<br>potasio                       |   |
| <b>ANTIOXIDANTES</b>   |   |
| Galatos de propilo, octilo y dodecilo <sup>(1)</sup>                   | 100 mg/Kg   |
| Hidroxitolueno butilado <sup>(1)</sup>                                 | 100 mg/Kg   |
| Hidroxianisol butilado <sup>(1)</sup>                                  | 100 mg/Kg   |
| Tocoferoles naturales y sintéticos.                                    | Sin limitación  |
| Pa 1 mitato de ascorbilo.  | 200 mg/Kg   |
| Estearato de ascorbilo   | 200 mg/kg   |
| <b>ANTIOXIDANTES SINERGICOS</b>  |   |
| Citrato de isopropilo o mezcla   | 100 mg/kg   |

(continúa)

(continuación)

| ADITIVO   | DOSIS MAXIMA     |
|---|------------------|
| OTROS ADITIVOS  |                  |
| Acido cítrico y láctico y sus sales de potasio y sodio.         | Limitado por BPM |
| Acido L-tartárico y sus sales de potasio y sodio.               | Limitado por BPM |
| Hidrógeno-carbonato sódico, carbonato-sódico, hidróxido sódico. | Limitado por BPM |

(1) Aprobado temporalmente.

BPM Buenas Practicas de Manufactura.

Norma del Codex para grasas y aceites comestibles

CODEX STAN 32 - 1981

Anteriormente CAC / RS 32 1969.

#### 3.2.4 MATERIAS PRIMAS

A continuación se mencionan las principales materias primas que se utilizan en la elaboración de margarinas.

**FASE GRASA:** Las margarinas se elaboran con grasas vegetales y/o animales parcialmente hidrogenadas y deodorizadas, entre las principales grasas vegetales está la de soya, girasol, maíz y coco, y las principales grasas animales son los sebos de res y cerdo. Cada

una de estas grasas presenta diferentes propiedades.

Al utilizarse en procesos de elaboración de margarina, esta materia prima presenta diferentes niveles de hidrogenación, por lo tanto cada grasa o mezcla de grasas se utiliza de acuerdo a la formulación de cada fabricante.

La totalidad de las grasas, tanto vegetales como animales que se utilizan en la fabricación de margarinas deberán de estar deodorizadas, ya que estas no deben proporcionar sabor alguno a las margarinas, esto presenta dificultades, principalmente en las grasas animales.

Los avances en los procesos de deodorización han permitido deodorizar hasta la grasa de pescado a un nivel tal que el consumidor, difícilmente detecta el sabor a pescado en una margarina.

**EMULSIFICANTES:** El emulsificante en las margarinas sirve para impedir la coalescencia de las gotas de agua, aun después de calentarlas, y facilita la estabilización del agua en el aceite. Entre los emulsificantes más utilizados están: la lecitina, los mono y diglicéridos, los cuales se usan solos o combinados en proporciones que pueden ir de 0.2 a 0.5%. Los emulsificantes comerciales pueden contener diferentes porcentajes de c-monoglicéridos de acuerdo al fabricante, por lo tanto no existe una concentración única para las margarinas. Los emulsificantes son elaborados con grasas de alto punto de fusión, por lo que se deben de disolver en caliente.

**VITAMINAS:** Las margarinas contienen vitaminas A y D, las cuales o se adicionan en el proceso o pueden venir en las grasas vegetales

que se utilizan en la manufactura. Según la norma oficial las margarinas deben de contener como mínimo 2000 U.I. de vitamina A y esta se debe de adicionar en la fase grasa antes del proceso de elaboración.

**ANTIOXIDANTES:** Estos sirven para evitar la rancidez oxidativa en las grasas, y pueden ser productos naturales como las vitaminas, o productos de síntesis como el BHA (Butilhidroxianisol), BHT (Butilhidroxitolueno) y los galatos.

**COLORANTES:** Los colorantes más usados son los derivados del caroteno, y en algunos casos se siguen utilizando derivados sintéticos del fenol, aunque estos últimos ya están siendo eliminados. Con respecto a los derivados del caroteno, aparte de ser de origen natural, los alfa y beta carotenos sirven de precursores de la vitamina A.

**AROMAS:** Los aromas que se emplean en las margarinas son productos de las fermentaciones lácticas, esto es para impartirle un aroma similar o igual al de la mantequilla. El inconveniente de adicionar organismos vivos en una margarina, es el de controlar el crecimiento específico de estos, lo cual es difícil, además hay que tomar en cuenta que muchas margarinas se comercializan en empaques que no son herméticos, por lo tanto su contaminación es muy fácil. Estos problemas han conducido al uso de aromas sintéticos y conservadores, para mantener un producto estable hasta el momento de su uso.

### 3.3 CARACTERISTICAS FUNCIONALES DE LAS MATERIAS PRIMAS PRINCIPALES

A continuación se presentan las propiedades funcionales de la grasa láctea y las grasas vegetales, por ser las materias que se encuentran en un 80% en las mantequillas y margarinas, además porque son las principales materias primas que le imparten las características a dichos productos.

La grasa láctea es la grasa de leche de vaca obtenida exclusivamente de la leche y sin otros componentes.

La crema es el producto obtenido de la leche de vaca, la cual contiene grasa láctea, sólidos no grasos y agua.

#### 3.3.1 GRASA LACTEA PARA MANTEQUILLA

En las mantequillas la materia prima principal es la crema de leche, la cual le imparte las características funcionales a este producto. Se le considera como la principal materia prima, porque el resto de los ingredientes como saborizantes, colorantes, neutralizantes y sal pueden o no adicionarse a la mantequilla dependiendo de las condiciones de la crema. La crema tal como se observa en el cuadro No.4 está formada principalmente por grasa y agua, por lo cual en esta parte del presente estudio se presentará a la grasa láctea como principal materia prima y su aportación a las características de la mantequilla.

La grasa láctea es un complejo de 64 distintos ácidos grasos, de los cuales 27 se encuentran en una proporción inferior al 0.1%. Los triglicéridos son los compuestos más importantes de la grasa de

leche, y constituyen aproximadamente el 98% del total de la grasa, el resto son fosfolípidos, esteroides, y vitaminas liposolubles. Tomando en cuenta que en la grasa de leche se cuentan más de 60 ácidos grasos distintos se podría formar un número muy grande de combinaciones de triglicéridos, pero en el caso de la grasa de leche se tiene por referencias bibliográficas una composición de 60% de ácidos grasos saturados, 38% de ácidos grasos monoinsaturados y 2% de ácidos grasos poliinsaturados, todos estos ácidos grasos presentan propiedades físicas diferentes, por ejemplo: los ácidos grasos saturados, presentan un punto de fusión más alto que los insaturados.

Con respecto a una grasa láctea, esta presenta su punto de fusión en un intervalo de 20 a 30 °C, el perfil de ácidos grasos que contiene, muestra que predominan los saturados con mayor punto de fusión, pero que combinados con los insaturados nos da la textura de la grasa láctea.

El estudio de la fusión de la grasa láctea da una referencia de la dureza de esta, pero para tener un análisis total del comportamiento de las grasas, se requiere el Índice de Sólidos Grasos a diferentes temperaturas, a este análisis se le conoce como Dilatómetro.

Cuando se funde una grasa, ocurre a la vez un aumento de volumen específico de esta, debido tanto a la expansión térmica como a la dilatación de fusión, de estas dos la transformación de fase (dilatación de fusión) aumenta en mayor grado el volumen específico que el originado por la expansión térmica, por lo que en algunos análisis esta última se considera despreciable para fines prácticos.

El conocer el comportamiento de la grasa láctea proporciona información acerca de como se va a comportar la mantequilla en las etapas de fabricación y comercialización, esto no significa que la mantequilla tenga el mismo análisis dilatométrico que la grasa pura, ya que en las mantequillas normalmente se agregan aditivos.

En el cuadro No.10 y en la Fig.1 se muestra el análisis dilatométrico de una mantequilla natural elaborada con crema de leche de vaca. La curva se debe de considerar como una característica particular de este producto, pero el análisis de la curva se debe de centrar en los intervalos de temperatura a que se maneja en el almacenamiento y en donde se funde para su uso.

Cuadro No.10. ANALISIS DILATOMETRICO DE UNA MANTEQUILLA.

| T <sup>o</sup> C | 10    | 21.1  | 26.7  | 33.3  | 37.8 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| I.S.G.           | 37.98 | 34.51 | 15.01 | 10.35 | 0.33 |

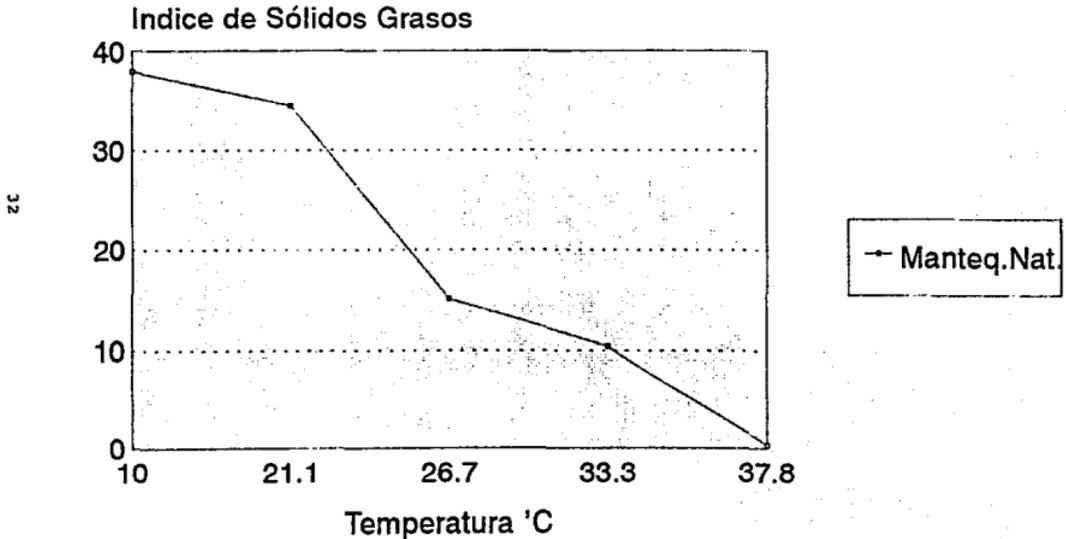
I.S.G.= Índice de sólidos grasos.

A mayor Temperatura menor I.S.G.

A menor Temperarura mayor I.S.G.

# DILATOMETRIA

## FIG.1 MANTEQUILLA NATURAL



Punto de Fusión 38°C  
Cortesía Prolesa

Como se observa la mantequilla funde a  $37.8^{\circ}\text{C}$  que es la temperatura deseada, un aumento en la temperatura del punto de fusión provocaría una sensación a sebo en la mantequilla, por otro lado la presencia de butter oil<sup>1</sup> puro (importación) bajaría la consistencia del producto ya que el butter funde a  $27^{\circ}\text{C}$  en promedio y faltarían sólidos no grasos propios de la crema.

La mantequilla es un producto que se maneja a temperaturas de refrigeración ( $6 - 8^{\circ}\text{C}$ ), a las cuales se tendrá un producto sólido pero cuando no se respetan estas temperaturas y/o el producto ha sido adulterado con grasas de otro origen o con otras características, se puede presentar un producto excesivamente blando a  $25^{\circ}\text{C}$ . Una característica deseable e importante en una mantequilla es que se mantenga consistente hasta cerca de la temperatura de fusión, esto porque los productos normalmente no se mantienen bien refrigerados, aunque el análisis dilatométrico muestra aparentemente un nivel bajo de sólidos grasos, la presencia de emulsificantes mejora la textura de estos productos.

### 3.3.2 GRASA VEGETAL PARA MARGARINA

Las margarinas son elaboradas principalmente con grasas vegetales (80%), mismas que le proporcionan propiedades plásticas deseadas en el producto final, normalmente para conseguir esto se utilizan mezclas de grasas o aceites hidrogenados con distintos grados de dureza. La grasa que mejor se presta para elaborar margarinas es la de soya ya que posee las características adecuadas,

(1) El butter oil en este trabajo se entiende como la grasa de leche de vaca, pero exclusivamente como producto de IMPORTACION.

aunque muchas veces se utiliza mezclada con grasas o aceites hidrogenados que adoptan formas cristalinas del tipo  $\beta'$  como por ejemplo: Aceite de algodón, de arenque, de palma, de colza y sebos. Las formas  $\beta'$  que son las deseables en un producto como la margarina son menos estables que las  $\beta$  pero como forman un cristal en forma de agujas pequeñas y finas, le dan la brillantes, suavidad y untabilidad a la margarina.

En el cuadro No.11 se muestran las formas cristalinas predominantes en distintas grasas y aceites tanto vegetales como animales, estas formas cristalinas le confieren la textura a una grasa.

Cuadro No. 11. FORMAS CRISTALINAS PREDOMINANTES EN DISTINTAS GRASAS Y ACEITES

| TIPO $\beta$            | TIPO $\beta'$      |
|-------------------------|--------------------|
| Aceite de coco          | Aceite de algodón  |
| Aceite de maíz          | Aceite de arenque  |
| Aceite de oliva         | Aceite de menhaden |
| Manteca de cerdo        | Mantequilla        |
| Aceite de nuez de palma | Aceite de palma    |
| Aceite de cacahuete     | Aceite de colza    |
| Aceite de cártamo       | Sebo               |
| Aceite de sésamo        | Aceite de ballena  |
| Aceite de girasol       |                    |

Referencia: 5 pág.190.

Referencia 16

Journal of Coconut Studies Vol.12 No.2 December 1987

Las características funcionales de las margarinas dependen del tipo de ácidos grasos que contenga la grasa vegetal (saturados o insaturados), de la longitud de las cadenas y de la forma cristalina que tome la grasa; estos factores dan un producto con las propiedades plásticas de una margarina.

Los parámetros con los que se mide la calidad de una grasa vegetal son: Ácidos grasos libres, Índice de Yodo, Índice de peróxidos, Perfil de ácidos grasos, Análisis dilatométrico y punto de fusión; los tres primeros están básicamente relacionados con la susceptibilidad a la oxidación que presenta la grasa o que tan expuesta esté a esta, y los dos últimos a la relación grasa sólida/grasa líquida que tendría la grasa a diferentes temperaturas hasta su punto de fusión.

En el cuadro No.12 y la Fig.2 se muestra el análisis dilatométrico de una margarina para mesa, la curva se gráfico en un intervalo de temperaturas de 5 a 37 °C. que son las temperaturas a las que comunmente se manejan las margarinas.

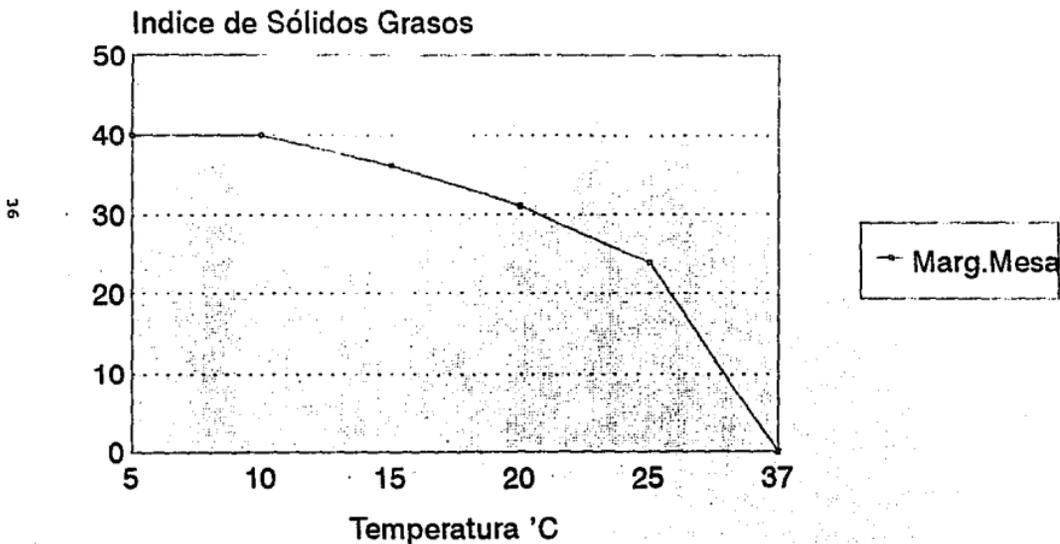
Cuadro No.12 ANALISIS DILATOMETRICO DE UNA MARGARINA.

| T <sup>o</sup> C | 5  | 10 | 15 | 20 | 25 | 37 |
|------------------|----|----|----|----|----|----|
| I.S.G.           | 40 | 40 | 36 | 31 | 24 | 0  |

I.S.G.= Índice de sólidos grasos.

# DILATOMETRIA

## FIG.2 MARGARINA DE MESA



Punto de Fusión 37°C  
Cortesía Prolesa

### 3.3.3 TEXTURA

- La plasticidad en grasas, puede definirse como una resistencia reducida al esfuerzo aplicado (elasticidad).

Esta se ve afectada por tres condiciones esenciales;

1. La presencia de dos fases de la grasa (sólido y líquido).
2. La fase sólida debe de estar presente como una fina dispersión para que en toda la masa se mantenga unida por fuerzas cohesivas internas.
3. La proporción entre las dos fases está afectada directamente por la temperatura ya que el porcentaje de sólidos varía continuamente con la variación en la temperatura, aumentando o disminuyendo la proporción relativa sólido-líquido. Otro efecto de la temperatura es sobre la viscosidad de la fase líquida la cual puede constituir tanto como 30-50% del total de la variación de consistencia.

- La consistencia o grado de untabilidad de una grasa. Esta se ve afectada por las siguientes condiciones:

1. Contenido de material sólido. La grasa se vuelve más consistente en cuanto mayor sea la cantidad de material sólido.
2. Tamaño de los cristales. Entre mayor sea el tamaño de los cristales, mayor será la consistencia. Si las grasas se enfrían

rápídamente se forman cristales pequeños y finos que dan una apariencia suave al producto.

Varios aceites vegetales hidrogenados forman cristales de tamaños iguales al ser congelados rápidamente. Sus cristales son tan pequeños que es difícil medir su tamaño exactamente pero son aproximadamente de 2 a 3 micrones de largo. Los cristales de manteca de cerdo hidrogenada son de 20 micrones. Si se asume que los cristales de manteca de cerdo son cinco veces mas largas en cada dimensión que la manteca vegetal, se supone que la manteca vegetal contendrá 125 veces más cristales que la de cerdo en un contenido equivalente de glicéridos sólidos.(15)

3. Resistencia del núcleo del cristal. Las variaciones de temperatura en una grasa solidificada en ocasiones son inevitables, estas variaciones provocan que el núcleo de los cristales que se forman, o se funden, cambian su conformación, para que esto no suceda, se requiere el almacenamiento a temperaturas bajas y constantes (6-8°C) para ayudar a mantener la forma del cristal.(15)

### 3.4 PROCESO DE FABRICACION DE MANTEQUILLA

#### 3.4.1 DIAGRAMA DE BLOQUES

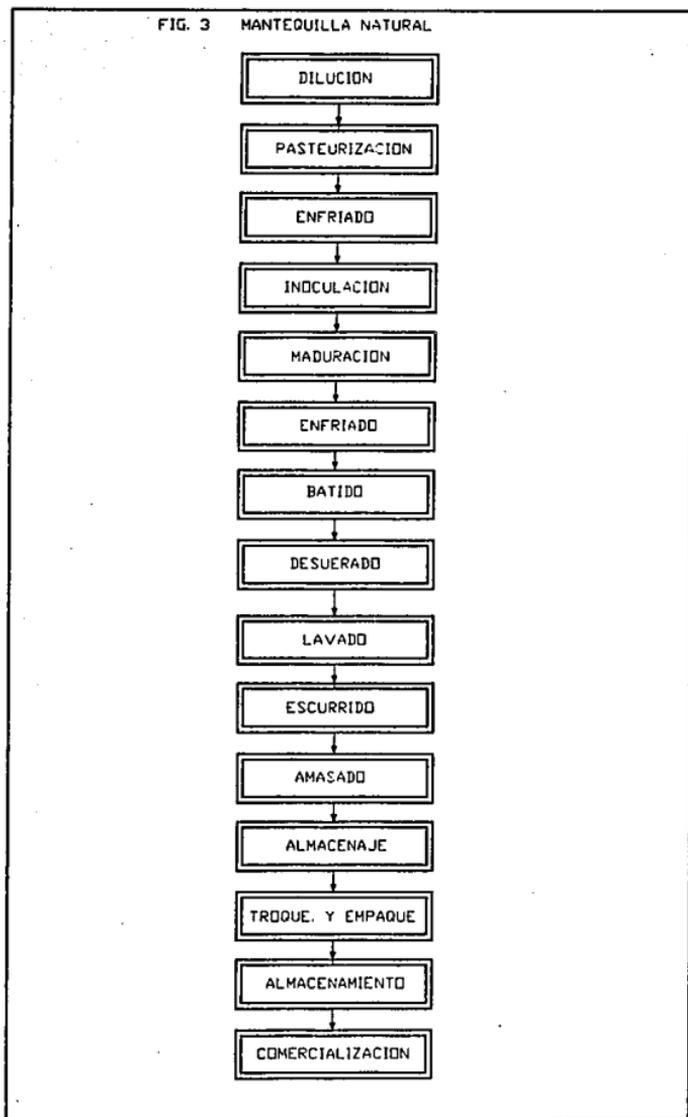
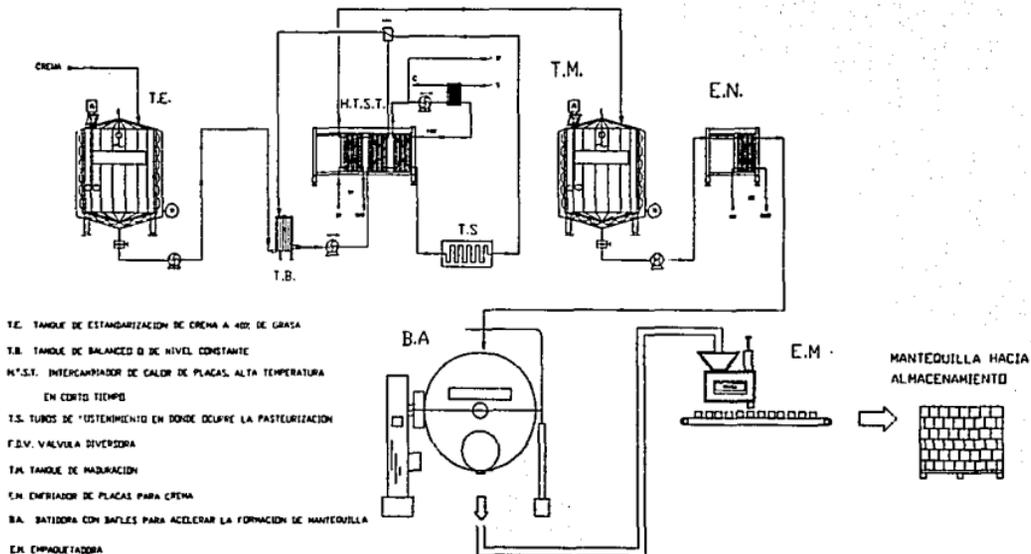


FIG. 4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACION DE MANTEQUILLA

40



### 3.4.3 DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE FLUJO

En el Diagrama No. 3 se muestra la secuencia de un proceso de fabricación de mantequilla, elaborada en Batch y madurada antes de la transformación, y el No. 4 el Diagrama de flujo para la misma mantequilla.

1. Se prepara la crema en un tanque enchaquetado a una temperatura de  $55^{\circ}\text{C}$ , esto para fundir perfectamente la crema y poder estandarizar el contenido graso al 40% y el pH de 5.0 a 5.5 .

2. La crema estandarizada, se envía a pasteurizar a un equipo H.T.S.T. que trabaja en forma continua, se recomienda utilizar temperatura de  $75^{\circ}\text{C}$  durante 15 seg. (11). En algunos casos se utilizan temperaturas más altas y tiempos más largos, porque las cremas pueden estar muy contaminadas.

3. La crema se envía a un tanque para su maduración si es que va a recibir este tratamiento, en caso contrario se manda directo a la batidora. Para el primer caso se utilizan temperaturas de maduración de  $25^{\circ}\text{C}$  de 4 a 6 hrs., posteriormente se enfrían de 8 a  $12^{\circ}\text{C}$ . que es la temperatura que se requiere en el batido, en el segundo caso del HTST sale la crema directo a la batidora a una temperatura de batido de  $8-12^{\circ}\text{C}$ .

4. La crema se recibe fría ( $8-12^{\circ}\text{C}$ .) en la batidora para favorecer la formación de mantequilla, las batidoras cuentan con una mirilla que sirve para observar el momento en que se separa el suero. Algunas batidoras cuentan con control de revoluciones lo cual favorece la

velocidad de formación de mantequilla, en la misma batidora se lava la mantequilla con agua fría y se agrega la sal y el saborizante si así lo requiere la formulación.

5. Se saca el producto de la batidora y se envía a la máquina empacadora, la cual por medio de unos gusanos compacta y dosifica la mantequilla que se va a empacar, en presentaciones de 10, 90, 250, 500 y 1000 grs. que son las presentaciones que comunmente se encuentran en el mercado.

#### 3.4.4 PARAMETROS DE CONTROL

. En la elaboración de mantequilla, es necesario controlar una serie de parámetros como: Temperatura, pH, concentración de grasa, origen de la grasa, velocidad de batido y nivel de llenado en la batidora cuando esta se fabrica en batch.

TEMPERATURA. En lo que respecta al proceso de batido se debe de tener la temperatura óptima para que en el momento de estar batiendo violentamente la crema se forme un producto sólido, esto se logrará en un intervalo de temperatura de 8 a 12°C, una disminución en la temperatura puede formar un producto excesivamente duro lo cual dificultaría su manejo fuera de la batidora, por otro lado un aumento en la temperatura de batido aumentaría el tiempo de formación de la mantequilla además de tener un producto blando que no permita su adecuado empaquetamiento o cortado lo cual afectaría la presentación del producto.

**pH.** El pH óptimo en la crema para favorecer la formación de la mantequilla es de 5.0-5.5, por lo cual es necesario ajustar el pH con neutralizantes, ya que por la naturaleza de las cremas estas tienden a acidificarse, por otro lado el proceso de descremado de la leche aumenta la acidez en las cremas con respecto a la que originalmente tenía la leche. El uso de los álcalis en el ajuste del pH desestabiliza las emulsiones y favorece la separación de la grasa aunque este tiene el inconveniente de aumentar la velocidad de formación de lodos en el suero.

**CONCENTRACION DE GRASA.** El porcentaje mínimo que debe tener una mantequilla es 80% en el producto final. El porcentaje va aumentando conforme aumenta el tiempo en la operación de batido en el proceso de fabricación. Durante el batido se debe tener cuidado para saber en que momento se formó totalmente la mantequilla, lo cual se puede comprobar con el color o la turbidez del líquido separado o con el porcentaje de grasa en la mantequilla, esto es para evitar que el suero se deseche con un alto contenido de grasa lo cual bajaría el rendimiento del producto final, si se toma en cuenta que un análisis de grasa en la mantequilla se puede hacer en 8 minutos este se puede tomar como indicador para saber si el producto ya está formado a las condiciones deseadas.

**ORIGEN DE LA GRASA.** La grasa de la mantequilla debe ser grasa láctea de la crema de leche de vaca, y no debe contener grasa vegetal de acuerdo a la definición de mantequilla. La presencia de grasa vegetal como adulterante de la crema disminuye el porcentaje de sólidos no grasos, por lo tanto disminuye el valor nutritivo de las mantequillas, la intensidad en el sabor, se obtiene un producto blando por la falta de sólidos no grasos y por la misma textura de

producto que se está formando retarda la formación de la mantequilla.

**VELOCIDAD DE BATIDO.** Cuando la crema después de haber sido pasteurizada se pasa a la batidora, se debe empezar a batir a la máxima velocidad que tenga la batidora con el fin de acelerar el proceso de formación de mantequilla, para tener una idea, en una batidora de 2000 litros de capacidad y si es de revoluciones variables, se puede empezar con 40 o 45 RPM, y disminuirlas conforme avanza el proceso de formación hasta aproximadamente 10 RPM. El objetivo de disminuir la velocidad de batido es para no atrapar gotas de agua en los granos de mantequilla antes de desuerarla. Cuando la partícula de mantequilla esta formado, es conveniente parar el batido y desuerar, para posteriormente reiniciar una agitación lenta para compactar los granos y formar la masa de la mantequilla.

**NIVEL DE LA BATIDORA.** Cuando la mantequilla se fabrica en batch es conveniente llenar la batidora con crema, solamente a 3/4 partes de su capacidad para favorecer la agitación enérgica y acelerar el proceso de formación.

### 3.5 PROCESO DE FABRICACION DE MARGARINA

#### 3.5.1 DIAGRAMA DE BLOQUES

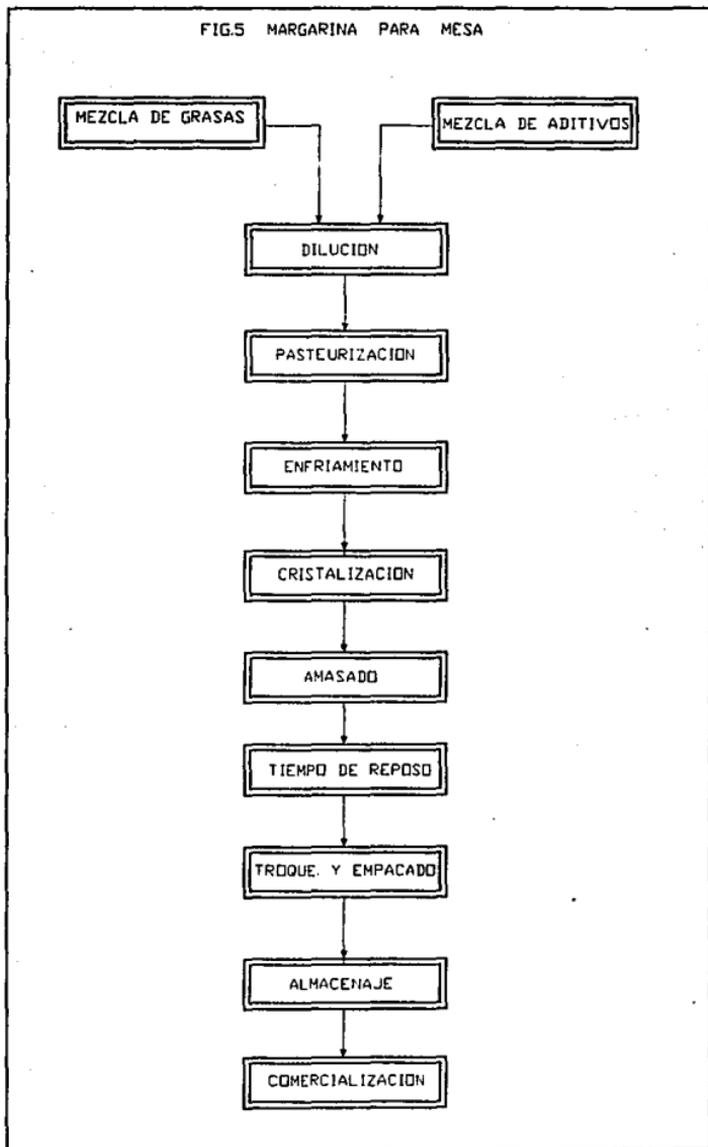
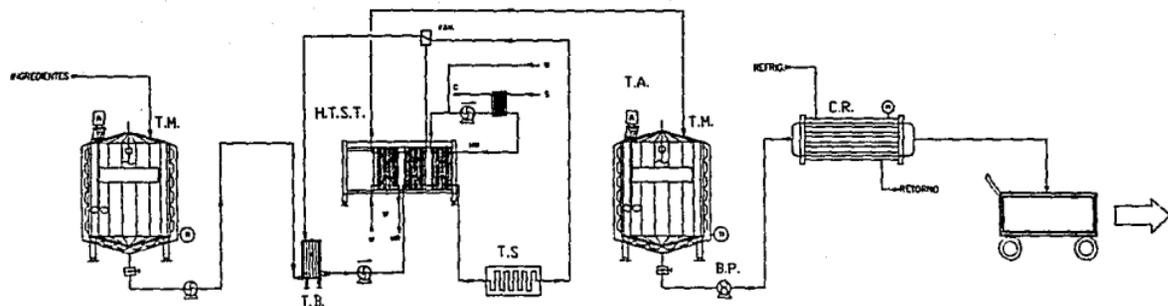
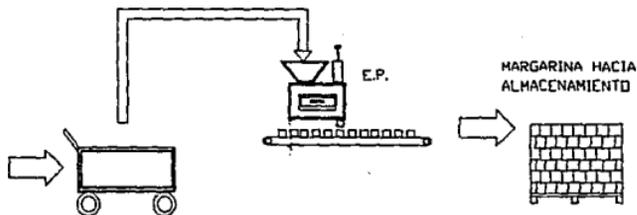


FIG.6 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE MARGARINA



- T.M. TANQUE DE MEZCLA DE GRASA Y ADITIVOS  
 T.B. TANQUE DE BALANCE O DE NIVEL CONSTANTE  
 H.T.S.T. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS, ALTA TEMPERATURA  
 EN CORTO TIEMPO  
 T.S. TUBOS DE SOSTENIMIENTO EN DONDE OCURRE LA PASTEURIZACION  
 F.D.V. VALVULA DIVERSORA  
 T.A. TANQUE DE ALMACENAMIENTO  
 B.P. BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO  
 C.R. CRISTALIZADOR DE GRASAS  
 E.P. EMPAQUETADORA



### 3.5.3 DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE FLUJO

En la Fig. 5 y Fig. 6 se muestran los diagramas de bloques y de flujo para la elaboración de margarina, los pasos de cada una de las etapas son los que necesariamente debería de llevar este proceso, aunque en algunos lugares se saltan o no consideran necesario el tiempo de reposo, es importante mencionarlo.

1. En el tanque de mezclas se adicionan: grasas vegetales, colorantes, emulsificantes, antioxidantes, vitaminas y aromas. En este mismo tanque, se estandariza la mezcla a 80% de grasa y 16% de agua a una temperatura de 55°C.

2. Se manda la mezcla estandarizada al sistema HTST, en el cual se pasteuriza la mezcla a 75°C durante 15 seg. (11) en este sistema, si la temperatura bajara de, 75°C la válvula diversora FDV desvía la mezcla nuevamente a la tina de balanceo, lo cual hace que se garantice la pasteurización.

3. La mezcla pasteurizada se recibe en el tanque de almacenamiento a una temperatura de 45°C en promedio, y se empieza a dosificar al cristizador, es importante que el tanque esté en constante agitación para alimentar al cristizador una mezcla homogénea.

4. Se envía la mezcla de grasas al cristizador, por medio de una bomba de desplazamiento positivo de pistones, al pasar por este las grasas cambian de fase y este tipo de bombas no bajan el gasto aunque aumente la caída de presión.

5. La cristalización se da en un equipo (Votator) que trabaja con amoniaco inhumado, por lo que el enfriamiento de las grasas se da casi, en forma instantánea, esta velocidad favorece la formación del cristal que se desea.

6. Amasado. La margarina ya formada recibe un tiempo de reposo y un amasado, para favorecer la formación de cristales tipo  $\beta'$  que son los deseables para este producto.

7. La máquina empacadora dosifica el producto a la porción de margarina que va a salir al mercado.

#### 3.5.4 PARAMETROS DE CONTROL

La formación de margarina depende del tipo de grasa que se esté utilizando y de los factores propios del procesamiento como son: temperatura en la preparación, temperatura en la cristalización, tiempo de reposo, amasado y naturaleza de las grasas.

TEMPERATURA EN LA PREPARACION. Para las margarinas de mesa se debe de hacer la mezcla de grasas y de los demás ingredientes a una temperatura de  $55-60^{\circ}\text{C}$  ya que los emulsificantes son elaborados con estearinas que son grasas de alto punto de fusión ( $48-52^{\circ}\text{C}$ ), por lo tanto se debe de trabajar arriba de éstas temperaturas, por otro lado las grasas que se utilizan para las margarinas de mesa funden en promedio a  $36^{\circ}\text{C}$  por lo tanto el trabajar a temperaturas altas acelera el proceso de fundición y disminuye los tiempos de preparación.

TEMPERATURA EN EL CRISTALIZADOR. El cristalizador es un enfriador (VOTATOR) que trabaja con amoniaco, y que disminuye súbitamente la temperatura de las grasas, lo cual provoca la cristalización de estos a una configuración  $\beta'$ . En este equipo es importante la temperatura de alimentación de las grasas, ya que un aumento en la temperatura provocaría que saliera un producto sin una estructura rígida cuyo manejo seria difícil durante el empaclado. Las temperaturas de las grasas a las que se alimenta al votator pueden variar desde 50 a 40°C y la temperatura de salida de la margarina ya formada puede variar desde 15 hasta 20°C.

La variación de temperatura en la grasa que alimenta el votator depende del tipo de margarina que se elabore, y la variación de temperatura en la salida del cristalizador depende del gasto, temperatura de entrada y nivel de amoniaco en el cristalizador.

TIEMPO DE REPOSO. Las margarinas después de la cristalización pueden tomar formas cristalinas *alfa* y transformarse posteriormente a la forma  $\beta'$ , la cual además de ser más estable que la *alfa* tiene una estructura de agujas largas y finas que le da las características a la margarina. El tiempo en el que se transforman las estructuras de los cristales varía, ya que depende de que tan rápido fue el enfriamiento y si tuvo amasado, por lo tanto se podría considerar un tiempo de reposo de 3 a 4 hrs. este dato se reporta en base a tiempos experimentales.

AMASADO. Una margarina adopta tres tipos de formas cristalinas: *alfa*,  $\beta$ , y  $\beta'$ , de las cuales la forma *alfa* es la que toma la grasa inmediatamente después de la cristalización, y con el tiempo puede adoptar las formas  $\beta$  y  $\beta'$ , de las cuales la  $\beta$  es la más estable,

pero tiene el inconveniente de formar cristales muy grandes produciendo una sensación arenosa en las margarinas. Para pasar de la forma  $\beta$  a la  $\beta'$  se puede amasar la margarina antes del empaquetado, esto se hace en diferentes tipos de amasadoras, pero debe haber una buena relación de tiempo de amasado y velocidad de la amasadora, para no aflojar demasiado el producto o dejarlo con una sensación arenosa.

**NATURALEZA DE LAS GRASAS.** Existen grasas vegetales en el mercado que presentan diferentes propiedades funcionales, las cuales se pueden modificar con un proceso de hidrogenación para ser utilizadas en la manufactura de margarinas, pero existen otras que por las propiedades funcionales que presentan como grasa natural, no pueden ser usadas para la elaboración de margarinas. El porque no todas las grasas se pueden utilizar, está relacionado básicamente con el nivel de hidrogenación, el índice de sólidos grasos y el punto de fusión de las grasas.

Para que una grasa pueda utilizarse en la manufactura de margarinas, debe fundir a un máximo de  $38^{\circ}\text{C}$  y presentar un alto índice de sólidos grasos de 20 a  $30^{\circ}\text{C}$  para que se mantenga estable antes de su utilización y no se sienta una sensación arenosa al consumirla.

**CONCENTRACION DEL EMULSIFICANTE.** En la operación de cristalización de grasas, estas se enfrían rápidamente y se provoca la separación del 80% de grasa y el 16% de agua, por lo tanto se requiere la presencia de un emulsificante, o mezclas de estos, para evitar la separación de la fase acuosa de la oleosa. El utilizar un exceso de emulsificantes genera demasiada dureza en las margarinas, y

una falta de estos desestabilizaría la emulsión, por lo tanto la cantidad de emulsificantes que debe de contener una margarina dependerá del tipo de grasa que se este utilizando y de la rapidez del enfriamiento, por lo que cada formulación de producto tendrá una concentración particular de emulsificante.

### 3.6 CAMBIOS FISICOS Y QUIMICOS EN LAS GRASAS DURANTE EL PROCESO DE FORMACION DE MANTEQUILLA Y MARGARINA

#### 3.6.1 QUIMICOS

Como se ha mencionado en la descripción del proceso, la etapa de preparación de las cremas o mezcla de grasas se realiza a temperaturas de 55-60°C. Este es el primer paso en el que la grasa esta propensa a un deterioro en el proceso de fabricación. Como las reacciones de oxidación requieren de niveles bajos de energía, un aumento en la temperatura (arriba de 60°C), acelera considerablemente la oxidación de grasas, por lo tanto la mezcla y la estandarización de grasas no deben de rebasar temperaturas de 60°C. Por efectos de la temperatura la grasa está sujeta a diversas reacciones de deterioro, entre las que destacan la rancidez hidrolítica y la rancidez oxidativa.

##### 3.6.1.1 RANCIDEZ HIDROLITICA.

La rancidez hidrolítica o lipólisis es un tipo de oxidación, causada básicamente por la acción de las lipasas en los enlaces éster de los triacilglicéridos, esto ocurre en las grasas que contienen altas concentraciones de ácidos con cadenas comprendidas entre C<sub>4</sub> y C<sub>12</sub>, los cuales son ácidos volátiles que contribuyen al desarrollo de olores y sabores a rancio en las grasas.

Este tipo de rancidez, ocurre principalmente en los productos

lácteos como la mantequilla, ya que la grasa está compuesta por ácidos grasos de cadena corta, además de que la leche contiene lipasas. Las grasas vegetales están exentas de este tipo de rancidez por estar compuestas en su mayoría por ácidos grasos de cadena larga, y no contener lipasas.

### 3.6.1.2 RANCIDEZ OXIDATIVA.

Este tipo de deterioro se da en grasas que contienen un elevado porcentaje de ácidos grasos insaturados, y ocurre por la adición del oxígeno a los dobles enlaces, con la consecuente producción de hidroperóxidos. Este tipo de reacciones se da en cadena, los radicales hidroperóxidos en presencia de radicales libres vuelve a formar hidroperóxidos. Otra forma de oxidación es la que se genera por acción de la lipoxigenasa, que es una enzima que actúa adicionando dos o más átomos de oxígeno a cada molécula de ácido graso. Las grasas vegetales pueden sufrir este tipo de rancidez por los ácidos grasos insaturados que contiene, además las grasas se transportan y almacenan en caliente (arriba de su punto de fusión) y como la temperatura sirve como catalizador de las reacciones de oxidación, estas se aceleran. Las grasas vegetales están sujetas solamente a rancidez oxidativa, más no a rancidez hidrolítica o lipolítica.

Por lo anterior las grasas vegetales que se utilizan en la manufactura de margarinas no se deben de almacenar en tanques con agitación, ya que esta es una forma de incorporar oxígeno a las grasas, se debe evitar tener contacto con materiales como el cobre y el hierro ya que estos también actúan como catalizadores en las reacciones de oxidación.

### 3.6.2 FISICOS

#### 3.6.2.1 CRISTALIZACION

El enfriamiento de las grasas produce cristales de tres formas diferentes: *alfa*,  $\beta$  y  $\beta'$ . Cuando una grasa se enfría rápidamente toma la forma de cristal tipo *alfa* pero conforme pasa el tiempo se va transformando a las formas  $\beta$  y  $\beta'$ , a esto se le conoce como POLIMORFISMO; que es la capacidad de las grasas para adquirir diferentes formas cristalinas.

Los cambios que sufren las grasas en sus formas cristalinas depende de los siguientes factores.

- a) Composición de la grasa
- b) Velocidad de enfriamiento
- c) Agitación mecánica
- d) Temperatura de almacenamiento

a) La composición de grasa influye en la forma del cristal que se forma, la manteguilla es un producto que está compuesto de grasa láctea la cual adopta la forma  $\beta'$  despues de su enfriamiento y es la que predomina. Por otra parte, en las grasas vegetales la forma que predomina es la  $\beta$  (18). No obstante que las grasas forman un cristal predominante, (Cuadro No.11) se deben de considerar otros factores,

ya que por el polimorfismo de las grasas estas tienden a cambiar de forma.

b) La velocidad de enfriamiento combinado con una agitación nos puede generar formas cristalinas deseables pero inestables como sucede en las margarinas, en donde la combinación de estos dos factores produce cristales del tipo  $\beta'$ , estos se mantendrán por varias semanas siempre y cuando el producto se mantenga a temperaturas bajas, para luego cambiar a la forma más estable que es la  $\beta$ . (18)

En la mantequilla, el enfriamiento rápido de la nata antes del batido aumenta la cristalización de la grasa y la dureza del producto; en la que se produce por Batch, se muestran dos formas cristalinas  $\alpha$  y  $\beta'$  de las cuales la que predomina es la segunda, en la mantequilla que se produce en proceso continuo domina la forma  $\alpha$  pero gradualmente se va transformando en  $\beta'$ . (5)

c) La agitación mecánica o amasado después de la cristalización o batido mejora considerablemente la textura, ya que se obtiene un producto homogéneo, brillante y suave, esto en parte por el aire que atrapa y por la forma de cristal que adoptan las grasas.

d) La temperatura de almacenamiento es importante, ya que un aumento de esta en algunas etapas del almacenamiento, provoca que se funda la capa superficial de las mantequillas y margarinas, por otro lado cuando se almacena a temperaturas arriba de  $15^{\circ}\text{C}$  los cristales  $\beta'$  de las grasas se transforman en cristales  $\beta$ , por lo que se recomiendan temperaturas bajas ( $6-8^{\circ}\text{C}$ ) en el almacenamiento para retardar la transformación. (6)

### 3.7 INDICE DE SOLIDOS GRASOS

#### METODO DILATOMETRICO Ref. (11)

#### INTRODUCCION

Este método es aplicable a grasas que a temperatura ambiente se encuentren en un estado sólido o semi-sólido, como son las mantequillas o margarinas comerciales, así como para las grasas que se utilizan para elaborarlas.

#### FUNDAMENTO

Se basa en la diferencia que existe entre los volúmenes específicos de las fases sólida y líquida de una grasa. Es decir cuando se funde una muestra de grasa, acompaña a la fusión un aumento de volumen específico, debido tanto a la expansión térmica, como a la dilatación de fusión (aumento de volumen debido a la transformación de fase).

Este método está ideado para proporcionar un índice empírico de las cantidades relativas de las fracciones de líquido y de sólido en una muestra, sobre una gama de temperaturas que se extienden desde el estado sólido aparente hasta la fase completamente líquida.

#### PREPARACION DE LA MUESTRA

- a) Preparar aproximadamente 150 ml. de muestra.
- b) Pesar 10 grs. de sal por cada 100 ml. de agua destilada (Litro), y agitar vigorosamente durante 5 min., si la solución presenta muchas impurezas provenientes de la sal, se procede a filtrar.
- c) Fundir la muestra en un vaso de precipitado de 500 ml.
- d) Agregar a la muestra 100 ml. de solución salina al 10%.
- e) Calentar la mezcla a 80-85°C. y agitar vigorosamente con un

agitador magnético durante 15 min. para garantizar la ruptura de la emulsión.

f) Se vierte la mezcla en un embudo de separación, y esperar a que la separación de fases esté bien definida.

g) Eliminar la fase acuosa.

h) A la muestra grasa que quedó en el embudo de separación, agregar 100 ml. de agua destilada para efectuar el primer lavado, para eliminar los residuos de sal que pudieron haber quedado en la separación anterior.

i) Esperar la separación de fases, eliminar la fase acuosa y separar la grasa.

j) Medir el porcentaje de grasa que se tiene por el método Gerber, o por del Mojjonier. El valor de grasa obtenido debe ser aproximadamente de 98 a 100% lo cual garantiza que el agua que formaba la emulsión fue eliminada.

k) Si el porcentaje de grasa es menor al señalado, proceder a efectuar otro lavado, y repetir hasta que la muestra alcance dichos porcentajes.

#### PREPARACION DE REACTIVOS

Dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_2$ ) . En un matraz aforado de 250 ml. se adiciona 2.5 gramos de Dicromato de potasio y se afora con agua destilada. Esta solución funciona como indicador, por lo cual debe ser eliminado el aire que pudiera contener.

La deaeración se hace por medio de una ebullición de la solución durante 15 min. a presión atmosférica, posteriormente se deja enfriar a temperatura ambiente antes de ser utilizado.

#### PROCEDIMIENTO

a) Verificar que el dilatómetro se encuentre completamente

limpio y seco.

- b) Pesar el dilatómetro (incluyendo el tapón y el seguro).
- c) Pipetear 2 ml. de solución indicadora dentro del bulbo del dilatómetro, y pesarlo con una precisión de 0.01 grs. Cuidar que no haga burbujas de aire en el tubo. Se anota el peso como P1.
- d) Fundir la grasa a temperatura de 85 - 90 °C.
- e) Se vacía la grasa en el dilatómetro hasta el borde y se tapa cuidadosamente que no queden burbujas en el tubo graduado se tapa y se sella.
- f) La altura requerida del indicador en el tubo graduado dependerá en gran parte de las características de la grasa como son el punto de fusión y el tipo al que pertenezca, ya sea como grasa simple o mezcla de grasas.
- g) La grasa derramada en el dilatómetro se limpia con Eter de petróleo. Una vez limpio se pesa nuevamente. y se anota el peso como P2.

#### MEDIDA DE LA EXPANSION TERMICA

- a) Preparar un baño de agua a temperatura constante de 60°C., sumergir el dilatómetro hasta la marca de 250-300 en el tubo graduado (se recomienda para tal efecto utilizar para el baño un vaso de precipitado de 2 lts.) Se toma la lectura.
  - b) Transferir el dilatómetro a un baño de 37.8°C. a temperatura constante y sumergirlo hasta la marca de 250-300 del tubo graduado durante 20 min. se toma la lectura.
  - c) Cálculo del peso de la muestra
- $$W = P2 - P1$$
- Donde P1 es el peso del dilatómetro con dicromato.  
P2 es el peso del dilatómetro con la grasa.

d) Cálculo del Coeficiente de Expansión Térmica.

$$R (60^{\circ}\text{C.}) - R (37.8^{\circ}\text{C.}) - V_c (37.8^{\circ}\text{C.})$$

$$F = \frac{\quad}{W (60 - 37.8)^{\circ}\text{C.}}$$

F = Coeficiente de expansión térmica

R = Lectura a 60 y 37.8 °C.

Vc= Corrección de volumen por expansión a 37.8°C.

W = Peso de la muestra.

e) Se transfiere el dilatómetro a un baño de 10°C. previamente preparado. Esto durante 20 min., si la lectura aún no es estable, se recomienda checarlo cada 5 min. ya estable se toma la lectura.

f) Posteriormente el dilatómetro es transferido a un baño de 21.1°C. a temperatura constante, previamente preparado, y mantiene en el durante 20 min., se toma la lectura.

g) Se continua con trasferencias del dilatómetro a baños de temperaturas constantes (26.7, 33.3 y 37.8)°C. respectivamente durante 20 min. cada una. Se anotan las lecturas.

h) Calculos finales.

Dilatación total

$$R (60^{\circ}\text{C.}) - R (\text{Temp. req.}) - V_c (\text{Temp. req.})$$

$$D.T. = \frac{\quad}{\quad}$$

W

D.T. = Dilatación total

R = Lecturas

Vc = Corrección de volumen por expansión a la temperatura correspondiente a la medición.

T. req.= Temperatura correspondiente al baño.

## Indice de Sólidos Grasos (I.S.G.)

$$\text{I.S.G.} = \text{D.T.} - ( F (60 - \text{Temp. req.}) )$$

I.S.G. = Índice de sólidos grasos.

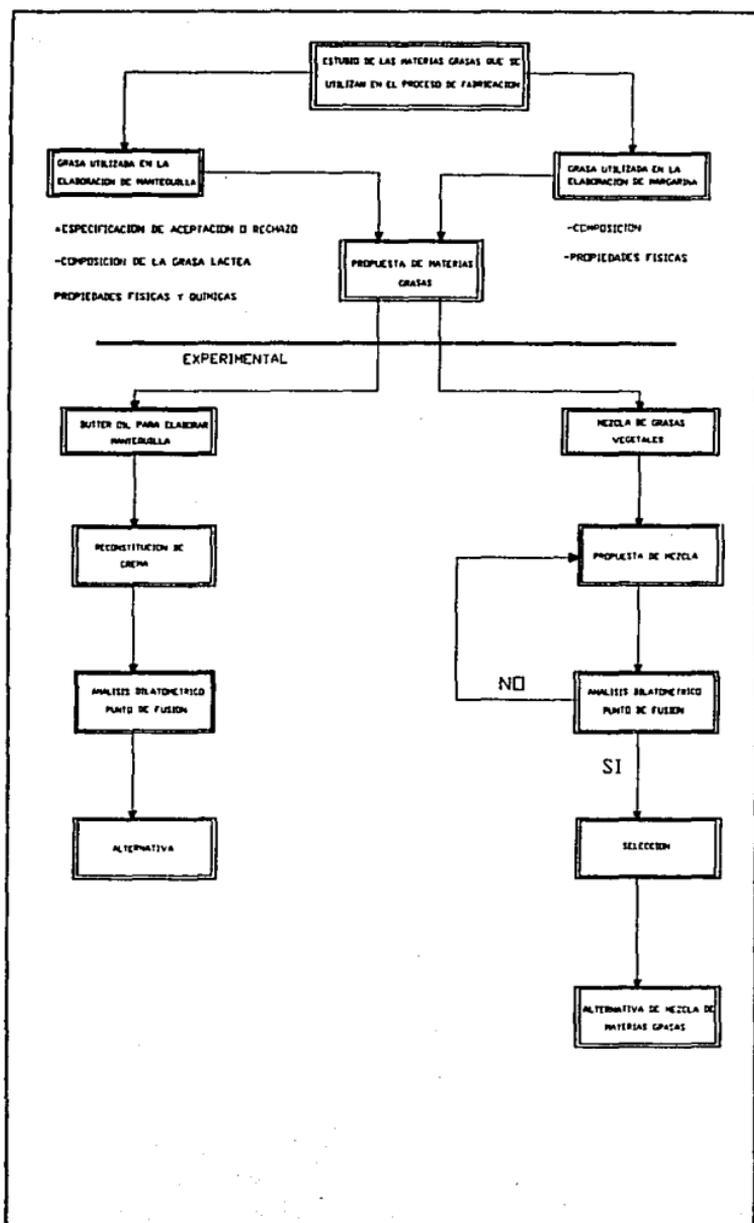
D.T. = Dilatación total.

F = Coeficiente de expansión termica.

T. req. = Temperatura correspondiente al baño.

## **4. CUADRO METODOLOGICO**

## 4.0 CUADRO METODOLOGICO



#### 4.1 DESCRIPCION DEL CUADRO METODOLOGICO

Para poder seleccionar alternativas de materias grasas para la elaboración de mantequillas y margarinas, se propone la secuencia esquematizada en el cuadro metodológico, cuyos pasos se describen detalladamente a continuación.

##### ESTUDIO DE LAS MATERIAS GRASAS QUE SE UTILIZAN EN EL PROCESO DE FABRICACION

Se caracterizará la grasa láctea y la grasa de soya, que son las que convencionalmente se utilizan para la elaboración de mantequillas y margarinas respectivamente, para esto se tomarán en cuenta las siguientes características: Calidad, Composición, Punto de Fusión, Dilatometría, Índice de Yodo, Índice de Peróxidos y % de Ácidos Grasos Libres. Cabe hacer notar que en la literatura se afirma que la margarina se puede elaborar con diferentes grasas vegetales, pero lo que no dicen es que, para que funcionen diferentes tipos de grasas se necesita elaborar mezclas que formen un perfil de características similares al de las margarinas.

En lo que respecta a la mantequilla no hay mucho de donde escoger, ya que por definición, es un producto que solo puede elaborarse con crema de leche de vaca, pero la caracterización de esta crema es importante ya que en la actualidad es una práctica muy común el reconstituir la crema con grasa y sólidos no grasos de importación.

## PROPUESTA DE MATERIAS GRASAS

Se plantea el estudio de los aceites refinados para determinar si existe alguno que sin ninguna modificación pueda ser utilizado para la elaboración de margarina, y en caso contrario plantear las alternativas viables que ayuden a la utilización de aceites o grasas modificadas.

Para la elaboración de mantequilla la grasa butírica de importación es la que se plantea como una alternativa de esta.

### BUTTER OIL Y MEZCLA DE GRASAS VEGETALES

De acuerdo al estudio previo que se realice con diferentes tipos de grasa y aceites, se determinará cuales son las que por sus características en cuanto a composición, dilatometría y punto de fusión pueden mezclarse para obtener una margarina con características homogéneas a la que se obtendría en la caracterización de grasas.

### RECONSTITUCION DE CREMA

Una vez que se analizó el butter oil se procedió a hacer una reconstitución de crema con butter y leche descremada en polvo y analizar su comportamiento dilatométrico, así como el punto de fusión.

## PROPUESTA DE MEZCLA DE GRASAS VEGETALES

Existen grasas y aceites que solas no pueden dar las características deseables en un producto, por lo que requieren ayuda de otras materias primas, las limitantes que se encuentren llevarán a proponer mezclas de aceites y grasas que formen las características deseables en un producto.

Las propuestas de mezcla se basarán en la curva dilatométrica modelo que teóricamente se debe obtener, esta curva modelo es la que se obtendrá en la caracterización de las grasas convencionales para mantequillas y margarinas.

El índice de yodo, índice de peróxidos y ácidos grasos libres servirán solo como referencia, ya que estas propiedades hasta cierto punto son controlables.

### SELECCION DE GRASAS

Se realizaron las pruebas de Dilatometría, Punto de fusión y grado de deterioro de las siguientes grasas: Grasa Butírica de importación (Butter Oil), Grasa de Palma, Coco, Cerdo, Pescado.

Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado y los resultados obtenidos fueron analizados para que en base a estos se determinara la posibilidad de mezclar diferentes ingredientes o grasas y obtener perfiles dilatométricos similares a los de las grasas caracterizadas. Esta selección se basó principalmente en el comportamiento de la curva dilatométrica siguiendo una lógica en la

pendiente que se formaría hipotéticamente mezclando diferentes tipos de grasa.

#### SELECCION DE MEZCLAS

Habiendo seleccionado la mezcla más adecuada se pueden tomar dos caminos: primero, si la curva dilatométrica tiene un comportamiento similar en la pendiente y en el punto de fusión, con respecto a la curva patrón, se puede considerar como una alternativa viable para la elaboración de mantequillas y margarinas, segundo, si la curva dilatométrica de la mezcla se defasa en el punto de fusión y en la pendiente, con respecto a la curva caracterizada, no se considera una alternativa viable, por lo que se tendría que retomar el punto de propuesta de mezcla.

#### PROPUESTA DE MEZCLA

Las alternativas de mezcla estarán basadas en grasas y aceites puros, sin ingredientes que alteren el comportamiento o la interacción de la mezcla de grasas.

## **5. ESTUDIO DE LAS MATERIAS GRASAS QUE SE UTILIZAN EN LOS PROCESOS DE FABRICACION**

## 5. ESTUDIO DE LAS MATERIAS GRASAS QUE SE UTILIZAN EN LOS PROCESOS DE FABRICACION

### 5.1 GRASA UTILIZADA EN LA ELABORACION DE MANTEQUILLA.

#### 5.1.1 ESPECIFICACIONES DE ACEPTACION O RECHAZO DE LA CREMA.

Esta se va a referir a los análisis que se le practican a una crema que llega a un proceso de fabricación, y serán los que se realizan en el andén para aceptar o rechazar la crema. En muchas ocasiones estos análisis no dan información sobre el origen de la grasa, pero por la velocidad con la que se trabaja en la industria y la falta de recursos, se recurre a los siguientes análisis y se les considera como rutinarios.

- % Grasa, (Grasa láctea)
- % Sólidos no grasos, (SNG)
- Acidez.
- Categoría.

-% GRASA, el porcentaje de grasa que una crema normalmente tiene es de 50% en promedio, este es importante ya que de la cantidad de grasa que contenga la crema será a como se pague el kilo de esta.

-% SNG, los sólidos no grasos de una crema con 50% de grasa están entre 4-6% , una disminución de estos hace pensar en una posible adulteración de la crema con otro tipo de grasa.

-ACIDEZ. La acidez de la crema es muy variable, se pueden utilizar cremas, desde 10<sup>o</sup>Dc. hasta 70<sup>o</sup>Dc. siempre y cuando estas no presenten olores desagradables, El uso de neutralizantes en una crema, es práctica común en la elaboración de mantequilla, por lo cual la acidez no se considera un parametro crítico de aceptación o rechazo.

<sup>o</sup>Dc. = Mililitros de NaOH 0.1 N. para neutralizar una muestra de 9 grs. de crema.

-CATEGORIA. La categoría de la crema involucra aparte de los análisis de % en grasa y acidez, el color, olor y apariencia, por lo que se considera un parámetro más completo. Se deben de utilizar para la elaboración de mantequilla cremas de 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> categoría. (cap. 3.1.4. referente a clasificación)

En el cuadro No.13 se muestran los valores promedio de las especificaciones generales de una crema que va ser utilizada en la elaboración de una mantequilla.

Cuadro. No.13 RESUMEN DE ESPECIFICACIONES PARA UNA CREMA

| ESPECIFICACION | VALOR                           |
|----------------|---------------------------------|
| Grasa          | 50% en promedio                 |
| SNG            | 2-4%                            |
| Acidez         | 70 <sup>o</sup> Dc. máximo      |
| Categoría      | 1 <sup>a</sup> y 2 <sup>a</sup> |

Cortesía de Productos de Leche.

### 5.1.2 COMPOSICION DE LA GRASA LACTEA.

A continuación se mencionan los ácidos grasos que se encuentran en mayor proporción en la grasa de la crema de leche de vaca. En el cuadro 14 se presenta la composición de ácidos grasos de leche de vaca, junto con el nombre común, sistemático, porciento y punto de fusión de cada ácido graso, así tenemos que en los saturados se presenta un punto de fusión alto y en los insaturados un punto de fusión bajo, las combinaciones que estos ácidos grasos pueden formar son muy variadas, es importante hacer notar es que el complejo de la grasa láctea forma una grasa con un punto de fusión de 27°C en promedio.

Cuadro No.14. ACIDOS GRASOS MAS COMUNES EN LA GRASA DE LECHE DE VACA

| No.CARBONOS | NOMBRE COMUN | NOMBRE SISTEMATICO | %    | p.f. °C |
|-------------|--------------|--------------------|------|---------|
| SATURADOS   |              |                    |      |         |
| 4           | Butírico     | Butanoico          | 10.2 | -5.3    |
| 6           | Caproico     | Hexanoico          | 2.5  | -3.2    |
| 8           | Caprílico    | Octanoico          | 1.3  | 16.5    |
| 10          | Cáprico      | Decanoico          | 1.5  | 31.6    |
| 12          | Láurico      | Dodecanoico        | 3.4  | 44.8    |
| 14          | Mirístico    | Tetradecanoico     | 8.6  | 54.4    |
| 16          | Palmitico    | Hexadecanoico      | 21.1 | 62.9    |
| 18          | Estearico    | Octadecanoico      | 9.9  | 70.1    |
| 20          | Araquídico   | Eicosanoico        | 0.7  | 76.1    |

(continúa)

(continuación)

| No. CARBONOS | NOMBRE COMUN | NOMBRE SISTEMATICO                | %    | p.f. °C |
|--------------|--------------|-----------------------------------|------|---------|
| INSATURADOS  |              |                                   |      |         |
| 14           | Miristoleico | Tetradecenoico                    | 0.9  | -       |
| 16           | Palmitoleico | Hexadecenoico                     | 2.8  | 0.0     |
| 18           | Oleico       | 9-Octadecenoico                   | 31.4 | 13.4    |
| 20           | Araquidónico | 5,8,11,14-Elcosa-<br>tetraenoico. | 0.1  | -49.5   |
| 18           | Linoleico    | 9,12-Octadecadi-<br>enoico.       | 1.9  | -5.0    |
| 18           | Linolénico   | 9,12,15-Octadeca-<br>trienoico.   | 2.6  | -11.0   |

Fuente: Badui, S. Química de los Alimentos Ed. Alhambra  
Fennema, O.R. Introducción a la Ciencia de los Alimentos.  
Leninger, L.A. Bioquímica las Bases Moleculares de la  
Estructura y la Función Celular.

En el cuadro No. 15 se presenta el nombre y la estructura de los  
ácidos grasos más comunes en la grasa de leche de vaca.

Cuadro No.15. ESTRUCTURA DE LOS ACIDOS GRASOS MAS COMUNES EN LA GRASA DE LECHE DE VACA

| NOMBRE       | ESTRUCTURA   |
|--------------|--|
| SATURADOS    |  |
| Butírico     | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$  |
| Caproico     | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$  |
| Caprílico    | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$  |
| Caproico     | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$  |
| Láurico      | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$   |
| Mirístico    | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$   |
| Palmitico    | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$   |
| Esteárico    | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$   |
| Araquídico   | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$   |
| INSATURADOS  |  |
| Miristoleico |  |
| Palmitoleico | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$  |
| Oleico       | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$  |
| Araquidónico | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ |
| Linoleico    | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$   |
| Linolénico   | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$                            |

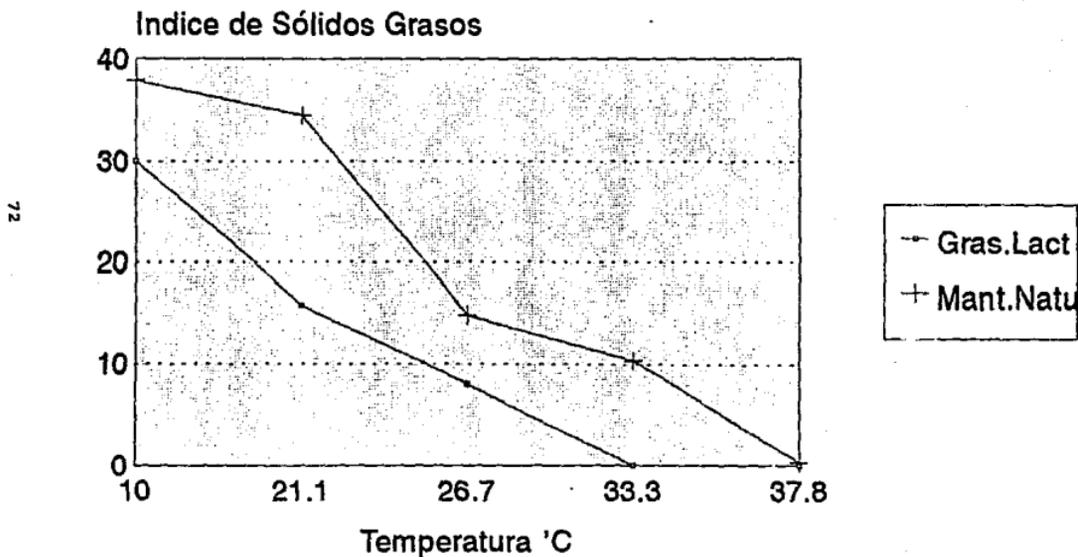
Fuente: Fennema, O.R. Introducción a la Ciencia de los Alimentos.  
 Leninger, L.A. Bioquímica las Base Moleculares.

### 5.1.3 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.

- Punto de Fusión.
- Análisis Dilatómetro.
- Índice de Yodo.
- Índice de Peróxidos.
- Índice de Saponificación.
- Ácidos Grasos Libres.

# DILATOMETRIA

## FIG.7 GRASA LACTEA



Punto de Fusión 30'C  
Cortesía Prolesa

La gráfica de dilatómétrica de la grasa láctea. (fig.7) presenta una inclinación parecida a la de la mantequilla, (fig.1) pero para todas las temperaturas el índice de sólidos grasos es menor en la grasa láctea. Para una temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$  se tiene un índice de sólidos grasos alto y una grasa sólida, a medida que la temperatura avanza, el índice de sólidos grasos disminuye hasta cero, que es la temperatura a la que la grasa está completamente fundida. Es deseable que la pendiente de este tipo de curvas sea más inclinada, pero en el caso de un producto como la mantequilla en donde la grasa de la crema no sufre ninguna modificación, la curva que tiene la grasa láctea es la que mejor funciona para elaborar este producto.

La mantequilla natural aparte de grasa láctea, contiene proteínas, vitaminas y una pequeña cantidad de emulsificante, por lo que todos estos ingredientes le confieren un índice de sólidos grasos mayor que el de la grasa láctea, logrando con esto tener un producto que funde a  $38^{\circ}\text{C}$ .

**INDICE DE YODO.** Es una medida indirecta del grado de insaturación de una grasa, en el caso de la grasa láctea como ya se mencionó en el capítulo anterior está compuesta en mayor porcentaje de ácidos grasos saturados, por lo que el índice de yodo toma valores relativamente bajos, entre 26 y  $40 \text{ mgI}_2/100\text{g}$ .

**INDICE DE PEROXIDOS.** Este se refiere a los miliequivalentes de oxígeno que se añadieron a las dobles ligaduras de los ácidos grasos saturados, como esta es una medida del grado de oxidación de las grasas el valor no debe rebasar el  $1.0 \text{ meq O}_2/\text{Kg}$  de grasa. La

oxidación de grasas es una reacción en cadena, el rebasar el máximo de peróxidos favorece que la oxidación se acelere.

ACIDOS GRASOS LIBRES. Para este parámetro se establece un 0.5% máx. (%Oleico) ya que los ácidos grasos libres son precursores de las reacciones de oxidación. En la crema, la grasa está emulsionada y cubierta por una membrana protéica por lo que es difícil la reacción con el oxígeno, pero por otra parte la presencia de lipasas en la leche puede aumentar la cantidad de ácidos grasos libres y a la vez la probabilidad de las reacciones de oxidación.

#### 5.1.4 RESUMEN DE CARACTERISTICAS

En el cuadro No.16 se resumen las características de la grasa láctea y se consideran las más representativas de esta para predecir el comportamiento que va a tener la mantequilla como producto terminado.

Cuadro No.16 CARACTERIZACION DE LA GRASA LACTEA

| ESPECIFICACION       | VALOR                            |
|----------------------|----------------------------------|
| <b>CREMA</b>         |                                  |
| Grasa                | 50% prom.                        |
| S.N.G.               | 4-6 %                            |
| Acidez               | 70 <sup>o</sup> Dc. máx.         |
| Categoría            | 1 <sup>a</sup> y 2 <sup>a</sup>  |
| <b>GRASA LACTEA</b>  |                                  |
| Punto de fusión      | 25-35 °C                         |
| <b>Dilatometría</b>  |                                  |
| 10 °C.               | 30 ISG                           |
| 21.1°C.              | 16 ISG                           |
| 26.7°C.              | 8 ISG                            |
| 33.3°C.              | 0 ISG                            |
| 37.8°C.              | 0 ISG                            |
| Indice de yodo       | 30-40 mgI <sub>2</sub> /100g.    |
| Indice de peroxidos  | 1.0 meq O <sub>2</sub> /Kg. máx. |
| Acidos grasos libres | 0.5 % Oleico máx.                |

Cortesía de Productos de Leche.

## 5.2 GRASA VEGETAL UTILIZADA EN LA ELABORACION DE MARGARINA.

### 5.2.1 COMPOSICION

Las grasas que se utilizan actualmente en México para la elaboración de Margarinas, debe cumplir con las características de la grasa de soya, la cual tiene la cualidad de que al hidrogenarse proporciona un comportamiento en estado sólido parecido al de la margarina. En la literatura se marca una variedad muy amplia de grasas vegetales y animales que son usadas para la elaboración de margarina, pero lo cierto es que difícilmente se puede encontrar una grasa que por sí sola sirva para elaborar margarina. En el presente trabajo se caracteriza la grasa de soya al nivel de hidrogenación que requiere la margarina, y en base a esta se propondran otras grasa y la mezcla de estas como alternativas para la elaboración de margarinas.

La grasa de soya contiene una gran variedad de ácidos grasos, pero 5 de estos son los que se encuentran en mayor proporción en el aceite. En el cuadro No. 17 se menciona: El número de átomos de carbono, nombre común, nombre sistemático, porcentaje y el punto de fusión de estos ácidos grasos.

Cuadro No.17 COMPOSICION DEL ACEITE DE SOYA

| NO.CARBONO | NOMBRE COMUN | NOMBRE SISTEMATICO             | %    | p.f. °C |
|------------|--------------|--------------------------------|------|---------|
| 16:0       | Palmitico    | Hexadecanoico                  | 11.0 | 63.0    |
| 18:0       | Esteárico    | Octadecanoico                  | 4.0  | 69.4    |
| 18:1       | Oleico       | 9-Octadecenoico                | 25.0 | 13.0    |
| 18:2       | Linoleico    | 9,12-Octadecadi--<br>enoico.   | 50.0 | -5.0    |
| 18:3       | Linolénico   | 9,12,15-Octadeca-<br>trienico. | 8.0  | -11.0   |

Fuente: Badui, S. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra.

En el cuadro No. 18 se muestra la estructura de los ácidos grasos más comunes que se encuentran en el aceite de soya.

Cuadro No.18 ESTRUCTURA DE LOS PRINCIPALES ACIDOS GRASOS EN EL ACEITE DE SOYA

| NOMBRE     | ESTRUCTURA  |
|------------|---|
| Palmitico  | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$  |
| Esteárico  | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$  |
| Oleico     | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$   |
| Linoleico  | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$                    |
| Linolénico | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ |

Fuente: Badui, S. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra.

El aceite de soya presenta un punto de fusión abajo de cero grados y tiene un 85% de ácidos grasos insaturados, por lo que se presta para poder ser hidrogenado a diferentes niveles.

#### 5.2.2 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.

En la manufactura de margarinas, se utiliza comunmente grasa vegetal, la cual debe de reunir una serie de características fisico-químicas para establecer la aceptación o rechazo de la grasa.

Estas características están relacionadas con el comportamiento de la grasa, principalmente en su fase sólida y con los cambios químicos que haya sufrido en sus etapas de fabricación y transporte.

De la totalidad de análisis que existen para las grasas se consideraran en el presente trabajo los más importantes desde el punto de vista práctico y para la caracterización del comportamiento físico de la grasa.

**PUNTO DE FUSION.** Las grasas vegetales que se utilizan para la elaboración de margarina, presentan al igual que la mantequilla un intervalo de punto de fusión por estar compuestas de diferentes ácidos grasos con diferente peso molecular, y diferentes puntos de fusión así como del cristal que forman. Se ha determinado que como la margarina debe de fundir a una temperatura de 38°C máx. se debe de utilizar una grasa para su fabricación de un punto de fusión en un intervalo de 36 - 38 °C , esta característica, es difícil de encontrar en una grasa vegetal natural (unicamente refinada) por lo

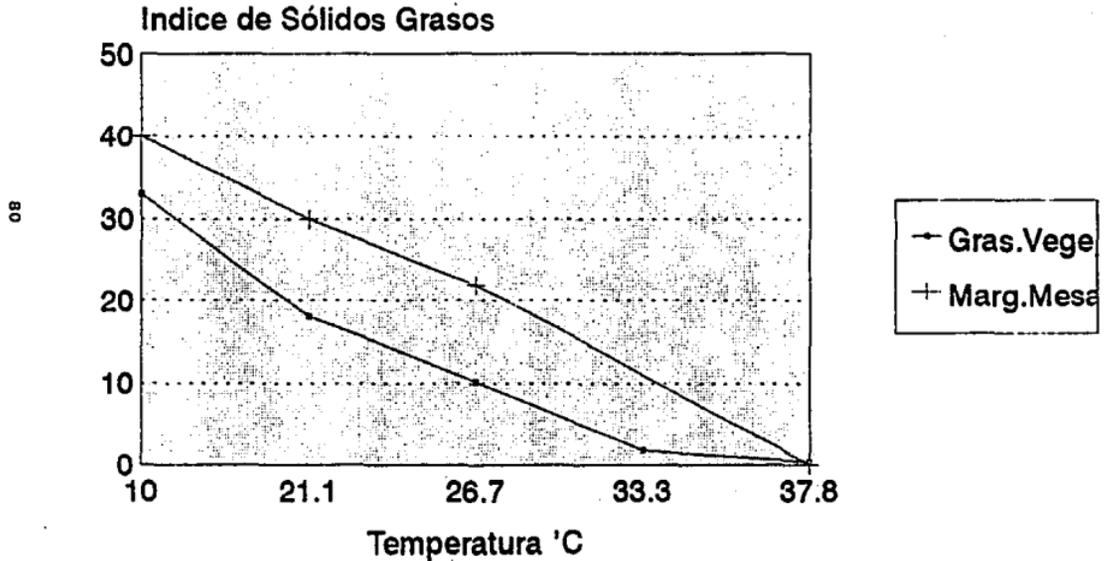
que la mayoría de las grasas que se utilizan para las margarinas son hidrogenadas, por lo tanto el punto de fusión de una grasa, depende del grado de saturación que se obtenga y de la concentración de isómeros *Trans*.

ANÁLISIS DILATOMETRICO. La textura y consistencia que presenta una margarina está íntimamente relacionada con la cantidad de sólidos grasos que presenta a diferentes temperaturas, esta información se puede predecir conociendo el análisis dilatométrico de la grasa que se utiliza para la elaboración de margarinas. Si se analiza la gráfica de dilatometría de una margarina para mesa, (fig.2) se puede determinar que se necesita una grasa que tenga una curva con un comportamiento parecido, y que los valores de I.S.G. para cada temperatura deben estar abajo de los requerido en la margarina. Cuando una grasa vegetal, que es rica en ácidos grasos insaturados se hidrogena cambia su comportamiento físico, a medida que aumenta el grado de hidrogenación aumenta el punto de fusión y el índice de sólidos grasos para cada temperatura, en una forma proporcional. Por lo antes expuesto la grasa que mejor se comporta para elaborar margarina de mesa es la de soya parcialmente hidrogenada hasta un punto de fusión de  $37^{\circ}\text{C}$ . La fig. 8 compara las dos curvas dilatométricas.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

# DILATOMETRIA

## FIG.8 GRASA VEG. (Soya)



Punto de Fusión 38°C  
Cortesía Prolesa

Todos los valores de I.S.G. de la grasa de soya están por abajo de los de la margarina, como se mencionó en el inciso de materias primas las margarinas tienen adicionados emulsificantes para mantener la emulsión y estos son elaborados con grasas de alto punto de fusión, que aunado a que forman un enlace entre el agua y la grasa, ayudan a ajustar el defasamiento que tiene la grasa con respecto a la margarina. Experimentalmente una grasa que muestra este comportamiento es apta para la fabricación de margarina.

Las gráficas de dilatometría que presentan una mayor pendiente se consideran grasas con mejor textura y suavidad, siempre y cuando no rebasen las temperaturas de fusión y un nivel mínimo de I.S.G.

Si se observa la figura (8). a  $10^{\circ}\text{C}$  en la grasa de soya se tiene un I.S.G. de 33, por lo que si tratáramos de establecer un intervalo de ISG dentro del cual se podría mover la curva se tendrían que tomar valores por arriba y por abajo del 33 de ISG para todas las temperaturas, a esto se le podría considerar como la especificación de una grasa vegetal que va a ser utilizada en un proceso de fabricación de margarina.

Un punto importante que se debe de cuidar en este tipo de gráficas, es que no aparezcan secciones en la curva que presenten una inclinación casi vertical, ya que se corre el riesgo de que con un ligero cambio de temperatura en las margarinas cambie la consistencia totalmente, lo ideal es que la consistencia este cambiando gradualmente con el cambio de temperatura.

**INDICE DE YODO.** La cantidad de yodo que reacciona con la grasa es proporcional al grado de insaturación de la misma, este índice sirve para verificar el grado de hidrogenación que tiene la grasa. Existe una relación que es inversamente proporcional entre el punto de fusión y el grado de hidrogenación con respecto al índice de yodo, así se tiene que un aceite de soya crudo, refinado y sin ninguna modificación tendrá un índice de yodo de 120 a 143  $\text{gI}_2/\text{Kg.}$ , con un punto de fusión abajo de cero grados, pero conforme aumenta el grado de hidrogenación aumenta el punto de fusión y disminuye el índice de yodo, así se puede tener un aceite de soya con un índice de 5  $\text{gI}_2/\text{Kg.}$  con un punto de fusión de  $62.7^\circ\text{C.}$

**INDICE DE PEROXIDOS.** La formación de peróxidos en las grasas se da por la reacción del oxígeno ( $\text{O}_2$ ) con los ácidos grasos libres insaturados, este índice es un indicador del grado de oxidación de las grasas, como la reacción se da en cadena se requiere que las grasas no rebasen un nivel máximo de peróxidos permitidos por ley que es, 1.0 meq. $\text{O}_2/\text{Kg.}$  En una grasa que rebase este nivel de peróxidos, pero que fue bien deodorizada no se detecta la rancidez, pero el producto está propenso a oxidarse a una mayor velocidad.

**ACIDOS GRASOS LIBRES.** Es una medida del grado al cual se han descompuesto los glicéridos por acción de lipasas o de alguna otra causa, esta descomposición es acelerada por la luz y el calor. Esta es una medida de las condiciones de la grasa, ya que la rancidez va normalmente acompañada de la formación de ácidos grasos libres. El valor máximo que una grasa puede tener es de 0.05% expresado como porcentaje de Acido Oleico.

**OLOR Y SABOR.** Estas son dos evaluaciones sensoriales empíricas que están en función del método y de los jueces, en este trabajo se menciona la forma de evaluar una grasa desde un punto de vista práctico. Se selecciona una sola persona para la evaluación que normalmente es el analista. Debido a la cantidad de muestras que prueba al día o por semana se le considera un juez entrenado o semientrenado.

Para la evaluación de la grasa se prepara una muestra de 10 g. de grasa en 300 ml. de agua a 70°C y se debe percibir un olor puro característico, y la cual también debe estar exenta de olores a sebo o rancio, posteriormente esta muestra se enfría a 40°C y se prueba, debe tener un sabor ligeramente dulce y esta a su vez debe estar exenta de sabores a sebo y rancio.

### 5.2.3 RESUMEN DE CARACTERISTICAS

En el cuadro No. 19 se muestran las especificaciones que deberá de cumplir una grasa vegetal que va a ser destinada a la elaboración de margarina de mesa.

Cuadro. No.19 CARACTERIZACION DE LA GRASA VEGETAL.

| ESPECIFICACION       | VALOR  |
|----------------------|--|
| Punto de fusión      | 36-38°C  |
| Dilatometría a 10 °C | 33.0 ISG   |
| 21.1°C               | 18.0 ISG   |
| 26.7°C               | 10.2 ISG   |
| 33.3°C               | 1.8 ISG  |
| 37.8°C               | 0.4 ISG  |
| Indice de yodo       | 70-76 $gI_2/kg$  |
| Indice de peróxidos  | 1.0 meq $O_2/kg.máx.$                                      |
| Acidos grasos libres | 0.05 % Oleico máx.   |
| Olor                 | Puro característico sin<br>olores a sebo o rancio.         |
| Sabor                | Ligeramente dulce exento<br>de sabores a sebo o<br>rancio. |

Cortesía: Productos de Leche.

### 5.3 INTERVALOS DE ACEPTACION EN LA CARACTERIZACION DE LAS MANTEQUILLAS Y MARGARINAS

En la actualidad no existen unos intervalos de aceptación para las grasas, ya que la utilización de estas depende del destino que tengan finalmente. Pero para establecer en este trabajo ciertos límites en donde podemos considerar a una grasa como aceptable para la fabricación de mantequillas y margarinas se consideraron los siguientes puntos.

#### 5.3.1 MANTEQUILLA ELABORADA CON CREMA DE LECHE PARA LA GRASA LACTEA

1) En el caso de la mantequilla elaborada directamente con crema de leche, la grasa láctea es la principal responsable del comportamiento de la mantequilla, y es un producto que no se puede alterar, por lo tanto el resultado dilatométrico que se obtiene es considerado como el ideal para la elaboración de mantequilla a partir del Butter Oil, pero tomando en cuenta que en el mercado esta grasa se ofrece a diferentes intervalos de comportamiento, y para efectos de establecer un intervalo de comparación entre la grasa obtenida del descremado de leche en Producción Nacional con la grasa importada (Butter Oil) se proponen 5 unidades más/menos de I.S.G. a diferentes temperaturas, de acuerdo a los valores reportados en el cuadro de caracterización de la Grasa Láctea.

2) Las mantequillas son productos que comunmente se elaboran en sistema Batch, y la operación de este sistema depende en gran medida de la habilidad de quien maneja la batidora, por lo que el producto

que se elabora por este sistema normalmente tiene una variación en los resultados dilatométricos.

3) La crema de leche de vaca que se ofrece en México tiene problemas en el manejo refrigerado, por lo que en ocasiones es común que esta venga adicionada de algunos componentes para mejorar la apariencia de esta lo cual pudiera influir en el resultado de un análisis de grasa de leche de vaca en cuanto al comportamiento.

#### 5.3.2 MARGARINA ELABORADA CON GRASA VEGETAL(SOYA) PARA LA GRASA VEGETAL

1) Las grasas vegetales que se ofrecen en el mercado para la elaboración de margarinas son grasas que fueron modificadas, en el caso de la grasa de soya esta se sometió a un proceso de hidrogenación hasta que el punto de fusión estuviera en un intervalo de 36 - 38 °C., este proceso modifica igualmente el comportamiento dilatométrico, por lo que es necesario establecer un intervalo de variación de I.S.G. a diferentes temperaturas, para poder comparar esta grasa con otras, ya que los procesos de modificación de grasas, no garantizan el resultado en un valor absoluto.

2) El intervalo que se estableció es igualmente que en la mantequilla de 5 unidades de ISG mas/menos al valor de la caracterización de la grasa vegetal (Soya).

3) Las grasas vegetales o animales que se propondrán en las alternativas tienen diferentes comportamiento, y al hacer las mezclas se tratarán de ajustar a la de soya, pero no sería práctico tratar de ajustar los valores de ISG exactamente al valor de la grasa

caracterizada, por lo que es conveniente establecer un intervalo de comportamiento, en donde se puedan mover las alternativas, pero siempre y cuando no modifiquen el comportamiento a las temperatura a las que se maneja el producto final.

#### INDICE DE PROXIDOS, ACIDOS GRASOS LIBRES, INDICE DE YODO Y PUNTO DE FUSION.

En el caso de los análisis como Índice de Peróxidos Acidos Grasos Libres, son parámetros que se pueden controlar desde el manejo inicial que tengan las grasas, por lo que en estos solamente se establecerán valores máximos que pueden tener las grasas.

En el caso del Punto de Fusión este esta intimamente ligado con el análisis dilatométrico, por lo que el valor que tome estará determinado por el análisis dilatométrico.

El Índice de Yodo es una propiedad que se relaciona tanto con el deterioro que ha sufrido una grasa, así como con el tipo de grasa con la que se este trabajando, por lo que el intervalo que se propone sera solo una referencia.

El siguiente cuadro muestra los valores entre los cuales tendrían que estar las grasas o mezcla de grasas para considerarse como alternativas en los procesos de fabricación de Mantequillas y Margarinas.

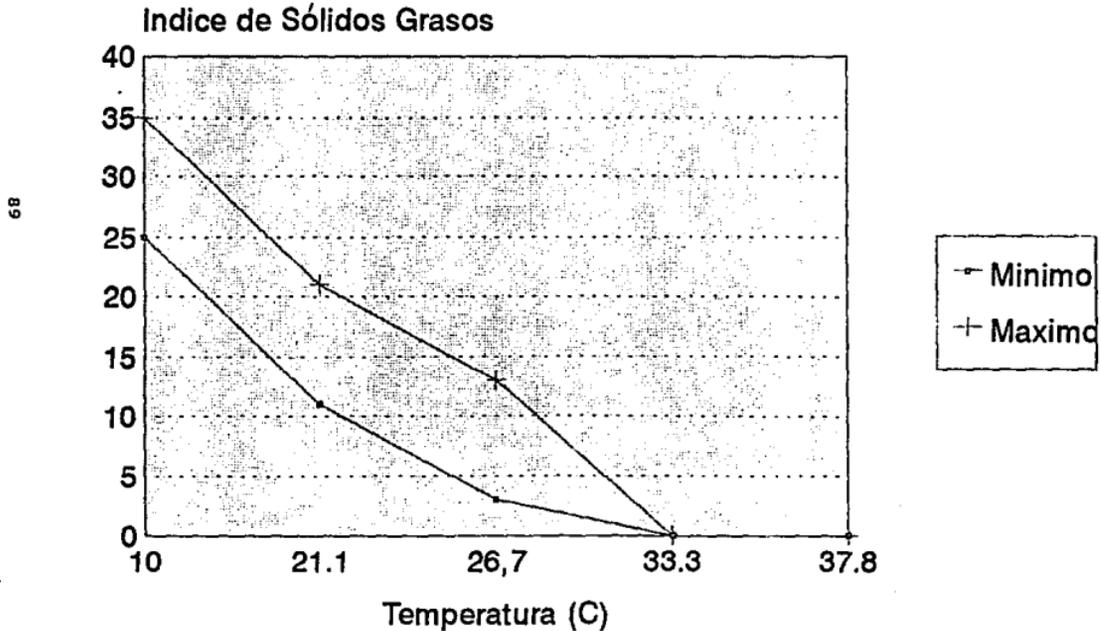
**Cuadro. No.20 INTERVALOS DE ACEPTACION DE GRASA LACTEA Y  
GRASA DE SOYA**

| ANALISIS                 | GRASA LACTEA   | GRASA VEG. (SOYA) |
|--------------------------|----------------|-------------------|
| Punto de Fusión.....     | 25 - 35 .....  | 36 - 38           |
| Indice de Peróxidos..... | 1.0 max. ....  | 1.0 max.          |
| Indice de Yodo.....      | 30 - 40 .....  | 70 - 76           |
| A.G.L.....               | 0.05 max. .... | 0.05 max.         |
| I.S.G. 10°C. ....        | 25 - 35 .....  | 28 - 38           |
| 21.1°C. ....             | 11 - 21 .....  | 13 - 23           |
| 26.7°C. ....             | 3 - 13 .....   | 5 - 15            |
| 33.3°C. ....             | 0 .....        | 0 - 6             |
| 37.8°C. ....             | 0 .....        | 0                 |

**A.G.L. Acidos Grasos Libres.**

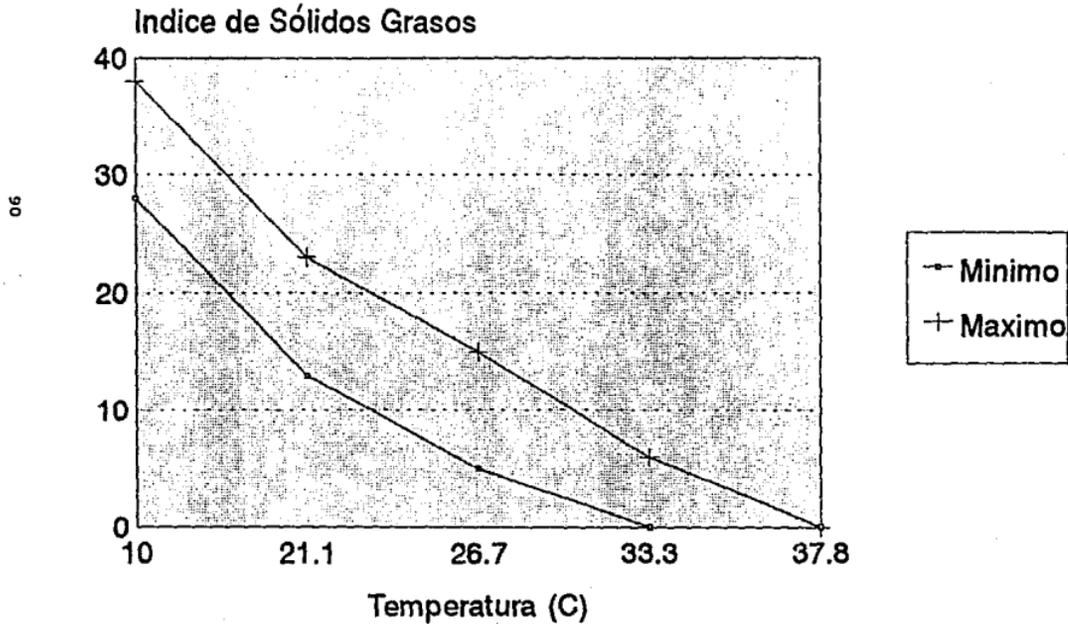
# INTERVALOS

FIG.9 DILATOMETRIA GRASA LACTEA



# INTERVALOS

FIG.10 DILATOM. GRASA VEG. (SOYA)



## **6. ALTERNATIVAS DE MATERIAS GRASAS**

## 6.0 ALTERNATIVAS DE MATERIAS GRASAS

### 6.1 MANTEQUILLAS

La grasa butírica (BUTTER OIL de importación) se plantea en este trabajo como una alternativa de materia grasa para la elaboración de mantequillas, esto por las limitaciones que se tienen en el uso del Butter Oil. Para efectos de diferenciar a la grasa láctea de la grasa butírica de importación, en este capítulo al producto de importación se le llamara BUTTER OIL para evitar confusión acerca de que producto se está hablando.

El Butter Oil se definirá en este trabajo como la grasa butírica derivada de la leche de vaca, y que se encuentra disponible en Mexico como producto de importación. Y las restricciones que se mencionan en el uso de esta grasa son unicamente desde punto de vista legal, ya que su uso ilimitado desmotiva la producción Nacional de esta grasa.

El butter oil actualmente se importa de países como Nueva Zelanda, Dinamarca, Estados Unidos, Francia, Canada, Gran Bretaña e Irlanda principalmente, y se utiliza basicamente para la elaboración de algunos derivados lácteos. La leche que se vende en el mercado como pasteurizada o ultrapasteurizada no debe de contener butter oil ni tampoco leche descremada en polvo, a menos que se indique que está reconstituida. El butter oil ha sido tema de controversia en relación a su uso autorizado en los derivados lácteos, ya que por una parte no se permite su uso al 100% para la fabricación de derivados, por otra parte, al haber un déficit tan alto de leche en el país, se tienden a utilizar productos de importación, esto aunado al descontrol y manejo

deshonesto que se tiene en las dependencias de gobierno con respecto a la autorización de este producto, lo hacen una materia grasa ampliamente utilizada. El butter oil es un producto que plantea varias ventajas, siendo las principales: su presentación, tiempo de caducidad, costo de la grasa y sus propiedades funcionales. La falta de materia grasa derivada de la leche en el país, hacen que este producto se encuentre tanto en el mercado legal como en el mercado negro.

#### 6.1.1 COMPOSICION DE LA GRASA BUTIRICA (BUTTER OIL)

La composición que se menciona a continuación corresponde a una grasa butírica de importación denominada en el mercado como Butter Oil o Milk Fat Anhidra.

En el cuadro No. 21 se muestra el perfil de ácidos grasos de una grasa butírica importada y tiene sus valores cercanos a los que se muestran en el cuadro No. 14, hay que hacer notar que los valores del cuadro No. 14 son promedios, ya que existe un intervalo de variación en los ácidos grasos, dependiendo de la época de producción de leche y de la alimentación del ganado.

Cuadro No.21 COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS EN EL BUTTER OIL

| No. DE CARBONOS | NOMBRE COMUN | (%)   |
|-----------------|--------------|-------|
| C 4             | Butírico     | 2.7   |
| C 6             | Caproico     | 2.0   |
| C 8             | Caprílico    | 1.17  |
| C 10            | Cáprico      | 2.63  |
| C 12            | Láurico      | 3.5   |
| C 14            | Mirístico    | 9.82  |
| C 14:1          | Miristoleico | 2.06  |
| C 16            | Palmitico    | 26.7  |
| C 16:1          | Palmitoleico | 3.26  |
| C 18            | Estearico    | 9.79  |
| C 18:1          | Oleico       | 23.79 |
| C 18:2          | Linoleico    | 3.27  |

Cortesía: Prolesa.

Los ácidos grasos que se utilizan como patrón de comparación para detectar la presencia de grasa vegetal en una grasa butírica son: Láurico, Oleico y Linoleico. Si se compara el porcentaje de éstos 3 ácidos grasos con los obtenidos en el cuadro No. 14 se podrá observar que la diferencia no es significativa.

Comunmente el primer ácido graso que aparece en un perfil de composición obtenido de un análisis por cromatografía puede variar significativamente, por lo que normalmente no se toma como valor real.

Por otra parte en la mayoría de las composiciones que se reportan de grasa, estas se ajustan a un 100% y los ácidos que se encuentran en una proporción muy baja se le suma al principal inmediato.

#### 6.1.2 ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS

En el cuadro No. 22 se muestran los resultados de los análisis físicos y químicos del Butter Oil como son: Punto de Fusión, Dilatometría, Índice de Yodo, Índice de Peróxidos y Porcentaje de Acidos Grasos Libres, y la Fig. 11 muestra la curva dilatométrica tanto de la grasa láctea, como del Butter Oil. En esta gráfica se puede observar que todos los valores del Butter Oil estan por abajo de los valores de la grasa Láctea, ya que el Butter es un producto que se encuentra casi puro.

Cuadro No.22 CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DEL BUTTER OIL UTILIZADO EN EL ESTUDIO

| ANALISIS             | RESULTADO |
|----------------------|-----------|
| Punto de fusión      | 27°C      |
| Dilatometría a 10 °C | 28.0 ISG  |
| 21.1°C               | 10.5 ISG  |
| 26.7°C               | 0.9 ISG   |
| 33.3°C               | 0.0 ISG   |
| 37.8°C               | 0.0 ISG   |

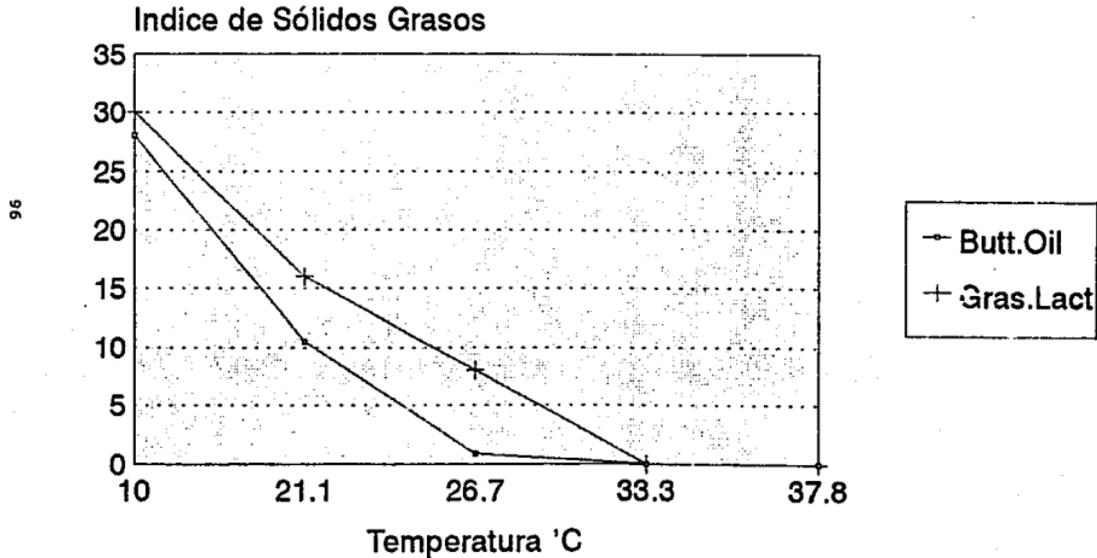
(continúa)

(continuación)

| ANALISIS             | RESULTADO           |
|----------------------|---------------------|
| Indice de yodo       | 35 mg. $I_2$ /100g. |
| Indice de peróxidos  | 0.9 meq. $O_2$ /kg. |
| Acidos grasos libres | 0.03 % Oleico.      |

# DILATOMETRIA

FIG.11 BUTTER OIL DE IMPORTACION



Punto de Fusión 27°C  
Experimental

### 6.1.3 RECONSTITUCION DE LA CREMA

Para reconstituir una crema comercial se utiliza Butter Oil y Leche Descremada en Polvo, (LDP) con una composición igual a la que se muestra en el cuadro No.4, pero como se menciona en la descripción del diagrama de flujo para elaborar mantequilla, se parte en el tanque de estandarización de una crema al 40% de grasa.

La leche descremada en polvo que también es un producto de importación, proporciona los sólidos no grasos de la crema, en los cuales están contenidas las proteínas, algunas vitaminas carbohidratos y minerales.

En el cuadro No. 23 se muestran los porcentajes a los que se debe reconstituir la crema, hay que tomar en cuenta que cuando se reconstituye la crema de esta manera no se obtiene una textura idéntica a la de una crema pura, ya que en las cremas puras se presenta la grasa en forma globular, y en la crema reconstituída, se presenta la grasa en fase continua.

Cuadro No.23 MEZCLA PARA RECONSTITUIR CREMA

| INGREDIENTE | PROPORCION EN % |
|-------------|-----------------|
| Butter oil  | 40              |
| LDP         | 3               |
| Agua        | 57              |

La mezcla de los tres componentes se hace en caliente, entre 10 y 15°C arriba del punto de fusión del butter oil. Como se rehidrata leche en polvo y se utiliza butter oil, la crema no presenta el problema de una acidez alta por lo que el uso de neutralizantes se elimina, además el porcentaje de grasa y sólidos no grasos se controlaron en la preparación y por lo tanto la crema no se cataloga puesto que se está preparando de acuerdo a las necesidades.

En la literatura se recomienda la homogeneización de la mezcla, a baja presión, o la utilización de un emulsificante a bajas concentraciones, en este caso no se utilizó ninguno de los dos recursos anteriores, para acelerar la formación de mantequilla.

La mantequilla se preparó siguiendo el mismo procedimiento mencionado en el primer capítulo, y solamente se sustituyó la crema por el Butter Oil y la LDP obteniéndose los siguientes resultados.

#### 6.1.4 ANALISIS DILATOMETRICO

En el cuadro No.24 se muestra el análisis dilatométrico de una mantequilla elaborada con grasa butírica de importación y leche descremada en polvo también de importación, junto con la curva dilatométrica de mantequilla obtenida a partir de crema.

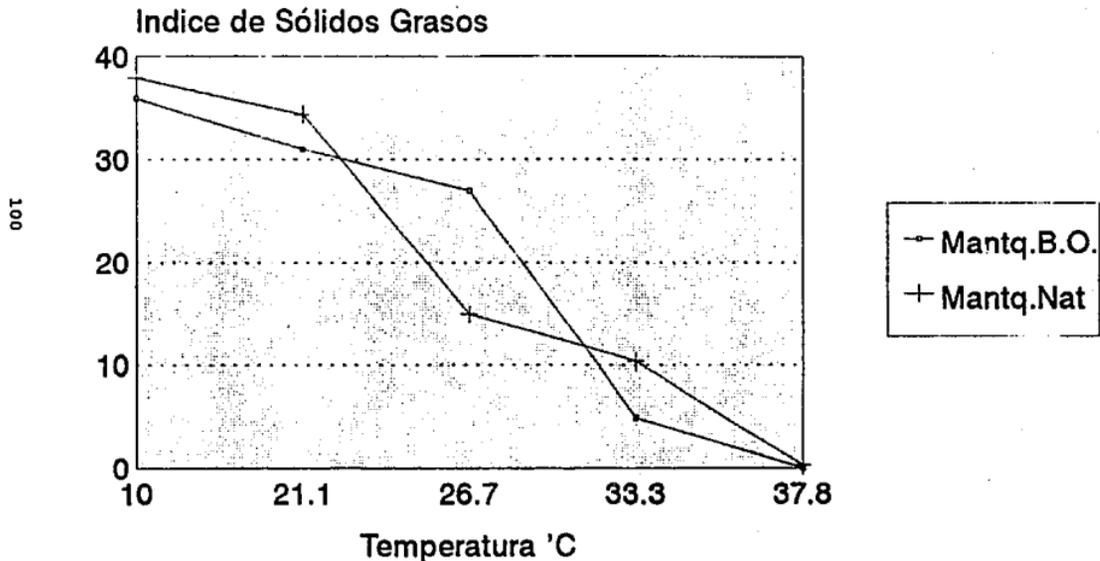
Cuadro No. 24 ANALISIS DILATOMETRICO DE LA MANTEQUILLA  
ELABORADA CON BUTTER OIL EN ESTUDIO

|                   |    |      |      |      |      |
|-------------------|----|------|------|------|------|
| T <sup>o</sup> C. | 10 | 21.1 | 26.7 | 33.3 | 37.8 |
| I.S.G.            | 36 | 31   | 27   | 5    | 0    |

I.S.G. Indice de sólidos grasos.

# DILATOMETRIA

FIG.12 MANTEQ. CON BUTTER OIL



Punto de Fusión 36°C  
Experimental

El análisis dilatométrico de la mantequilla elaborada con Butter Oil y LDP, tiene un comportamiento similar a la elaborada con crema pura, y la inclinación que muestra la curva en los intervalos de temperatura : 10 a 21.1 °C. y 33.3 a 37.8 °C. es casi igual en los dos casos, por lo que desde el punto de vista de sólidos grasos el butter oil no presenta problemas para utilizarse al 100% en la elaboración de mantequilla. Sin embargo se puede observar que a 26.8 existe una diferencia significativa entre los sólidos grasos de la mantequilla natural y los del producto obtenido con butter oil. Esta diferencia se dió en una temperatura a la que normalmente el producto no esta expuesto, y se considera que no es crítico ya que, unicamente es el paso del intervalo de temperaturas de almacenamiento a la temperatura de fusión.

El punto de fusión promedio de la mantequilla es de 36°C, este está dentro de los límites permitidos si se toma en cuenta que la temperatura corporal es de 37.5°C en promedio y que en la especificación del cuadro no.2 se marca un intervalo de 30-38°C, arriba de este intervalo se empiezan a detectar sensaciones a sebo en la mantequilla, y abajo de este el manejo es difícil aparte de que se funde la superficie del producto con mayor facilidad.

La curva de Dilatometría no presenta en ninguna zona pendientes muy pronunciadas, esto es deseable, ya que una pendiente casi vertical indica un cambio en la textura del producto con un ligero cambio de temperatura.

En el mercado existe una gran variedad de grasas butíricas de importación, con propiedades diferentes y su comportamiento en los productos en que se aplica es variable. En cuanto a la curva

dilatométrica también presenta un comportamiento variable, por lo que la caracterización que se hizo se toma como patrón de referencia para ajustar la curva final.

Lo anterior es importante, ya que existen grasas butíricas de importación que son utilizadas para la fabricación de aderezos o mantequillas untables y tienen un punto de fusión de 18 a 20 °C.

Uno de los puntos importantes que siempre hay que visualizar cuando se analiza una curva dilatométrica es la temperatura de fusión, ya que existen grasas que tiene un comportamiento en cuanto a la pendiente similar a la de una mantequilla pero en la última sección de la curva, cuando llega a la temperatura de fusión la curva se recorre hacia la derecha y el producto que se elabora con esta grasa va a tener una sensación arenosa, este puede ser el caso de la manteca de cerdo, que durante el intervalo de temperaturas de almacenamiento se comporta como un producto suave, pero al llegar a la fusión se desplaza 6 grados arriba de la fusión de las mantequillas.

El manejo que tiene la mantequilla en la etapa de comercialización hace cada vez más necesario un control estricto en cuanto a los análisis dilatométricos, ya que la presentación común que tienen en el mercado es en envolturas de papel o en cajas de cartón, lo que deja al producto con poca protección contra el manejo rudo que se le da.

La temperatura de refrigeración de la mantequilla se recomienda sea entre 6-8 °C ya que este producto por ser derivado de la leche está propenso a una fácil contaminación microbiana, por otra parte

las temperaturas bajas ayudan a mantener la consistencia del producto. En caso de presentarse fusión de grasa en la superficie de la mantequilla, es recomendable que para posteriores formulaciones se emplee una cantidad baja de emulsificante que permita evitar este deterioro.

Las mantequillas son productos normalmente formulados con saborizantes, colorantes, emulsificantes y algunas sales, en este caso se elaboró un producto para conocer el comportamiento de la grasa, por lo tanto el resultado en cuanto a olor, color y sabor no se tomaron en cuenta como patrones de comparación, ya que aún cuando son parámetros muy importantes, para los fines de este trabajo no se consideraron.

## 6.2 MARGARINAS

La literatura marca una variedad de grasas vegetales hidrogenadas usadas en la manufactura de margarinas, pero estas grasas solas no podrían ser usadas en la elaboración de este producto, por ejemplo el aceite de palma como grasa natural, tiene un punto de fusión de  $39.4^{\circ}\text{C}$  el cual rebasa el obtenido en la caracterización del aceite de soya, la manteca de coco natural tiene un punto de fusión de  $29.5^{\circ}\text{C}$ , pero tiene el inconveniente que a  $10^{\circ}\text{C}$  presenta un índice de sólidos grasos (ISG) muy alto, rebasando el que presenta la margarina a las mismas condiciones, por lo tanto tampoco se podría utilizar como grasa única en la elaboración de margarinas. Las dos grasas anteriores pueden ser hidrogenadas aumentando sus puntos de fusión y el ISG, por lo que tampoco con esta modificación es factible sus uso.

En este capítulo se presentan los análisis de algunas grasa vegetales y animales que presentan algunos problemas en la elaboración de margarinas, y se propondrán formas para utilizarlas solas o mezcladas. En la industria de las grasas las mezclas que se elaboran no se dan a conocer, y en la mayoría de los casos ni los fabricantes de margarinas lo saben, por lo que el estudio y las alternativas que se proponen en este estudio, servirán solamente como base para la utilización de cualquier grasa animal o vegetal comestible.

### 6.2.1 COMPOSICION

Comparando la composición de ácidos grasos de diferentes grasas con respecto a la de soya, se podría predecir cuales grasas o aceites podrían utilizarse en la manufactura de margarinas, el estudio de la totalidad de grasas vegetales y animales comestibles, sería un trabajo muy extenso, por lo que este capítulo se concreta a las grasas que por sus características sirven de base para la mezcla de las grasas no convencionales.

En el cuadro No.25 se muestra el perfil de ácidos grasos de: Coco, Palma, Algodón, Cacahuete, Manteca de Cerdo, Soya, Maíz, Sorgo, Oliva y Pescado. Son las grasas y aceites más comunmente usadas en la industria.

Cuadro No.25 PERFIL DE ACIDOS GRASOS EN GRASAS Y ACEITES MAS COMUNES EN LA INDUSTRIA.

| No.CARBONOS | NOMBRE COMUN | COCO % | PALMA % | ALGODON % | CACAHUATE % | MANTECA DE CERDO % | SOYA % | MAIZ % | SORGO % | OLIVA % | PESCADO % |
|-------------|--------------|--------|---------|-----------|-------------|--------------------|--------|--------|---------|---------|-----------|
| C 6:0       | Caproico     | 0.5    | -       | -         | -           | -                  | -      | -      | -       | -       | -         |
| C 8:0       | Caprílico    | 7.8    | -       | -         | -           | -                  | -      | -      | -       | -       | -         |
| C 10:0      | Cáprico      | 6.7    | -       | -         | -           | -                  | -      | -      | -       | -       | -         |
| C 12:0      | Láurico      | 47.5   | 0.2     | -         | -           | -                  | -      | -      | -       | -       | -         |
| C 14:0      | Mirístico    | 18.1   | 1.1     | 0.9       | 0.1         | 3.0                | -      | -      | -       | -       | -         |
| C 16:0      | Palmitico    | 8.8    | 44.0    | 23.5      | 11.0        | 24.0               | -      | -      | -       | -       | 6.0       |
| C 18:0      | Estearico    | 2.6    | 4.5     | 2.5       | 3.0         | 18.0               | 11.0   | 11.5   | 12.0    | 14.0    | 10.0      |
| C 16:1      | Palmitoleico | -      | 0.1     | -         | -           | -                  | 4.0    | 2.2    | 1.0     | 2.5     | 2.0       |
| C 18:1      | Oleico       | 6.2    | 39.2    | 18.0      | 46.0        | 42.0               | -      | -      | -       | -       | 13.0      |
| C 18:2      | Linoleico    | 1.6    | 10.1    | 54.0      | 31.0        | 9.0                | 25.0   | 26.6   | 31.0    | 68.0    | 24.0      |
| C 18:3      | Linolénico   | -      | 0.4     | 0.3       | 1.0         | -                  | 51.0   | 58.7   | 53.0    | 13.0    | -         |
| C 20:4      | Araquidónico | 0.2    | -       | 0.3       | 1.5         | 4.0                | 9.0    | 0.8    | 2.0     | 0.7     | -         |
| C n         | Otros        | -      | 0.4     | 0.5       | 6.4         | -                  | -      | 0.2    | 0.1     | 0.4     | 26.0      |
|             |              |        |         |           |             |                    |        |        | 0.9     | 1.4     | 19.0      |

Porcentajes ajustados al 100%

Fuente: W. G. Fadolina et al. Chemical and Physical Proprieties of Coconut Oil.

The Phil. Journal of Coconut Studies, Vol. 12, No. 2, December 1987.

Referencias 1 y 16

En el cuadro anterior se muestra la composición de ácidos grasos de algunas grasas y aceites, a partir de este cuadro se puede tener una idea del comportamiento que impartirían al utilizarse en la elaboración de margarina.

Los aceites vegetales en general, son compuestos en los que predominan los ácidos grasos insaturados, y tienen un punto de fusión cercano a cero grados, son productos que se prestan para hidrogenarse, de acuerdo a las necesidades, así se tiene que los aceites de Algodón, Cacahuete, Maíz, Oliva, Sorgo y Soya, tienen un alto contenido de ácidos grasos insaturados, los cuales después del proceso de modificación se utilizan en la elaboración de margarinas.

La base de esta afirmación aparte de ser el análisis de la composición es la experiencia práctica, ya que estos aceites se utilizan en las margarinas.

Por otra parte se tienen grasas como la de Cerdo, Coco, Palma y Pescado, que convencionalmente no se utilizan en la manufactura de margarinas de mesa por los siguientes problemas:

1. La manteca de cerdo natural tiene un punto de fusión arriba de  $40^{\circ}\text{C}$  por lo que rebasa la fusión de la grasa de soya caracterizada, y de la margarina como producto terminado. Pero tiene la cualidad que se puede utilizar para ajustar grasas como la de Coco y Palma que son grasas muy duras a temperaturas bajas.

2. La grasa de Coco a  $10^{\circ}\text{C}$  presenta un índice de sólidos grasos de casi el doble de lo que requiere una margarina, por lo tanto es esta grasa tendrá la función de endurecer las grasas o mezcla de grasas que a temperaturas bajas presentas una suavidad excesiva que no permita el manejo de la margarina.

3. El punto de fusión del aceite de Palma rebasa los  $38^{\circ}\text{C}$  máximo de una grasa que se va a utilizar en la elaboración de margarina de mesa pero presenta un comportamiento parecido al de la grasa de soya, por lo tanto teóricamente es una grasa que solamente requiere que se le ajuste el I.S.G, abajo de los valores que reporta y bajar el punto de fusión de la misma, para que su comportamiento se ajuste al de la grasa de soya.

4. El aceite de pescado se presta para modificarse de acuerdo a las necesidades, pero tiene el inconveniente que los aromas que desprende son muy fuertes. Este aceite se seleccionó para tener en las propuestas de mezcla un producto que no esté presente en estado sólido en los intervalos de temperatura en los que se analizan las grasas.

#### 6.2.2 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Las propiedades físicas que influyen directamente en la consistencia de las margarinas son: Punto de fusión y Análisis dilatométrico, y en lo que respecta al deterioro de las grasas, el Índice de peróxidos se usará como referencia para conocer el grado de deterioro de las grasas.

En el cuadro No. 26 se muestran las propiedades como: Punto de fusión, Dilatometría e Índice de Peróxidos de la Grasa de Cerdo, Coco, Palma y Pescado.

Cuadro No. 26 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE GRASAS NO CONVENCIONALES PARA LA ELABORACION DE MARGARINA DE MESA

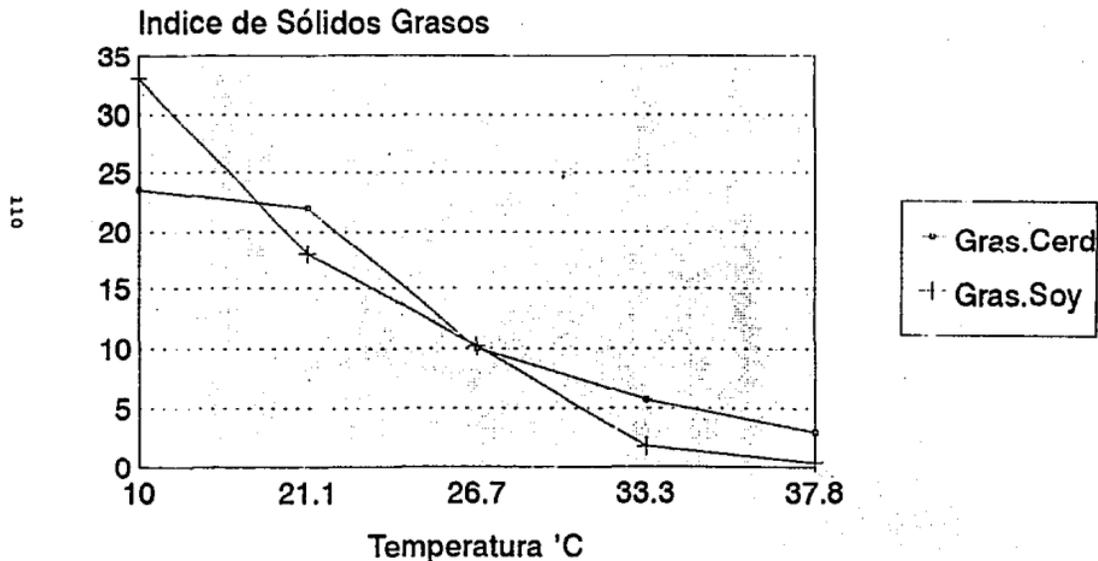
| PROPIEDADES                      | CERDO | COCO | PALMA | PESCADO |
|----------------------------------|-------|------|-------|---------|
| Punto de fusión( <sup>o</sup> C) | 45.0  | 25.5 | 40.0  | <0      |
| Dilatometría                     |       |      |       |         |
| I.S.G. a 10 <sup>o</sup> C       | 23.5  | 54.0 | 36.0  | -       |
| 21.1 <sup>o</sup> C              | 22.0  | 30.4 | 14.2  | -       |
| 26.7 <sup>o</sup> C              | 10.0  | 0.0  | 12.0  | -       |
| 33.3 <sup>o</sup> C              | 5.7   | 0.0  | 7.4   | -       |
| 37.8 <sup>o</sup> C              | 3.0   | 0.0  | 5.0   | -       |
| I. de peróxidos.                 | 0.6   | 0.9  | 0.4   | 1.0     |

Experimental

Para analizar estas grasas se tomaron muestras puras de cada una de ellas, en el caso del coco y la palma estas fueron parcialmente hidrogenadas hasta el nivel del punto de fusión que marca el análisis experimental, posteriormente se graficaron estos datos para determinar las limitantes que tenían cada una de estas gráficas, y así poder determinar que mezcla podía funcionar para la elaboración de margarina.

# DILATOMETRIA

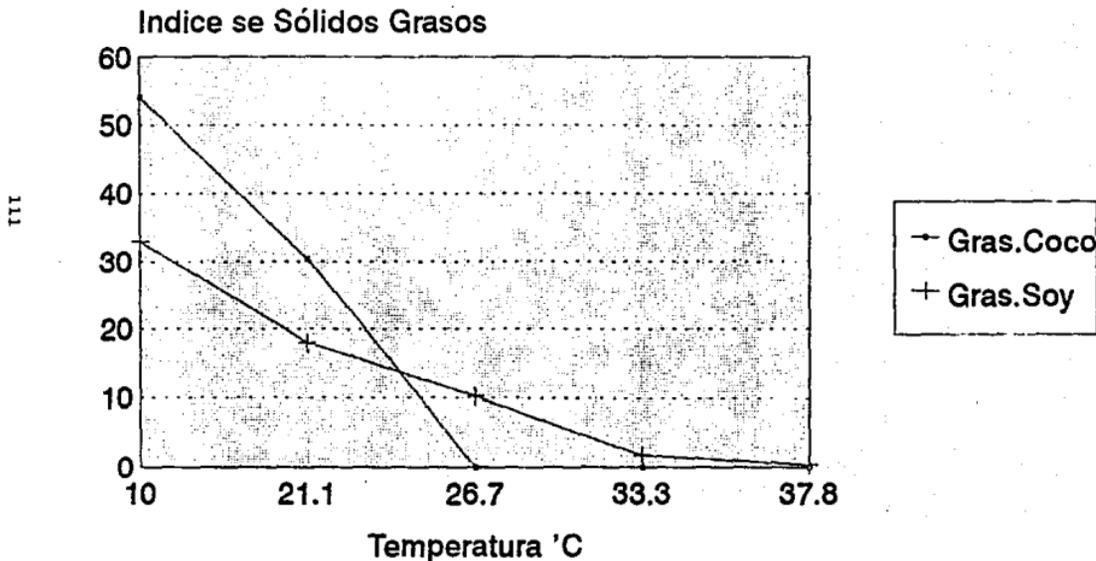
## FIG.13 GRASA DE CERDO



Punto de Fusión 45°C  
Experimental

# DILATOMETRIA

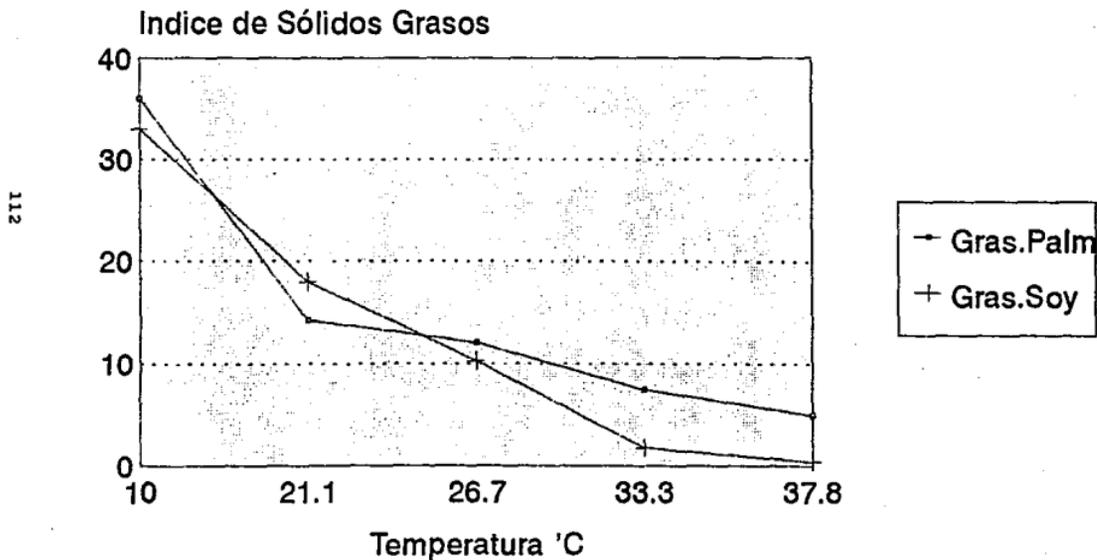
## FIG.14 GRASA DE COCO



Punto de Fusión 25.5'C  
Experimental

# DILATOMETRIA

## FIG.15 GRASA DE PALMA



Punto de Fusión 40'C  
Experimental

En las Figuras 13, 14 y 15 se muestran los resultados de las curvas dilatométricas de las grasas estudiadas, y que a continuación se describen.

GRASA DE CERDO. Fig.13. No puede utilizarse sola esta grasa en la elaboración de margarina, ya que aún presentando una mayor inclinación que las otras grasas, tiene el inconveniente de fundir a  $45^{\circ}\text{C}$ . El que una curva dilatométrica presente una pendiente menos pronunciada, significa que el cambio de temperatura, no va a afectar considerablemente la consistencia de las grasas, otra característica de la grasa de Cerdo, es que a temperaturas de refrigeración ( $6-8^{\circ}\text{C}$ ) se tiene una grasa con un ISG bajo y por lo tanto un producto suave.

GRASA DE COCO. Fig 14. El punto de fusión de la grasa de coco permite tener un producto líquido a  $30^{\circ}\text{C}$ , por lo que se podría pensar que con una hidrogenación parcial se podría llegar al intervalo de  $36-38^{\circ}\text{C}$  deseable en una grasa que va a ser utilizada en la elaboración de margarina de mesa, pero al hidrogenar la grasa también se aumenta el ISG a una misma temperatura, entonces a  $10^{\circ}\text{C}$  se tendría un ISG arriba de 60 el cual es casi el doble del caracterizado en la grasa de soya.

La pendiente que muestra la dilatometría de la grasa de coco está muy pronunciada con respecto a la grasa de soya, como ya se mencionó que para una margarina, la inclinación de la curva es importante para obtener un producto suave, se descarta la grasa de coco para utilizarse sola en la elaboración de margarina, pero no se descarta su utilización en mezcla con otras grasas.

GRASA DE PALMA. Fig. 15. Esta grasa tiene un comportamiento parecido a la de la soya hidrogenada, solamente que el punto de fusión es de  $40^{\circ}\text{C}$  que es dos grados arriba del límite máximo que marca la grasa de soya caracterizada. Si se compara la inclinación de esta curva con la de la grasa de soya se puede observar una pendiente parecida en las zonas de  $10$  a  $21.1^{\circ}\text{C}$ .,  $26.7$  a  $33.3^{\circ}\text{C}$ . y en la de  $33.3$  a  $37.8^{\circ}\text{C}$ ., aunque la curva de la grasa de palma se encuentra arriba de la de soya, en la última zona. Por esta razón es difícil que esta grasa pueda utilizarse sola, ya que las margarinas aparte de grasa contiene emulsificantes, por lo que siempre se busca que las curvas dilatométricas de una grasa que va a ser utilizada en la elaboración de margarinas, tenga la mayoría de sus puntos abajo de la curva dilatométrica de la propia margarina.

ACEITE DE PESCADO. El perfil dilatométrico del aceite de pescado no fue realizado ya que como producto natural se encuentra en estado líquido en el intervalo de temperaturas en el que se analizaron las otras grasas. Los aceites como ya se mencionó pueden hidrogenarse y dar las características deseables, pero en el caso del aceite de pescado se propondrá en mezcla con las anteriores grasas para modificar el comportamiento.

Las tres grasas ilustradas no pueden utilizarse solas para la elaboración de margarina por el comportamiento que presentan, y por las razones que se mencionan a continuación.

1) El intervalo de temperatura de fusión para aceptar una grasa como alternativa para elaborar margarina debe ser de  $36$  a  $38^{\circ}\text{C}$ .

2) La pendiente de las rectas que se forman en todos los intervalos de temperatura no deben ser muy pronunciadas, deben de mantener valores cercanos a los de la soya.

3) El índice de sólidos grasos a 10<sup>o</sup>C. debera estar en el intervalo de 30 a 40.

### 6.2.3 MEZCLAS DE GRASAS

Para proponer las mezclas de grasas se tomo como base la caracterización de la grasa de soya hidrogenada presentada en el Cuadro No.19.

Para la propuesta A se considero que si los valores de sólidos grasos de la grasa de palma están por arriba de los valores de la grasa de soya tomada como base, entonces adicionando un porcentaje bajo de aceite bajarían los valores de I.S.G. y del Punto de Fusión y se mantendría la pendiente que es muy parecida a la de soya.

A : Grasa de palma-Aceite de pescado

90% Palma

10% Pescado

Para la propuesta B se consideró que la grasa de palma tiene una textura mas dura, ya que a las mismas temperaturas que la de soya presenta un I.S.G. más alto, por lo que se adicionó grasa de

cerdo para suavizar la de palma y aceite de pescado para bajar el punto de fusión de las dos anteriores.

B : Grasa de palma-Grasa de cerdo-Aceite de pescado

70% Palma

25% Cerdo

5% Pescado

Para la propuesta C se consideró que la grasa de coco tiene un punto de fusión muy por abajo del requerido, pero es excesivamente dura a bajas temperaturas por lo que mezclándola con la palma se aumentaría el punto de fusión y bajaría la rigidez.

C : Grasa de palma-Grasa de coco

50% Coco

50% palma

La propuesta D se basó en que la grasa de cerdo tiene una textura muy suave pero funde arriba del punto de fusión requerido, por lo que se adicionó aceite de pescado para bajar la temperatura de fusión.

D : Grasa de cerdo-Aceite de pescado

85% Cerdo

15% Pescado

En la propuesta E se pretendió aumentar la temperatura de fusión de la grasa de coco con la de cerdo, y a la vez disminuir la rigidez de la grasa de coco a bajas temperaturas, y unicamente ajustar la fusión con el aceite de pescado.

E : Grasa de coco-Grasa de cerdo-Aceite de pescado  
45% Coco  
45% Cerdo  
10% Pescado

En la propuesta F se pretendió bajar la fusión de la grasa de cerdo y aumentar su rigidez unicamente con la grasa de coco.

F : Grasa de cerdo-Grasa de coco  
60% Cerdo  
40% Coco

La elaboración de un producto como la margarina con cada una de las mezclas propuestas, implicaría un costo alto con riesgo de perder el producto, por lo tanto se analizaron unicamente las dilatométrías para las mezclas. Los análisis como Acidos grasos libres e Índice de peróxidos, que son indicadores de deterioro no se realizan, ya que son parámetros que se pueden prevenir antes de la elaboración de las mezclas.

#### 6.2.4 ANALISIS DILATOMETRICO

En el cuadro No.27 se muestran los resultados del análisis dilatométrico y punto de fusión de las mezclas de grasas propuestas.

Cuadro No.27 ANALISIS DILATOMETRICO DE LAS MEZCLAS DE GRASAS.

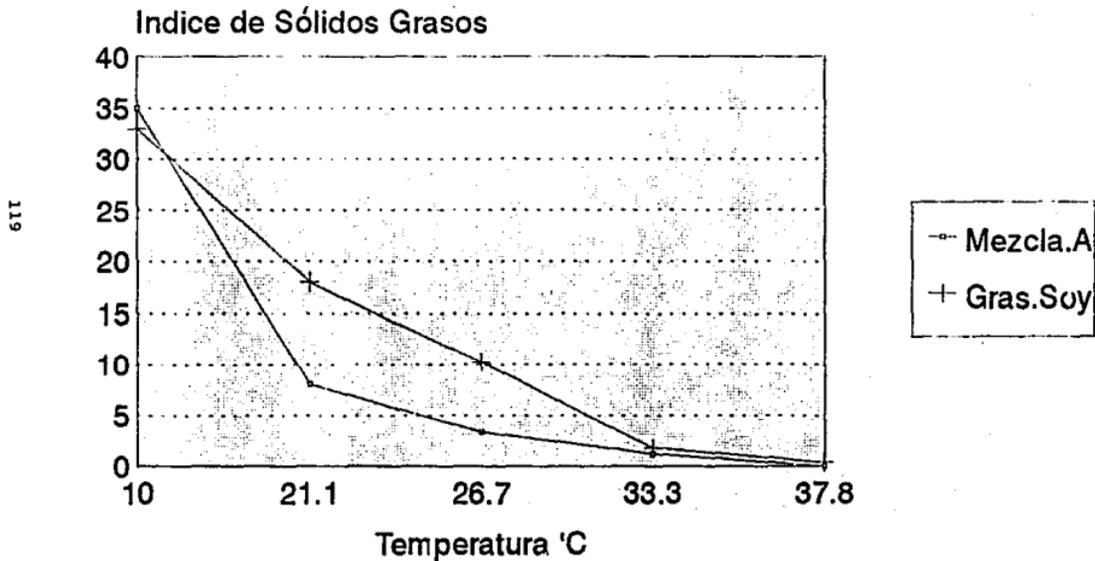
| PROPIEDADES         | A    | B    | C    | D    | E    | F    |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|
| Punto de fusión(°C) | 38.0 | 38.5 | 31.0 | 41.0 | 37.0 | 36.0 |
| Dilatometría        |      |      |      |      |      |      |
| I.S.G. a 10 °C      | 35.0 | 32.0 | 43.8 | 18.5 | 34.0 | 38.0 |
| 21.1 °C             | 8.0  | 17.5 | 24.0 | 15.9 | 19.5 | 26.2 |
| 26.7 °C             | 3.4  | 13.0 | 4.3  | 6.0  | 5.0  | 8.0  |
| 33.3 °C             | 1.2  | 7.6  | 0.0  | 4.5  | 1.0  | 2.0  |
| 37.8 °C             | 0.0  | 1.0  | 0.0  | 1.7  | 0.0  | 0.0  |

#### Experimental

A continuación se muestran las gráficas de las mezclas y la de soya, y se describen los comportamientos presentados por cada una de estas mezclas.

# DILATOMETRIA

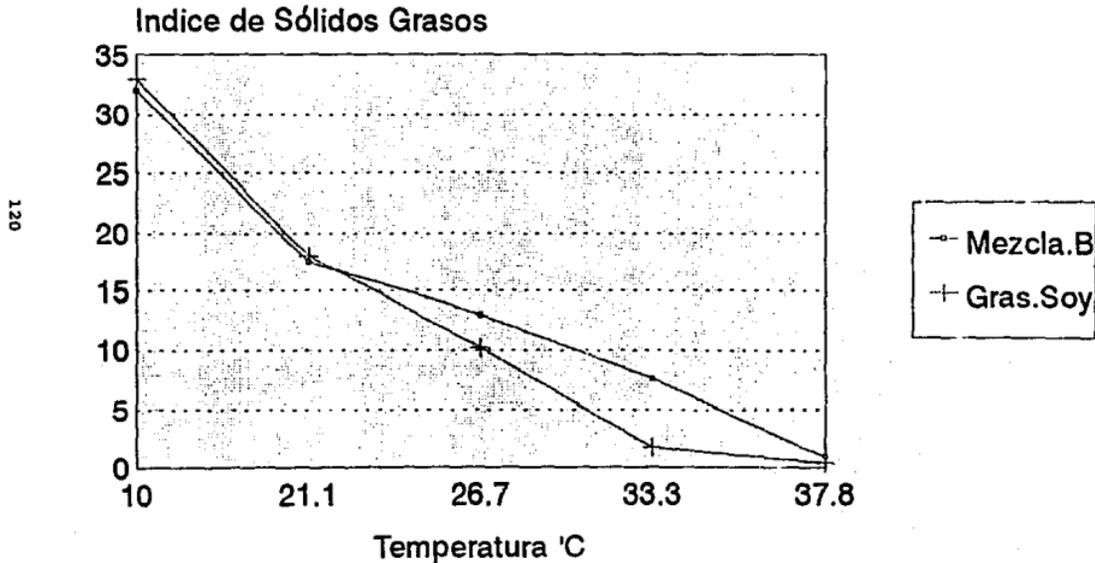
## FIG.16 MEZCLA "A"



Punto de Fusión 38°C  
Experimental

# DILATOMETRIA

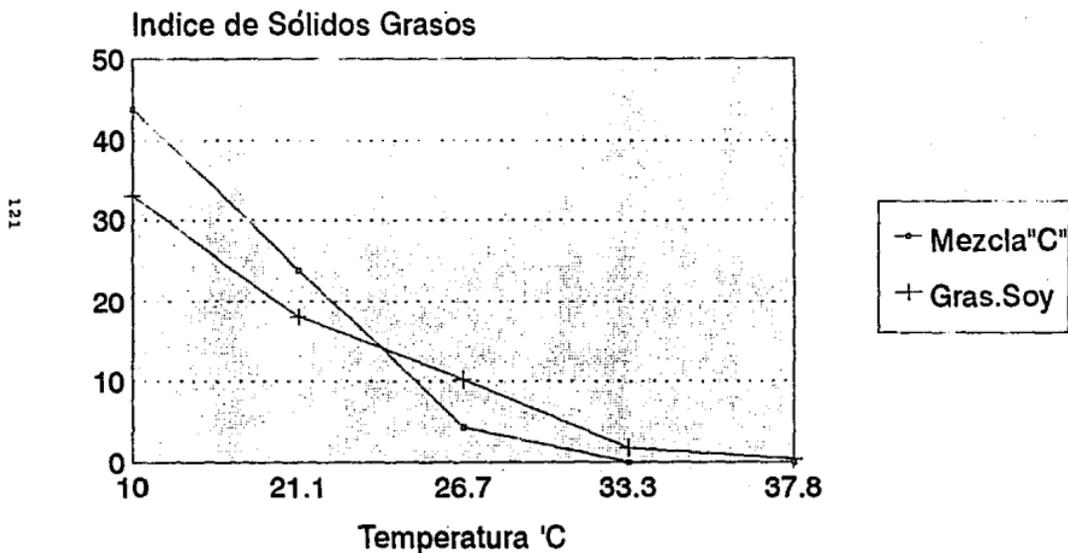
FIG.17 MEZCLA "B"



Punto de Fusión 38.5'C  
Experimental

# DILATOMETRIA

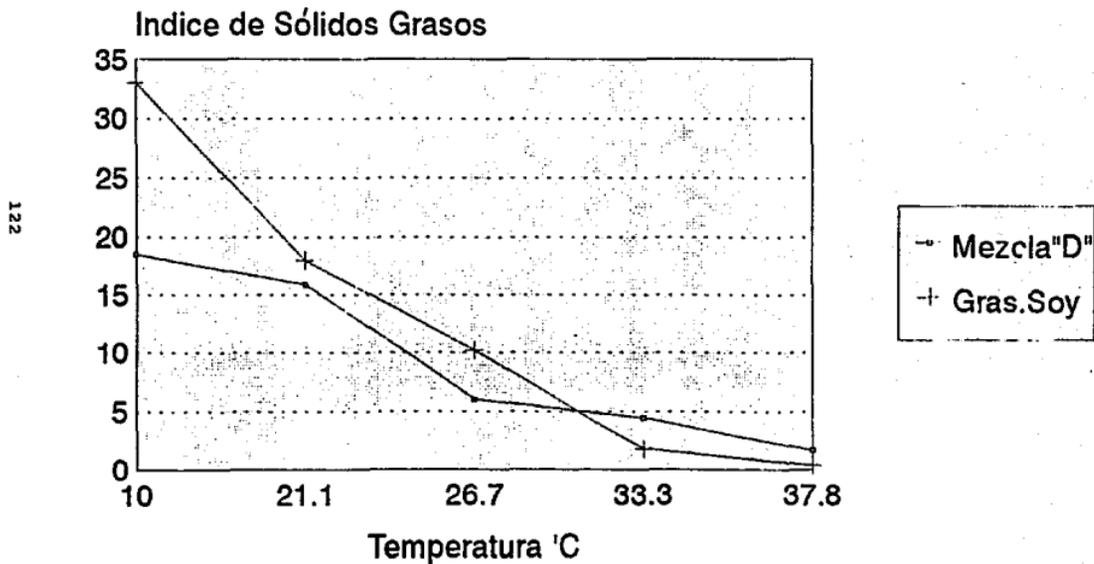
## FIG.18 MEZCLA "C"



Punto de Fusión 31.0°C  
Experimental

# DILATOMETRIA

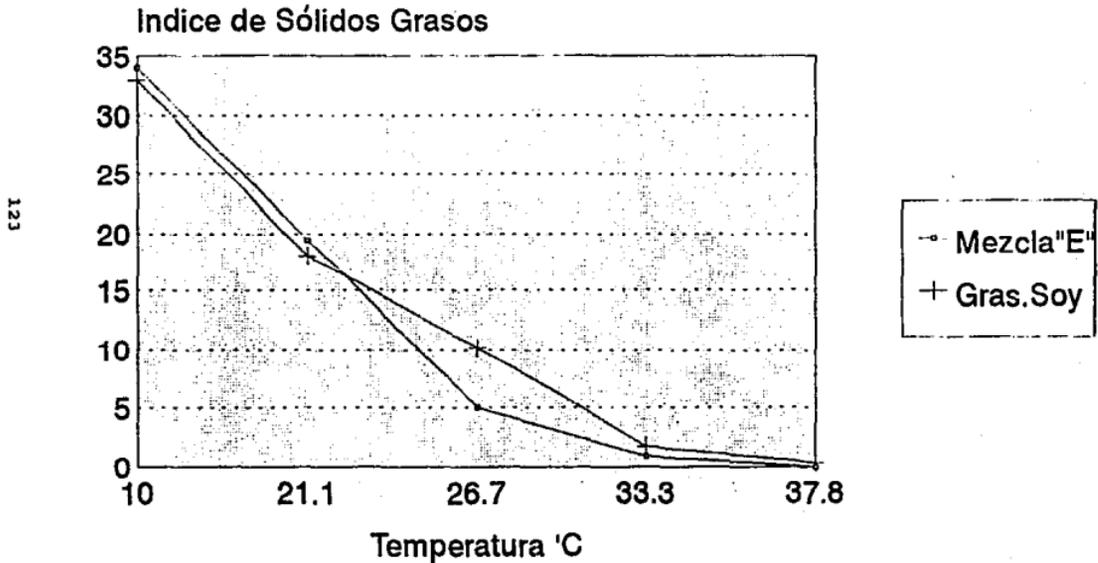
FIG.19 MEZCLA "D"



Punto de Fusión 41.0°C  
Experimental

# DILATOMETRIA

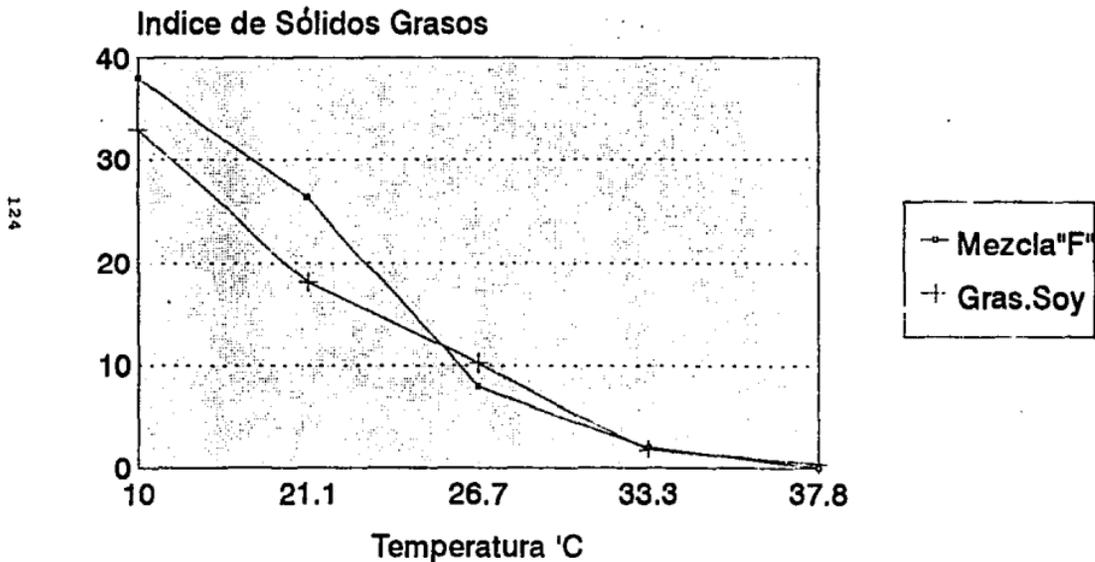
FIG.20 MEZCLA "E"



Punto de Fusión 37.0°C  
Experimental

# DILATOMETRIA

## FIG.21 MEZCLA "F"



Punto de Fusión 36.0°C  
Experimental

MEZCLA A . La inclinación que presenta la curva en el intervalo comprendido entre  $10^{\circ}\text{C}$  a  $21.1^{\circ}\text{C}$ , hacen suponer que esta mezcla de grasas no se recomiendan para las margarinas, ya que un aumento de temperatura en este intervalo cambia la consistencia del producto, además la tendencia que tiene en este intervalo indica que de  $6-8^{\circ}\text{C}$  que es la temperatura de refrigeración, se tendrá un nivel de ISG arriba de 40 el cual estaría fuera del intervalo de aceptación, por otra parte a pesar de tener un punto de fusión de  $38^{\circ}\text{C}$ , en el intervalo comprendido entre  $21.1^{\circ}\text{C}$  a  $38^{\circ}\text{C}$ , el ISG tiene valores muy bajos comparados con los valores de ISG que se reportan en los intervalos de aceptación.

De los 4 valores de dilatometría que se reportan, 3 salen fuera de las curvas de máximos y mínimos que se establecieron en la caracterización, por todo esto no se podría predecir una buena consistencia en la margarina.

MEZCLA B . En el intervalo comprendido entre las temperaturas de  $10^{\circ}\text{C}$  a  $21.1^{\circ}\text{C}$ , la inclinación de esta curva es igual a la que presenta la grasa de soya y el ISG es ligeramente menor, pero de  $21.1^{\circ}\text{C}$  a  $37.8^{\circ}\text{C}$ , muestra valores más cercanos al límite máximo de ISG a todas las temperaturas, el punto de fusión esta en  $38.5^{\circ}\text{C}$ , aunque la fusión se lograra a menor temperatura es importante notar que a  $33.3^{\circ}\text{C}$ . existen sólidos grasos presentes en la mezcla de grasas.

Si se toma en cuenta que las margarinas como producto terminado no son bien refrigeradas, un mayor ISG cercano al punto de fusión de las grasas mantendría la margarina con mayor consistencia, además los valores de ISG que se reportan en esta mezcla se encuentran dentro

del intervalo de máximo y mínimo de ISG que se estableció para considerar una mezcla viable para su utilización, por lo tanto esta mezcla que muestra una inclinación parecida a la grasa de soya, se manifiesta como una alternativa viable para la elaboración de margarina de mesa.

MEZCLA C . El punto de fusión de esta mezcla es de  $31.0^{\circ}\text{C}$ , cinco grados abajo del intervalo de  $36-38^{\circ}\text{C}$ , por otra parte a  $10^{\circ}\text{C}$  el ISG es de 43.8 el cual está arriba de 38 que es el considerado como máximo, además si se observa la inclinación de la curva se puede suponer que a  $6-8^{\circ}\text{C}$  se va a tener un ISG mayor.

De los 4 valores de ISG que se reportan en esta mezcla, los 4 salen fuera de los límites máximos y mínimos de ISG, todo esto generaría una margarina demasiado dura en refrigeración, una posible fusión de la capa superficial en el proceso de comercialización y una fusión total de esta antes de consumirse.

MEZCLA D . La suavidad de una margarina depende de la pendiente de la curva dilatométrica y del valor de ISG a  $10^{\circ}\text{C}$ , esto es aplicable en margarinas siempre y cuando el ISG a  $10^{\circ}\text{C}$  no este abajo de 28, y el punto de fusión no exceda los  $38^{\circ}\text{C}$ , como se puede observar en esta curva, los valores de ISG de 10 a  $21.1^{\circ}\text{C}$ . estan muy por abajo con respecto a los valores de la grasa de soya, por lo que se obtiene una mezcla demasiado suave, el ISG a  $10^{\circ}\text{C}$ . esta en 18.5, abajo de 28 de ISG que se estableció como mínimo en una grasa para margarina. Aún cuando en las temperaturas de  $21.1$  a  $33.3^{\circ}\text{C}$ . los valores de ISG se encuentran dentro de los intervalos establecidos,

la curva inicia hacia la temperatura de fusión con un ISG muy bajo, por otra parte a 37.8°C. existe todavía la presencia de sólidos grasos, lo que indica que la mezcla no esta totalmente fundida.

Cuando una mezcla de grasas tiene un ISG bajo a temperaturas de refrigeración, normalmente se generan problemas de manejo en los productos como la margarina, ya que los problemas de deformación de las porciones se van incrementando a lo largo de las diferentes etapas de comercialización, pero por otra parte, esta mezcla de grasas se podría considerar para utilizarse en margarina untable, y en presentaciones de envases de rígidos, los cuales protegen la deformación de las porciones en las etapas de comercialización.

MEZCLA E . La mezcla E al igual que la B muestra una inclinación igual a la grasa de soya en el intervalo comprendido entre 10°C a 21.1°C, el único problema que aparentemente tendría es en las temperaturas cercanas al punto de fusión, ya que en el intervalo de temperaturas de 26.7 a 33.3°C. el ISG tiene valores cercanos a los valores mínimos deseables de la grasa caracterizada, pero aun cuando los valores de ISG cercanos a la temperatura de fusión estan más cerca de los valores mínimos de aceptación, los 4 valores de ISG que se reportan caen dentro del intervalo de la grasa caracterizada.

Esta mezcla también se podría considerar una alternativa viable por la tendencia que en general tiene la curva.

MEZCLA F . Esta mezcla tiene mayor dureza que la grasa de soya hasta 25°C, después de esta temperatura los valores de ISG son

menores, pero muy cercanos a los de la soya. Las temperaturas en donde se consideran más críticos los valores de ISG, es en refrigeración y cercanos al punto de fusión, por lo que a  $21.1^{\circ}\text{C}$ . un ISG ligeramente arriba del intervalo de la grasa caracterizada no sería un problema, si se toma en cuenta que aproximadamente a  $25^{\circ}\text{C}$  se cruzan en valores de ISG la mezcla F con la grasa de soya, y la curva entra nuevamente dentro de los límites máximos y mínimos establecidos.

En las dos secciones de la curva, antes y después de  $25^{\circ}\text{C}$  la inclinación es parecida a la grasa de soya, por lo que se podría considerar a la mezcla F como otra alternativa de materia grasa para la elaboración de margarina.

Haciendo un análisis general de todas las mezclas de grasas, se puede observar que las tres mezclas que resultaron viables para ser utilizadas en la elaboración de margarina de mesa son las que contienen grasa de cerdo, esto se debe a que por el comportamiento dilatométrico que presenta, es un producto con una textura suave ya que en refrigeración tiene un ISG abajo de 25, además en esta grasa al cristalizarse predominan los cristales beta prima que son los deseables en una margarina.

El aceite de pescado se adicionó básicamente para bajar el punto de fusión de las mezclas, ya que este producto no presenta sólidos grasos en el intervalo de temperaturas en que se están analizando, por lo tanto influye solamente en el desplazamiento horizontal de las curvas, pero no en la inclinación de esta.

El análisis dilatométrico se realizó en un intervalo de temperaturas de  $10^{\circ}\text{C}$  a  $37.8^{\circ}\text{C}$ , ya que después del proceso de fabricación de margarinas, es a estas temperaturas a las que el producto está normalmente expuesto.

Un análisis confirmativo de la funcionalidad de estas mezclas sería elaborando margarina con cada una de estas mezclas y analizándolas, pero este procedimiento tiene sus problemas para realizarse, ya que se tendría que contar con un cristizador (Votator) de muy baja capacidad para hacer un lote que no represente un riesgo de pérdida considerable, por otra parte el control de las condiciones de operación en una prueba con poca cantidad de producto resulta ineficiente, por lo que siempre se recomiendan pruebas con la mayor cantidad de producto posible.

Del análisis anterior se debe tener presente aparte de los porcentajes, el comportamiento que toman diferentes grasas puras o mezclas de grasas con respecto a la temperatura, para así poder predecir el comportamiento de las margarinas. Este análisis dilatométrico es aplicable a todas las grasas vegetales y animales que se utilicen en la fabricación de alimentos.

## **7. ASPECTOS ECONOMICOS**

## 7.0 ASPECTOS ECONOMICOS

De 1988 a 1991 , el Butter oil, los aceites vegetales y el aceite de pescado, tuvieron un aumento en el valor total de las importaciones en México y en el volumen importado.

En 1988 el volumen importado de Butter Oil fue de 21 816 889 KG. que corresponde a un valor de 29 034 551 DOLLS., para 1991 el volumen importado ascendió a 37 370 198 KG. que correspondió a un valor en las importaciones de 61 694 318 DLLS. Estos datos, tanto en volumen como en valor se proyectan a un crecimiento mayor en los próximos años, en la fig. No.22 se observa una disminución tanto en el volumen de las importaciones, como en el valor de 1989 a 1990 pero esta disminución no es significativa en comparación con los valores ascendentes. En términos generales, el crecimiento en las importaciones de este rubro se manifiesta en forma ascendente.

El Butter oil no se produce en México por el supuesto déficit tan alto que hay en la producción de leche, generado principalmente por el control en el precio de la misma. Esto ha generado un incremento en las importaciones de esta grasa, por lo que es importante conocer e interpretar correctamente las propiedades del Butter Oil que se esta importando, en la medida en que se conozcan mejor las propiedades se podrá conocer la calidad del Butter que se está importando y el destino que se le puede dar al mismo, aparte de otros beneficios que puede generar en las condiciones de compra el saber que producto se esta importando.

El Kg. de Butter oil puesto en planta en 1991 tuvo un costo

promedio de 7000 \$/Kg. en el mercado negro se conseguía hasta en 4500 \$/Kg. (sin facturar), por otra parte la crema de leche de vaca tenía un precio desde 9000 hasta 12000 \$/Kg. de grasa butírica. Con esto se puede observar que resulta más económico usar Butter oil para la elaboración de derivados lácteos, sin perder de vista el inconveniente que tiene el Butter por la falta de sólidos no grasos.

Se estima que para los próximos años el incremento en las importaciones de estas grasas aumente todavía más.

Como se observa en la gráfica No. 23 la grasa butírica representa el mayor costo en las importaciones que las grasas vegetales o marinas, y su alto costo se debe principalmente porque es un producto derivado de la leche.

Las grasa vegetales y marinas han tenido un crecimiento ascendente en el valor y en el volumen de las importaciones, esto se debe básicamente a que estas grasas se manejan en el mercado internacional por ofertas y estas están por debajo de los precios nacionales, de ahí que resulte más económico importar grasa vegetal.

En 1988 se importaron 48 912 962 KG. de grasa vegetal al cual le correspondió un valor de 25 858 847 DLLS., para 1991 el volumen de las importaciones de este rubro aumento a 122 100 361 KG. de grasa vegetal, con un valor estimado en 43 373 430 DLLS. Independientemente de las cifras que se están manejando el incremento en casi un 100 % que ha tenido este producto en un lapso de 3 años es alarmante, y no se visualiza un descenso en el volumen ni en el valor.

Los países africanos que por naturaleza tienen una producción muy alta de palma, producen aceite de palma a un precio muy bajo y lo único que eleva el precio de este aceite es el transporte.

La mayor parte de la grasa que entra a México es aceite crudo y/o refinado, y las plantas que procesan estos aceites se dedican solamente a refinar, hidrogenar o interesterificar.

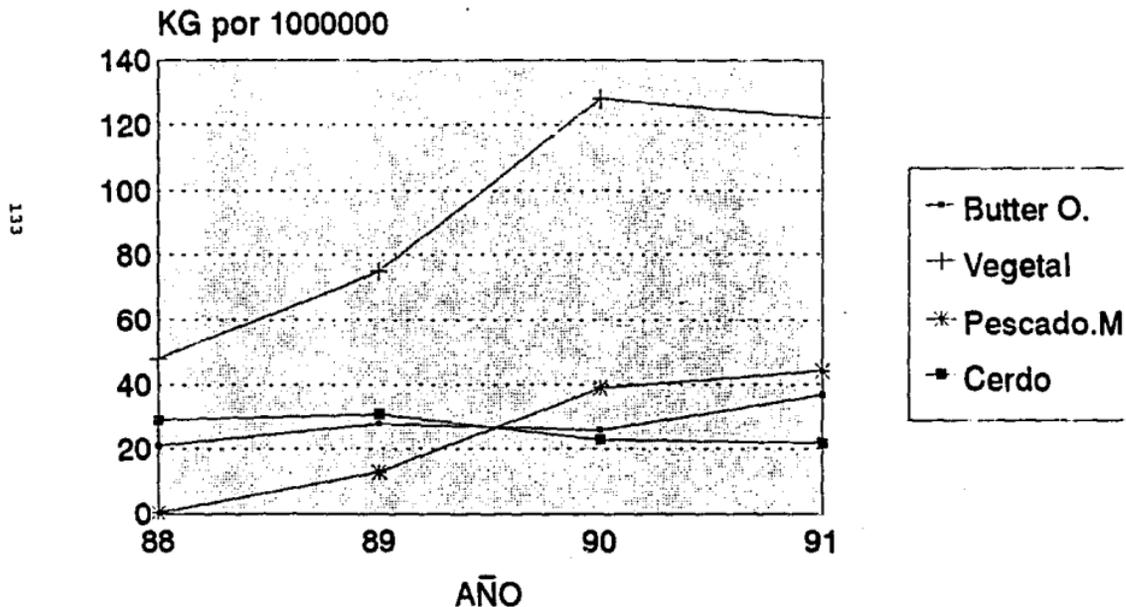
En las Gráficas No. 22 y No. 23 se muestra el comportamiento que han tenidos las importaciones en cuanto al valor y volumen del Butter Oil, Grasas Vegetales, Aceite de Pescado y mamíferos y Manteca de Cerdo, correspondientes a 1988, 1989, 1990 y 1991.

Fuente de las cifras:

SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL  
SUBSECRETARIA DE COMERCIO EXTERIOR  
DIRECCION GENERAL DE POLITICA DE COMERCIO EXTERIOR

# IMPORTACION DE GRASAS

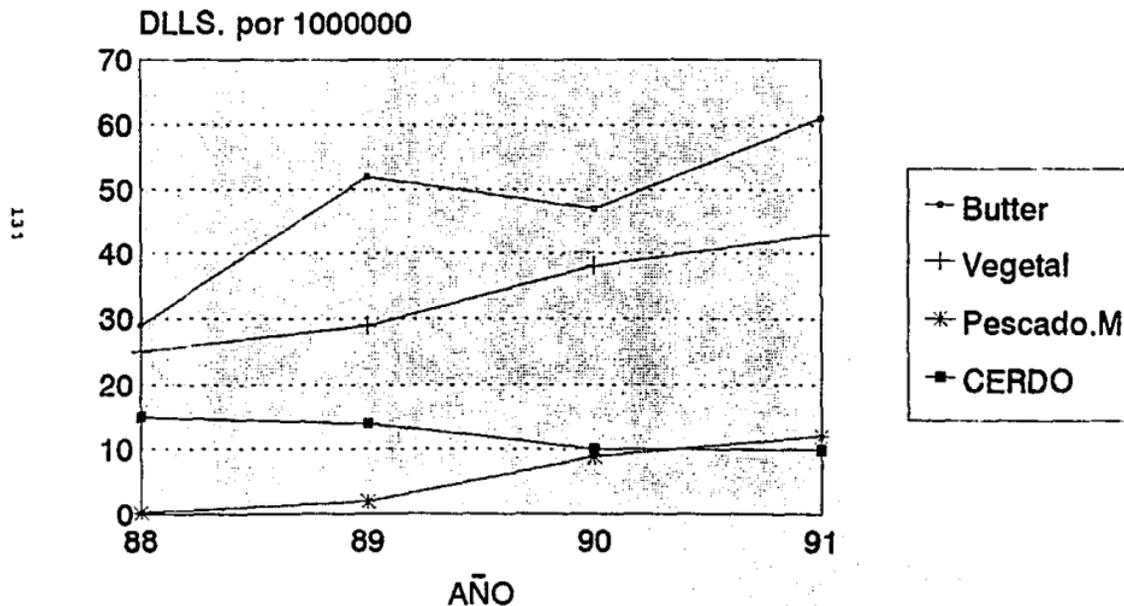
## FIG.22 VOLUMEN DE IMPORTACION



Fuente SECOFI

# IMPORTACION DE GRASAS

FIG.23 VALOR DE IMPORTACION



Fuente "SECOFI"

Las grasas vegetales a pesar de tener un volumen de importación más grande que el Butter oil, en valor representan menor cantidad que el Butter por el precio que tiene en el mercado. Así tenemos que en promedio en 1991 la grasa de coco refinada e hidrogenada tuvo un precio puesta en planta de 3600 \$/Kg., la de soya de 2300 \$/Kg. y la de palma de 1900 \$/Kg. por lo que se estima que en promedio se podría importar aceite crudo desde 1000 hasta 1500 \$/Kg.

Los precios que se reportan son promedios, y están basados en una investigación en varias fábricas refinadoras e hidrogenadoras de aceites. Estos precios pueden variar dependiendo de los siguientes factores:

- Volumen de compra
- Tipo de cliente
- Forma de pago
- Destino de la grasa
- Grado de deterioro de la grasa

La especulación que existe en el mercado mundial de los aceites, hace que no se tenga disponibilidad de aceite de soya y de maíz en todo el año, por lo que las empresas recurren a mezclar diferentes tipos de grasas vegetales para obtener un producto con las características deseadas. Las importaciones a pesar de las especulaciones, mantienen un crecimiento ascendente por la demanda de grasas hidrogenadas en el procesamiento de productos alimenticios, en especial de la margarina.

Tomando en cuenta las importaciones de aceite y la tendencia de estas, se hace necesario tener un conocimiento técnico mayor sobre estos productos, ya que no se visualiza a mediano plazo la autosuficiencia en la producción de aceites crudos.

## **8. CONCLUSIONES**

## 8.0 CONCLUSIONES

1) El Butter Oil se mencionó en este trabajo como una alternativa de materia grasa en la elaboración de mantequilla, ya que aunque por definición la mantequilla únicamente debe de contener grasa de leche de vaca, el Butter Oil es un producto que por el precio que tiene en el mercado abarata el costo del producto terminado y desmotiva la producción de leche en México, por lo tanto la utilización de esta materia prima no esta aceptada totalmente para la elaboración de leche y derivados lacteos.

2) El Butter Oil se encuentra en el mercado en diferentes presentaciones, diferentes calidades y propiedades físicas, el que se utilizó en este trabajo para la elaboración de mantequilla debe de cumplir las propiedades con las que se caracterizó, para que funcione en el producto terminado, de lo contrario se corre el riesgo de obtener una mantequilla sin consistencia o demasiado dura, para lo cual se tendrían que utilizar estabilizantes para obtener una consistencia propia de la mantequilla.

3) Las pruebas dilatométricas predicen el comportamiento que debe de tener el producto en las diferentes etapas de comercialización y consumo, y el uso adecuado de estas pruebas ayuda en gran medida a tomar decisiones acerca de la utilización de determinadas materias primas, por lo que en este trabajo se puso mayor atención a los análisis dilatométricos.

4) Los análisis que muestran el deterioro del Butter Oil y de la Grasa Láctea como es el Índice de Peróxidos, no se compararon

entre sí, ya que el grado de deterioro es un parámetro que se puede controlar en el manejo adecuado que se le da a las grasas, además cuando una grasa está fuera de los parámetros de aceptación en lo que respecta a el grado de oxidación, no se debe utilizar por ninguna razón.

5) En las diferentes definiciones de margarina, esta se define como un producto elaborado a base de grasas vegetales y animales, pero no se especifica que la mayoría de las grasas por sí solas es difícil que den las propiedades dilatométricas para elaborar la margarina, por lo que en este trabajo se planteó la necesidad de utilizar mezcla de grasas para obtener características deseables en un producto.

6) Las grasas que se plantearon como alternativas para elaborar margarinas, tienen la cualidad de poder ajustar curvas dilatométricas a un comportamiento deseado, ya que la diferencia que existe entre ellas, hace posible que sean utilizadas por separado, y en una determinada proporción para ajustar mezclas de grasas vegetales y/o animales que tuvieran un comportamiento diferente al deseado.

7) La grasa de Coco por la forma de la curva que presenta, puede bajar el punto de fusión de una grasa, y aumentar la consistencia en el intervalo de temperaturas de almacenamiento. Esta grasa por separado puede adicionarse en una proporción a una grasa vegetal o mezcla de grasas que requieran mayor consistencia a temperaturas de refrigeración.

8) La grasa de Palma tiene un comportamiento similar a la margarina pero tiene en inconveniente que a temperaturas de 6 a 8 °C.

es excesivamente dura, por lo tanto requiere una grasa que suavice este comportamiento a temperaturas bajas, esta grasa se puede adicionar a una grasa que requiera aumentar el ISG a lo largo de todo el perfil de temperaturas.

9) La grasa de Cerdo es un producto sumamente blando, pero funde a temperaturas altas, por lo tanto este se puede utilizar para suavizar las grasas que tengan puntos de fusión abajo de los requeridos. Por la inclinación que presenta esta curva es una alternativa para productos que requieran menor ISG a temperaturas de refrigeración.

10) El aceite que funde a temperaturas abajo de cero grados, se utiliza para bajar el punto de fusión de las grasas, pero cuando se mezcla con grasas de alto punto, se corre el riesgo de obtener un producto con zonas rígidas y zonas suaves, por lo que se debe tener cuidado de no utilizar en forma exagerada el aceite, sino solo para hacer ajustes de 2 a 4 °C.

11) Es conveniente que se analicen las grasas por separado y evaluar el efecto que causa cuando se mezclan con otras grasas que tienen un comportamiento totalmente diferente, para saber hasta que grado se podrían utilizar mezclándolas con otras grasas, aunque no fueran necesariamente las que se mencionan en este trabajo.

12) Las mezclas que se proponen se hicieron con el objetivo de igualar las características de una margarina, pero no hay que perder de vista que la grasa representa solamente el 80% de la margarina, y que normalmente estos productos están formulados con emulsificantes, saborizantes, colorantes, agua y en algunos casos estabilizantes, por

lo tanto la mezcla no debe considerarse como una formulación, pero si como una referencia para formular una mezcla de grasas y de todos los ingredientes que conforman una margarina.

13) El manejo correcto de los análisis dilatométricos y del punto de fusión son los elementos que se consideran para el control físico total de las grasas.

14) En los procesos de fabricación de margarinas se adicionan emulsificantes a bajas concentraciones para estabilizar la emulsión de agua en aceite, estos emulsificantes son grasas de alto punto de fusión que llegan a afectar en algún momento la consistencia de las margarinas, pero no se utilizan para ajustar curvas dilatométricas, ya que su función es únicamente para la formación de la emulsión.

## 9. BIBLIOGRAFIA

## 9. BIBLIOGRAFIA

- 1) Badui, S. QUIMICA DE LOS ALIMENTOS Ed. Alhambra. México 1992.
- 2) Diario Oficial 1988 PRIMERA SECCION CAPITULO XII lunes 18 de enero de 1988.
- 3) FAO CODEX ALIMENTARIO INTERNACIONAL PARA MANTEQUILLAS Roma 1983.
- 4) FAO CODEX ALIMENTARIO INTERNACIONAL PARA MARGARINAS Roma 1983.
- 5) Fennema, O.R. INTRODUCCION A LA CIENCIA DE LOS ALIMENTOS. Vol.II, Ed..Reverte. Espana 1982.
- 6) Grindsted Products. GRINDSTED THECNICAL MEMORANDUM THE CONSISTENCY OF TABLE MARGARINE. TM 101-2e Denamark 1991.
- 7) Leninger, L.A. 1964 BIOQUIMICA LAS BASES MOLECULARES DE LA ESTRUCTURA Y LA FUNCION CELULAR. Ed. Omega Espana.
- 8) Mc. Dowel, H.F. THE BUTTER MARKER'S MANUAL. Ed. The Dairy Research Institute. Vol. II New Zeland, 1989.
- 9) Egan, H. et all. ANALISIS QUIMICOS DE ALIMENTOS DE PEARSON. Ed. CECSA México 1987.
- 10) Pual. LA BIOTECNOLOGIA DE LOS PRODUCTOS LACTEOS. UNAM México 1989.

- 11) Productos de Leche S.A. INFORMACION TECNICA. Departamento de Ingeniería y Proyectos. México 1988.
- 12) Secretaría de Salud. TECNICAS PARA ANALISIS BACTERIOLOGICOS Y FISICOQUIMICOS DE LACTICINEOS. Dirección General de Laboratorios de Salud Pública. Laboratorio Nacional de Referencia. Manual II México 1983.
- 13) Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NORMA OFICIAL MEXICANA PARA MARGARINA DE MESA. Dirección General de Normas. México 1979.
- 14) Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. NORMA OFICIAL MEXICANA PARA MANTEQUILLAS DE LECHE. Dirección General de Normas. México 1982.
- 15) Swern. BALEY'S INDUSTRIAL OIL AND FATS. Ed. Interscience. USA 1964.
- 16) U.S. Council for Coconut Research. INFORMATION U.S.A. 1990.
- 17) Wiesby Company INFORMACION TECNICA. USA 1990.
- 18) Weiss, T.J. FOOD OILS AND THEIR USES Ed. AVI. USA. 1970.
- 19) Kriechenbauer, H.G. GRASAS Y ACEITES. Ed. CECSA. México 1964.
- 20) Anónimo. FAT ANALYSIS IN MARGARINE BASE PRODUCTS.