



300627  
18  
203

**UNIVERSIDAD LA SALLE**

ESCUELA DE QUIMICA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**" ESTUDIO COMPARATIVO DE CALIDAD PARA MARGARINAS  
DE MESA EN BASE A LOS PARAMETROS DE LA NORMA  
ESPECIFICA PARA EL PRODUCTO ".**

## **TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

PRESENTA:  
ESTEBAN MANRIQUE DE LARA GUTIERREZ.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

DIRECTOR DE TESIS:  
C.F.B. MARIANO LLERA FANJUL

MEXICO, D.F.

1993.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# I N D I C E.

INTRODUCCION.....	1.
OBJETIVOS.....	2.
CAPITULO I. GENERALIDADES.....	3.
1.1 HISTORIA DE LA MARGARINA.....	3.
1.2 DEFINICION DEL PRODUCTO.....	5.
1.3 TIPOS DE MARGARINA.....	5.
1.4 COMPOSICION DE LA MARGARINA.....	7.
A) GRASAS Y ACEITES.....	7.
DEFINICION GRASAS Y ACEITES.....	7.
MANUFACTURA DE GRASAS Y ACEITES.....	8.
PROCESOS DE MODIFICACION DE GRASAS Y ACEITES.....	10.
SELECCION DE GRASAS Y ACEITES.....	14.
B) FASE ACUOSA.....	15.
C) SAL.....	16.
D) EMULSIFICANTES.....	16.
E) VITAMINAS.....	17.
F) COLORANTES.....	17.
G) SABORIZANTES.....	18.
H) ANTIOXIDANTES.....	19.
I) CONSERVADORES.....	19.
1.5 VARIEDADES DE MARGARINAS EN EL MERCADO.....	20.
CAPITULO II. PROCESOS DE ELABORACION DE LAS MARGARINAS.....	21.
2.1 PROCESO DE ELABORACION DE LAS MARGARINAS.....	21.
2.2 EQUIPO PARA ELABORACION DE MARGARINAS.....	26.
CAPITULO III. ANALISIS FISICOQUIMICOS.....	32.
3.1 NORMA DE CALIDAD.....	32.
3.2 PARAMETROS FISICOQUIMICOS.....	33.
3.2.1 HUMEDAD.....	33.
3.2.2 GRASAS.....	34.
3.2.3 SOLIDOS NO GRASOS.....	34.
3.2.4 CLORURO DE SODIO.....	34.
3.2.5 PUNTO DE FUSION.....	35.
3.2.6 ACIDEZ.....	35.
3.2.7 INDICE DE PEROXIDOS.....	35.
3.2.8 CONSERVADORES.....	35.
CAPITULO IV. PARTE EXPERIMENTAL.....	37.
4.1 MUESTREO.....	37.
4.2 METODOLOGIA PARA LAS DETERMINACIONES.....	38.
4.2.1 HUMEDAD.....	39.
4.2.2 GRASAS.....	40.
4.2.3 SOLIDOS NO GRASOS.....	40.

4.2.4	CLORURO DE SODIO.....	41.
4.2.5	PUNTO DE FUSION.....	41.
4.2.6	ACIDEZ.....	42.
4.2.7	INDICE DE PEROXIDOS.....	43.
4.2.8	CONSERVADORES.....	44.
4.3	METODOLOGIA ESTADISTICA.....	47.
4.4	CONDICIONES DE PRUEBA DE DETERIORO.....	48.
CAPITULO V. RESULTADOS FISICOQUIMICOS.....		50.
5.1	RESULTADOS FISICOQUIMICOS.....	50.
5.2	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE ESTABILIDAD.....	66.
CAPITULO VI. DISCUSION DE RESULTADOS.....		72.
CAPITULO VII. CONCLUSIONES.....		76.
CAPITULO VIII. BIBLIOGRAFIA.....		78.
ANEXOS.....		81.

## INDICE DE FIGURAS, CUADROS Y GRAFICAS.

FIGURA 1	DIAGRAMA DE UN SISTEMA ENFRIADOR-CRISTALIZADOR TIPO VOTATOR.....	26.
FIGURA 2	DIAGRAMAS DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO UTILIZANDO TUBOS ENFRIADOS CON AMONIACO.....	27.
FIGURA 3	DIAGRAMAS DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO UTILIZANDO CILINDROS ENFRIADOS POR AMONIACO.....	29.
CUADRO 1	EQUIPO DE ENFRIAMIENTO RECOMENDADO PARA LA ELABORACION DE DIFERENTES MARGARINAS.....	31.
CUADRO 2	TIPO DE MARGARINA POR CADA DIFERENTE MARCA DEL MERCADO.....	37.
CUADRO 3	NUMERACION ASIGNADA A LAS DIFERENTES MUESTRAS DE MARGARINAS DE MESA DE BARRA PARA SU ANALISIS.....	38.
CUADRO 4	NUMERACION ASIGNADA A LAS DIFERENTES MUESTRAS DE MARGARINAS DE MESA SUAVES PARA SU ANALISIS.....	38.
CUADRO 5	CONDICIONES DE PRUEBA DE DETERIORO DE LAS MARGARINAS A PRUEBA.....	48.
CUADRO 6	RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASAS, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE LAS MARGARINAS DE BARRA SIN SAL.....	50.
CUADRO 7	ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASAS, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE LAS MARGARINAS DE BARRA SIN SAL.....	51.
CUADRO 8	RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINAS DE BARRA SIN SAL....	52.
CUADRO 9	ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINAS DE BARRA SIN SAL.....	53.
CUADRO 10	RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASAS, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE LAS MARGARINAS DE BARRA CON SAL.....	54.
CUADRO 11	ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASAS, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE LAS MARGARINAS DE BARRA CON SAL.....	55.
CUADRO 12	RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINAS DE BARRA CON SAL....	56.

CUADRO 13	ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINAS DE BARRA CON SAL.....	57.
CUADRO 14	RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASAS, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE LAS MARGARINAS SUAVES SIN SAL.....	58.
CUADRO 15	ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASAS, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE LAS MARGARINAS SUAVES SIN SAL.....	59.
CUADRO 16	RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINAS SUAVES SIN SAL.....	60.
CUADRO 17	ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINAS SUAVES SIN SAL.....	61.
CUADRO 18	RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASAS, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE LAS MARGARINAS SUAVES CON SAL.....	62.
CUADRO 19	ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASAS, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE LAS MARGARINAS SUAVES CON SAL.....	63.
CUADRO 20	RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINAS SUAVES CON SAL.....	64.
CUADRO 21	ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINAS SUAVES CON SAL.....	65.
CUADRO 22	ESTABILIDAD DE LAS MARGARINAS DE BARRA SIN SAL A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA Y TIEMPO.....	66.
CUADRO 23	ESTABILIDAD DE LAS MARGARINAS DE BARRA CON SAL A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA Y TIEMPO.....	66.
CUADRO 24	ESTABILIDAD DE LAS MARGARINAS SUAVES SIN SAL A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA Y TIEMPO.....	67.
CUADRO 25	ESTABILIDAD DE LAS MARGARINAS SUAVES CON SAL A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA Y TIEMPO.....	67.
GRAFICA 1	ESTABILIDAD DE MARGARINAS DE BARRA SIN SAL A DIFERENTES CONDICIONES.....	68.
GRAFICA 2	ESTABILIDAD DE MARGARINAS DE BARRA CON SAL A DIFERENTES CONDICIONES.....	69.

GRAFICA 3 ESTABILIDAD DE MARGARINAS SUAVES SIN SAL A DIFERENTES CONDICIONES.....	70.
GRAFICA 4 ESTABILIDAD DE MARGARINAS SUAVES CON SAL A DIFERENTES CONDICIONES.....	71.
CUADRO A RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE LA CURVA PATRON DE ACIDO BENZOICO.....	81.
GRAFICA A CURVA PATRON ACIDO BENZOICO.....	83.
CUADRO B RESULTADOS DE LA DETERMINACION DE LA CURVA PATRON DE ACIDO SORBICO.....	84.
GRAFICA B CURVA PATRON ACIDO SORBICO.....	86.

## INTRODUCCION.

Aunque la margarina ha sido originalmente desarrollada como un alimento sustituto de la mantequilla, puede ser considerada actualmente como un producto independiente con características propias y con un amplio mercado de aplicación.

Para lograr esto, la margarina tuvo que pasar por una serie de problemas de identidad ya que se le confundía con la mantequilla, esto aunado a la aplicación de impuestos que elevaban el precio para proteger a la mantequilla.

El crecimiento de la industria de la margarina a través de los años se ha visto favorecido por el desarrollo en la producción de aceites y grasas comestibles además, las mejoras en los procesos de fabricación de las margarinas han logrado colocar este producto tanto a nivel doméstico como industrial.

Las diferencias en las margarinas de mesa respecto a sus parámetros de calidad, constituye el tema central de este trabajo, el cual pretende ser una exposición clara y concisa de la comparación de las diferentes marcas con referencia a la norma oficial mexicana.



## OBJETIVOS.

- a) Evaluar la calidad de las margarinas comerciales de mesa a partir del análisis fisicoquímico, considerando la norma oficial del producto.
- b) Determinar el deterioro de las margarinas comerciales de mesa a diferentes condiciones de temperatura y tiempo por medio de su índice de peróxidos.

## Capítulo I. GENERALIDADES.

### 1.1 Historia de la Margarina.

La invención de la margarina fue el resultado de la búsqueda de un sustituto para la mantequilla, ya que durante la guerra franco-prusiana la producción de ésta no era suficiente para cubrir la demanda provocada por las fuerzas armadas y las clases pobres, por lo que el gobierno de Napoleón III decidió ofrecer un premio para el que lograra desarrollar un sustituto de la mantequilla.

En 1869, el químico francés Hippolyte Mege-Mouriés, logró con sus investigaciones desarrollar un sustituto de la mantequilla.

La invención de Mege-Mouriés se basó en las conclusiones obtenidas durante la producción de leche de vaca; cuando los animales se mantenían en ayuno por algunos días, continuaban dando leche aunque en menores cantidades. La leche contenía la misma cantidad de grasa, lo que ocasionaba una pérdida lógica de peso en el animal. Mege-Mouriés asumió que existía un proceso metabólico mediante el cual el animal fraccionaba la grasa, de las cuales, las suaves de punto de fusión similar a la mantequilla eran transportadas por el torrente sanguíneo a las glándulas mamarias de la ubre donde, por acción enzimática son modificadas y dispersadas en el suero de la leche, mientras las fracciones más duras eran usadas como fuente de energía por el animal.

Mouriés decidió imitar el proceso natural; calentó a alrededor de 45° C el sebo fresco y usó jugo gástrico artificial en forma de extracto de estómago de cerdo en agua acidificada, lo que facilitó la separación del tejido y de la grasa pura. Posteriormente, sometió la grasa

purificada a un proceso de cristalización lenta entre 25° - 30°C. El producto crudo granuloso obtenido de esta manera fue sometido a presión hidráulica, produciendo alrededor de un 60% de una fracción amarilla, suave y semifluida, a la que llamó oleo-margarina, y alrededor de un 40% de una grasa dura y blanca, a la que llamó oleo-estearina. La fracción suave tenía aproximadamente el mismo punto de fusión que la grasa de la mantequilla, con un agradable sabor fresco, color amarillo pálido y podía ser fácilmente plástica. Estas similitudes físicas de la fracción suave sugirieron a Mouries que era mantequilla en su forma pura (1).

En el año de 1872, el Consejo de Higiene de París emitió un decreto permitiendo la fabricación y venta de margarina, con la condición de que no fuese descrita como mantequilla (1).

Probablemente el primer agente emulsificante empleado en la margarina fue la yema de huevo. Una patente germana sobre el uso de este material fue aprobada en 1884 (21).

En el año de 1933, Harris patentó en los Estados Unidos la utilización de la lecitina de soya en conjunción de mono y diglicéridos como emulsificantes para la fabricación de margarinas (21).

Un gran avance se realizó cuando se introdujeron rodillos enfriadores por circulación de salmuera, otro progreso que se produjo fue la fabricación de un sistema de expansión directa usando amoníaco. El sistema que es ampliamente usado en la actualidad es el Votator que se introdujo en 1936 (21).

La promulgación de la definición y estándares de identidad para la oleomargarina por la Administración de Alimentos y Drogas se efectuó en 1941. Este día a la margarina una identidad oficial eliminando el estigma de "sustituto de mantequilla", provocando que se difundiera su consumo al convencer al consumidor de las bondades del producto (21).

### 1.2 Definición del Producto.

La margarina se define como una emulsión plástica estable de una fase grasa, generalmente la fase continua, y una fase acuosa dispersa. La parte grasa es una mezcla de aceites y grasas vegetales y/o animales, que contienen la suficiente cantidad de sólidos grasos para dar como resultado que la margarina permanezca sólida a temperatura ambiente pero que se funda en la boca rápidamente. La fase acuosa está especialmente preparada con leche descremada o agua, o una mezcla de ambas. Se pueden agregar otros ingredientes que van en pequeñas cantidades, como la sal, saborizantes, emulsificantes, etc, en la fase que sean solubles o en el momento de mezclar y emulsificar ambas fases.

La definición de la Norma Oficial Mexicana para Margarina de Mesa con la clave NOM-F-16-8-1978 es: producto alimenticio elaborado por emulsión estabilizada de grasas y/o aceites de origen vegetal o animal comestibles parcialmente hidrogenados, con agua, leche o sólidos de leche, adicionada o no de ingredientes opcionales y de aditivos alimentarios permitidos(35).

### 1.3 Tipos de Margarinas.

Básicamente para los propósitos para los que es usada, la margarina

puede ser clasificada en dos grupos:

- Margarinas de mesa: este tipo es el más conocido por los consumidores, pues se utiliza domésticamente para untar, freír, cocinar e incluso en la repostería casera.

Se subdividen en margarinas:

Duras: son las convencionales de freído, utilizadas en la preparación de alimentos.

Suaves: contienen un alto porcentaje de aceite líquido con elevada composición en grasos insaturados que proveen la suavidad que las hacen untables a temperatura ambiente.

- Margarinas industriales: se utilizan para la fabricación de productos de panadería y repostería. Debido a la gran diversidad de éstas, deben tener propiedades especiales, que faciliten la preparación de toda clase de panes, rellenos, cremas, etc. Existe por tanto, una gran variedad de margarinas con determinadas propiedades, adecuadas para la preparación de tan diferentes productos. Este tipo de margarinas no se consideran como un producto de imitación o sustituto de mantequilla, ya que son diseñadas para propósitos bien definidos.

El término que aquí nos interesa es el de margarina de mesa, la que abarca los siguientes tipos:

- \* Margarina de mesa normal: se caracteriza por su consistencia adecuada para untar, además de poseer buenas propiedades para freír.
- \* Margarina batida: similar a la normal, con excepción de que ha

sido ablandada incorporando 10-40% de nitrógeno (18).

\* Margarina suave: debe poder untarse cuando se usa directamente del refrigerador a unos 5°C. Este tipo se utiliza también para freír.

\* Margarina líquida: se utiliza principalmente para freír en cocinas industriales, su única ventaja resulta el ser más fácil y rápida de usar (33).

\* Margarina dietética: con un contenido reducido de grasas hasta un 40%, se utiliza mucho dadas sus buenas propiedades para freír.

#### 1.4 Composición de la Margarina.

En la actualidad la composición de una margarina de mesa esta formada por diversas materias primas entre las cuales distinguimos las siguientes:

##### a) Grasas y Aceites:

Definición de grasas y aceites.

El término de grasa es usualmente utilizado para los triglicéridos que presentan una consistencia sólida o semisólida a temperatura ambiente, mientras que la palabra aceite se emplea para definir aquellos triglicéridos que son líquidos en las mismas condiciones.

Las grasas y los aceites son sustancias insolubles en agua, de origen animal o vegetal y que desde el punto de vista químico, son considerados como ésteres carboxílicos derivados del glicerol (19).

## Manufactura de grasas y aceites.

Las grasas y los aceites utilizados en la industria de las margarinas de mesa son de origen vegetal. Se obtienen mediante una extracción a partir de las semillas oleaginosas ya sea por un prensado o extracción con diferentes solventes.

Los lípidos que se obtienen en forma directa de las semillas se les conoce como grasas y aceites crudos, puesto que contienen una cierta cantidad de compuestos no lipídicos. Las sustancias que comúnmente se encuentran como contaminantes son: ácidos grasos libres, proteínas, fosfátidos, carbohidratos y resinas, que contribuyen al sabor, olor, inestabilidad, espumado y otros defectos de los lípidos. Dichos contaminantes se eliminan a través de una serie de procesos que se presentan a continuación (2).

**Sedimentación y desgomado:** los aceites y grasas sufren dos operaciones a fin de separar de ellos muchos compuestos como proteínas, carbohidratos y fosfolípidos, que pueden ser eliminados por su solubilidad en fase acuosa, formándose así una fase inmiscible con los compuestos grasos. La sedimentación consiste en el almacenamiento en tanques especiales de fondo cónico de las grasas. El agua y los compuestos que poseen afinidad con ella son más densos que la grasa fundida y por tanto, se depositan en la zona cónica, desde donde se pueden eliminar fácilmente. El desgomado se efectúa mezclando el aceite con un 2 % de agua o vapor, durante media hora, a una temperatura que oscila entre 54 y 71° C. El procedimiento de desgomado es muy importante cuando se trata de la purificación de los aceites de

soya, debido a que de esta manera se logra extraer la lecitina, que tiene una alta demanda en el mercado.

**Refinado:** con este procedimiento se busca eliminar los ácidos grasos libres, fosfolípidos y monoglicéridos. El método clásico consiste en un tratamiento del aceite o grasa con algún álcali, de manera que la eliminación de los ácidos grasos libres se realiza por reacciones de saponificación. Con esto se eliminan también algunas materias que se encuentren en suspensión y colorantes.

**Blanqueado:** los aceites y grasas sufren un tratamiento que separa aquellas sustancias que le imparten color y que no han sido eliminadas en las operaciones anteriores. El método más empleado es un proceso de absorción que utiliza diferentes agentes decolorantes, los más importantes son las arcillas neutras, arcillas ácidas activadas o bien carbón activado(2).

**Deodorización:** En este paso se eliminan las trazas de sustancias que contribuyen a la formación de olores y sabores indeseables que se encuentran presentes en los aceites decolorados, además desaparecen esteroides, ácidos grasos libres, monoacilglicéridos, pigmentos y productos de oxidación de ácidos grasos. Este proceso es sencillo, consiste en aplicar vapor en forma directa al aceite, generalmente al vacío para no generar reacciones de oxidación y en algunos casos se añade ácido cítrico para contrarrestar el efecto preoxidante de las trazas de los metales, con esto se volatilizan las sustancias que producen dichos aromas y



sabores indeseables en el producto final.

Enfriamiento o Winterización: esta operación solo se realiza en aquellos aceites que se destinarán al consumo directo o aplicados en alimentos que serán almacenados bajo refrigeración, evitando que las fracciones de alto punto de fusión cristalicen a bajas temperaturas durante el almacenamiento (4).

#### Procesos de Modificación de Grasas y Aceites.

La obtención y purificación de los aceites comerciales a través de los procesos descritos, provocan que sufran reacciones químicas que los transforman, modificándose sus propiedades iniciales a unas más funcionales y apropiadas para la fabricación de alimentos. En el caso de la elaboración de las margarinas, es muy importante conocer los cambios que pueden realizarse sobre los aceites y grasas para que de esta manera se puedan obtener las características de firmeza y plasticidad que se requieren, al combinar adecuadamente cada grasa o aceite modificado (4).

Cuando se utilizan aceites modificados para la elaboración de margarinas se puede elegir generalmente uno de dos caminos:

- Mezclar las cantidades correspondientes de cada aceite sin modificar y después someter la mezcla a la transformación que se desea realizar.
- Modificar por separado cada uno de los aceites que se van a usar en la formulación, mezclándolos en las cantidades requeridas para obtener las propiedades adecuadas de consistencia en la margarina.

Sin embargo, existen soluciones intermedias y prácticamente cada fabricante tiene su secreto de elaboración.

Los principales métodos de modificación de los aceites que permiten cambiar sus propiedades físicas y hacerlos aptos para ser usados en las formulaciones de margarinas son: fraccionación, interesterificación y el más usado es la hidrogenación. A continuación se describen estos métodos:

**Cristalización Fraccionada:** consiste en la separación de los glicéridos o ácidos grasos saturados de los insaturados, mediante un proceso controlado de cristalización. Dada la complejidad en la composición de los glicéridos en las grasas, el proceso tiene muchas limitaciones ya que se deben de regular perfectamente las condiciones de este proceso para obtener siempre las mismas características en cada una de las fracciones.

**Interesterificación:** es la transferencia o intercambio de ácidos grasos entre las diferentes moléculas de triacilglicéridos. El número de los posibles arreglos de los ácidos grasos libres es muy grande y aumenta a medida que intervengan más triacilglicéridos en la reacción. El proceso interesterificación se realiza añadiendo a la grasa un catalizador a cierta temperatura, agitando la mezcla para acelerar la reacción. Los catalizadores más usados son el cadmio, estaño, plomo, zinc, varios metales alcalinos y algunos compuestos orgánicos como amidas y ácido sulfónico.

La interesterificación no solo sucede entre dos o más tipos de grasas (interesterificación intermolecular), sino que en una sola,

como en el caso de la manteca de cerdo que puede ser interestificada internamente (interestificación intramolecular).

**Hidrogenación:** este método es utilizado en la modificación de aceites ya que reduce el grado de insaturación en los grupos ácidos grasos de los glicéridos. Esto tiene importantes consecuencias: aumenta los rangos de temperatura de fusión, incrementa la resistencia a la oxidación y mejora la estabilidad del sabor. Además la hidrogenación provoca isomerización, cis a trans del ácido graso insaturado residual.

La hidrogenación se aplica especialmente a las grasas líquidas que se han de transformar en plásticas, destinadas fundamentalmente a la preparación de margarinas y shortenings (término utilizado para designar las mantecas artificiales elaboradas con mezclas de aceites) (7).

Se define como el método por el cual el hidrógeno se adiciona directamente a las dobles ligaduras de los ácidos grasos, pero esta reacción no sólo implica un proceso de saturación, sino que es muy compleja, ya que se llevan a cabo muchas modificaciones simultáneas. Durante la hidrogenación se trata al aceite con hidrógeno gaseoso bajo ciertas condiciones de presión y temperatura y en presencia de un catalizador adecuado, en la mayoría de los procesos industriales se utiliza níquel finamente molido que se recupera después de la reacción. Se controla fácilmente y puede interrumpirse en cualquier momento, de esta manera se pueden obtener grasas con distintas características físicas partiendo de un mismo aceite. El punto de fusión de una grasa

aumenta a medida que se incrementa la intensidad de la hidrogenación, de modo que cuando ésta es excesiva se obtiene una grasa dura y quebradiza compuesta de triacilglicéridos saturados. Los ácidos grasos sometidos a hidrogenación sufren muchas modificaciones, como es el hecho de que las dobles ligaduras presentan reacciones de isomerización geométrica y posicional, ocasionando que las grasas adquieran nuevas propiedades. La isomerización transforma los enlaces cis de los ácidos grasos en trans, de manera que al saturarse un doble enlace, el adyacente se transforma en trans. La configuración trans provoca que se comporten como enlaces saturados y por tanto el ácido linoleico cis-trans tiene propiedades similares al ácido oleico cis pero es diferente al ácido linoleico cis-cis. Dicho fenómeno se aprecia perfectamente en la elaboración de margarinas en las que contrariamente a lo que se supone, el incremento de los ácidos saturados es muy ligero en comparación con los aceites de donde provienen(2).

La segunda modificación de los ácidos grasos por la hidrogenación es el desplazamiento de los dobles enlaces residuales a lo largo de la cadena de átomos de carbono. Por ejemplo, el ácido octadeca-9-enoico (oleico) se puede transformar en sus correspondientes isómeros que tienen las dobles ligaduras entre los carbonos 7 y 8, o bien 10 y 11. Este fenómeno ocurre en forma paralela a la isomerización cis-trans. El punto de fusión de una grasa aumenta a medida que se incrementa la intensidad de la saturación, al igual que de la concentración de los isómeros trans

y posicionales que se formen.

Mediante este proceso, la reacción del aceite con el hidrógeno se puede llevar hasta la saturación total, obteniéndose así una grasa dura. En la industria alimenticia las grasas utilizadas son suaves por lo tanto los aceites son parcialmente hidrogenados.

La calidad de las grasas obtenidas dependerá del producto final que se quiera obtener por lo que las condiciones de proceso variarán de acuerdo al producto a obtener. A continuación presentaremos algunos productos que por sus características especiales se pueden definir de la siguiente manera:

- \* Estearina: los aceites son hidrogenados hasta saturación por lo que la selectividad en los ácidos grasos no es importante, las condiciones de proceso son muy drásticas en relación a temperatura y presión.
- \* Margarinas: los aceites se hidrogenan selectivamente, esto se logra a bajas presiones de hidrógeno y altas temperaturas.
- \* Mantecas: los aceites son hidrogenados parcialmente, por lo que la selectividad de hidrogenación es muy estricta en los ácidos linoleico y linolénico pasando a ácido esteárico, que por sus puntos de fusión más alto afectan la plasticidad del producto final.

#### Selección de Grasas y Aceites.

La adecuada selección de los aceites y grasas en una mezcla para la elaboración de margarinas es hecha por el manufacturador con

respecto al costo, calidad y propiedades deseadas en el producto.

Es importante investigar las características físicas de las grasas puesto que repercutirán en la estabilidad, consistencia, rango de plasticidad, licuefacción y untuosidad.

Estas sustancias son normalmente aceites de algodón, cártamo, girasol y soya. Los mejores productos se obtienen de la mezcla de diferentes tipos de aceites y grasas dependiendo de su comportamiento bajo condiciones de proceso. Aunque cada fabricante tiene su secreto de formulación por lo general se escogen tres tipos de aceites, una grasa con un alto punto de fusión para que forme una estructura cristalina estable, otra grasa con un punto de fusión medio para mantener la relación de glicéridos sólidos/líquidos uniforme en un amplio intervalo de temperaturas y un aceite líquido que se distribuye entre la estructura cristalina y le confiere a la margarina propiedades de untuosidad y brillo, además de servir de dispersante de los materiales oleo-solubles como son emulsificantes, colorantes, etc. (30).

b) Fase Acuosa:

El segundo componente más importante en la formulación de una margarina es el agua. Originalmente, en la primera legislación de este producto, se exigía que tuviera por lo menos 10% de sólidos de leche, pero actualmente la fase acuosa puede estar constituida totalmente por agua, esto depende de las propiedades funcionales del producto. La fase acuosa a diferencia de la fase grasa puede ser un vehículo de bacterias, hongos y levaduras

por lo cual uno de los objetivos de la preparación de ésta, es la eliminación de estos organismos. El agua debe ser tratada, ya sea con filtros bacteriológicos o con radiación de luz ultravioleta. Cuando se utiliza leche, generalmente esta es leche fresca descremada, en polvo reconstituida con agua o una mezcla de ambas. La margarina que contiene sólidos de leche forma una cuajada en forma fundida. El producto basado en agua está desarrollado para dar una margarina libre de cuajada para propósitos de freído, pero si es necesaria la presencia de cuajada se pueden utilizar mezclas de lactosa, sacarosa, ácido láctico, ácido cítrico, ácido fosfórico, harina de soya desengrasada, proteína de cacahuete, harina de trigo, etc., que son buenos sustitutos(33).

c) Sal:

Es usada para dar sabor y en forma secundaria tiene un efecto preservativo, ya que se considera como un agente bacteriostático. Debe ser del mejor grado alimenticio, estar finamente molida para asegurar una rápida disolución en el agua, ésta debe ser neutra o con una pequeña traza de alcalinidad y libre de compuestos alcalinotérreos(4).

d) Emulsificantes:

Son necesarios para conferir a la margarina las propiedades físicas de la emulsión manteniendo las fases grasa y acuosa juntas con el fin de impartir características específicas de funcionalidad del producto terminado. Los principales compuestos usados

en forma general son: los monoestearatos de glicerol, los ésteres de ácido cítrico de monoglicéridos y diglicéridos, pero el más ampliamente utilizado en la industria de la margarina es la lecitina(11).

e) Vitaminas:

En la margarina de buena calidad están siempre presentes las vitaminas A, D y a veces también la vitamina E. La vitamina A se añade con una sustancia colorante como es el betacaroteno que se solubiliza en el aceite. La susceptibilidad de éstas, particularmente la A, a perder potencia gradualmente por oxidación, hace necesario para el productor de margarina no exponer a éstas durante el procesamiento a la fuerte luz del día y al contacto del aire en forma prolongada.

f) Colorantes:

En la mayor parte de las legislaciones de los países, es permitido en la actualidad el uso de colorantes que permitan una pigmentación más uniforme y atractiva de la margarina. El color deseado para este propósito es el tradicional amarillo-mantequilla, que se debe en este producto lácteo, a la presencia de compuestos carotenoides.

Los agentes colorantes pueden clasificarse en naturales y artificiales, siendo los primeros los más utilizados, ya que son los permitidos por la mayoría de los reglamentos locales.

Dentro de este tipo de colorantes, se encuentra el anato que se extrae de la semilla de Bixa orellana. Se emplea también el beta



caroteno, que se extrae de la zanahoria y de la palma roja. La riboflavina o vitamina B<sub>2</sub>, que en forma pura es un cristal amarillo-naranja, resulta más caro y no es costeable como agente colorante.

El uso de colorantes artificiales se encuentra restringido, como se mencionó anteriormente, por los reglamentos sanitarios y de salud de cada país.

g) Saborizantes:

El sabor adecuado para las margarinas de mesa es el que proporciona el sabor y la sensación de una mantequilla de alta calidad. El incremento en el conocimiento de los componentes del aroma a mantequilla y el importante papel del diacetil y sus derivados como sabores sintéticos ha provocado que su uso se incremente en forma casi general en la elaboración de la margarina. Aunque existen una serie de esencias y compuestos como el aldehído benzoico, las lactonas de ácidos grasos, el ácido butírico y algunas de sus sales y ésteres entre otros, que son o han sido utilizados para imitar el aroma y sabor de la mantequilla.

La utilización de leche y cultivos lácticos como el *Betacoccus cremoris*, *Streptococcus diacetylactis*, *Streptococcus aromaticus*, en la fase acuosa de la margarina, favorece notablemente al producto otorgándole características propias de aroma y sabor de mantequilla.

La mayoría de los sabores a mantequilla utilizados comercialmente son formulaciones secretas en las que se combinan algunos de los compuestos arriba mencionados y que resultan típicos para

cada margarina.

#### h) Antioxidantes:

En las margarinas de mesa, la incorporación de antioxidantes es de gran importancia debido a que el 80% son grasas. La oxidación puede producir cambios indeseables en el color, sabor, olor y otras propiedades organolépticas(1). Sin embargo, estos efectos pueden ser retardados con el uso de antioxidantes.

Los antioxidantes pueden ser clasificados en naturales como el ácido cítrico, el ácido ascórbico, los tocoferoles y la lecitina.

Dentro de los antioxidantes artificiales se encuentra el BHA y el BHT, el galato de propilo y el EDTA.

La actuación de un antioxidante dependerá de su adición en el momento adecuado para prevenir o detener la oxidación.

#### i) Conservadores:

El uso de agentes químicos para evitar el crecimiento de microorganismos en las margarinas de mesa es permitido en una proporción no mayor de 0.1% solos o en combinación, los utilizados son los ácidos benzoico y sórbico (y sus sales de sodio). El uso del ácido benzoico es limitado a las margarinas con sal y el uso del sorbato de potasio es más apropiado para las margarinas sin sal(11).

### 1.5 Variedades de Margarinas en el Mercado.

Existen diferentes variedades de margarinas de mesa en el mercado

internacional, de las cuales las margarinas de barra representan el mayor porcentaje en ventas pero éste se encuentra segmentado en cuatro variedades:

- Margarina de barra regular.
- Margarina de barra poliinsaturada.
- Margarina de barra Premium altamente insaturada.
- Margarina de barra batida.

La margarina suave representa la otra parte del mercado, ésta se encuentra segmentada en tres variedades principales:

- Margarina suave regular.
- Margarina suave Premium.
- Margarina suave batida.

Existe otro tipo de variedades entre las que se encuentran la líquida y la dietética (en muchos países lleva el nombre de Minarina) (18).

En el mercado Nacional existen margarinas de barra regulares y margarinas suaves regulares, aunque se observa la tendencia dietética, por lo que actualmente encontramos la venta de margarinas dietéticas y en poco tiempo su producción en el país.

## Capítulo II. Proceso de Elaboración de la Margarina.

### 2.1 Proceso de Elaboración.

El proceso de elaboración de la margarina contempla los siguientes aspectos básicos:

- materias primas.
- condiciones y características de proceso.

Las materias primas son de gran importancia en la elaboración, en particular las de la fase grasa, al representar el 80% de la composición, ya que influyen en gran medida en las características finales del producto, tales como estabilidad, consistencia, rango de plasticidad y untuosidad. Estas propiedades son influenciadas también por el proceso de elaboración empleado.

La elaboración de la margarina consta de cinco fases bien definidas que son las siguientes:

#### A) Preparación de la fase grasa.

La preparación de la fase grasa se realiza a partir de grasas previamente pasteurizadas en equipos provistos de agitadores para enfriamiento. En este equipo se agregan todos los componentes solubles en grasas, es decir, los emulsificantes, la lecitina, vitaminas, sabores, sustancias colorantes hasta lograr una solución homogénea mediante agitación. La solución así formada está en condiciones de ser utilizada para la elaboración de la emulsión.

#### B) Preparación de la fase acuosa.

La preparación de la fase acuosa se puede realizar con leche

descremada, leche en polvo reconstituida o solamente agua, dependiendo del tipo de margarina que se quiera fabricar. Cuando se utiliza leche, ésta se debe manejar higiénicamente para evitar contaminación que pueda afectar al producto, además de llevar un proceso de pasteurización que elimina cualquier tipo de problema de contaminación.

#### C) Formación de la emulsión.

Para la formación de la fase acuosa se agregan todos los ingredientes que son solubles como conservadores, sal, en el caso de formulaciones de margarinas que contienen gomas o geles, se utiliza parte del agua para formar geles, de manera que éstos puedan ser dispersados perfectamente.

La obtención de la emulsión entre la fase grasa y la fase acuosa se puede efectuar usando diversas técnicas, las más usadas son:

- a) Agregar lentamente a la fase grasa, mantenida en fuerte agitación, la fase acuosa, hasta llegar a la cantidad establecida (20%)
- b) Añadir a la fase acuosa, en fuerte agitación, la fase grasa, hasta lograr el 80% requerido.

Naturalmente, entre estos dos procesos existen otras técnicas de tipo intermedio. En este paso influye el secreto del fabricante.

Industrialmente, la preparación de las emulsiones puede efectuarse en equipo con funcionamiento continuo o discontinuo. En los últimos años, el procedimiento continuo se ha desarrollado mucho, pudiendo afirmarse que actualmente el 90% de la producción se realiza con este sistema (9).

#### D) Enfriamiento-cristalización.

La fase de enfriamiento-cristalización en el proceso de elabora-

ción es determinante para la consistencia, apariencia y textura final del producto. Es tan importante este procedimiento que si una misma formulación de margarina es enfiada de manera diferente se obtendrán productos con consistencia y apariencia distintos, e inclusive, su estabilidad en las condiciones de manejo y almacenamiento se verá afectada (11).

Aunado al método de enfriamiento, está el grado de trabajo mecánico al que es sometida la margarina antes de su empaquetado. El método de enfriamiento elegido dependerá del tipo de estructura cristalina que se desee para obtener las propiedades de textura y plasticidad del producto final. De esta manera, si la margarina cristalizada es sometida a un trabajo mecánico excesivo, su estructura sufrirá deterioro, afectando con esto su funcionalidad. La fuerza externa aplicada debe ser la mínima necesaria para transportar la margarina de un paso a otro, mediante tornillos sin fin y bandas transportadoras.

Existen dos etapas principales en la formación de la estructura cristalina, una es cuando es enfiada la mezcla de las fases acuosa y grasa, en la que se determina el tamaño y tipo de cristales formados y la segunda, cuyo efecto es secundario y depende en cierta medida de la primera, es un rearrreglo cristalino durante el almacenamiento de la margarinas. En algunos casos se necesita de una etapa intermedia de reposo de la margarina antes de ser empacada, esto es necesario para que la estructura cristalina sea más estable y homogénea. Este paso de post-cristalización es muy usado en margarinas con un alto contenido de aceite de palma o de coco, ya que su cristalización es muy lenta y provocaría problemas si se quisiera empacar la margarina inmediatamente.

te después de la principal etapa de cristalización.

Existen en la actualidad dos métodos de enfriamiento-cristalización:

- El primero, el de tubo, que consiste en un doble tubo por donde circula la margarina y es enfriada por la expansión directa del amoníaco en el espacio que hay entre los dos tubos.
- El segundo, el de cilindro de enfriamiento, donde el enfriamiento de la margarina se logra poniéndola en contacto con la superficie fría de un rodillo hueco, dentro de la cual se lleva a cabo la expansión del amoníaco comprimido, para luego raspar la margarina cristalizada por medio de una cuchilla.

En Estados Unidos casi toda la margarina se fabrica en las plantas continuas con el método de tubo de enfriamiento "votator", cuyo principio básico de funcionamiento es el siguiente: la mezcla a emulsionar, enfriar y cristalizar entra de modo continuo, en la primera parte de la máquina denominada unidad "A" que está constituida de un cilindro que dispone internamente de un dispositivo de agitación y raspado, y externamente de una doble camisa de enfriamiento, entre las cuales se produce la expansión directa del amoníaco. En esta parte hay un primer enfriamiento de la masa formándose núcleos de cristales por las altas presiones y la acción de la agitación provocando que aumenten la viscosidad de la grasa, favoreciendo así la formación de la emulsión. El producto así emulsificado entra, siempre de forma continua, a la segunda parte de la máquina denominada unidad "B" donde se realiza la cristalización, ésta es constituida por varios tubos, provistos cada uno por agitadores móviles y fijos. El diámetro de éstos es mayor que en el de la primera parte, y por ello en esta zona habrá una permanencia más

prolongada del producto, que con el consiguiente fuerte descenso de la temperatura provocará la cristalización del producto. En esta unidad el rango plástico de la composición grasa puede ser alterado por el trabajo mecánico mientras la emulsión esta cristalizando (29).

A la salida de los tubos hay, en general, una placa perforada, por la que será expulsada la margarina cristalizada en forma de cinta preparada para ser transportada a la máquina empacadora. Ver figuras 1 y 2.

La diversidad de equipo y su disposición, así como las condiciones en las que se fabrica la margarina, hacen que este proceso sea muy versátil y se puedan obtener distintas características o diferentes tipos de margarinas, modificando la longitud y/o diámetro de los tubos y la temperatura de enfriamiento.

En el sistema de cristalización por cilindros, la mezcla líquida se distribuye en la superficie fría del cilindro, de manera que es cristalizada rápidamente ya que dicha superficie alcanza temperaturas de  $-15^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$  al ser enfriadas por la expansión súbita del amoníaco. El cilindro gira y una cuchilla raspa de la superficie la margarina que ha sido solidificada, la que se colecta en carros especiales o en un depósito de manera de silo para dejar reposar la película formada y que las estructuras cristalinas se reacomoden y se uniformicen.

La disposición de los cilindros puede ser vertical u horizontal y sus dimensiones son variables, pudiendo ser desde 50 o 75 cm. hasta los 200 cm. de diámetro. Utilizando este sistema, es muy importante controlar el tamaño de la película de margarina formada en la superficie del cilindro y el tiempo de reposo que tiene una vez que ha sido



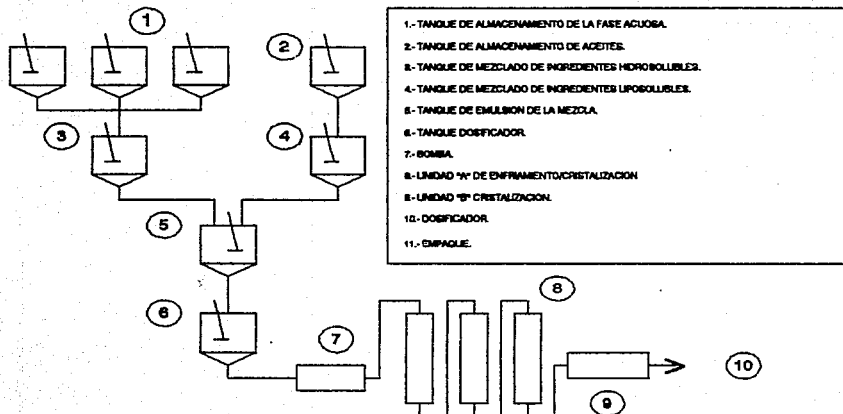
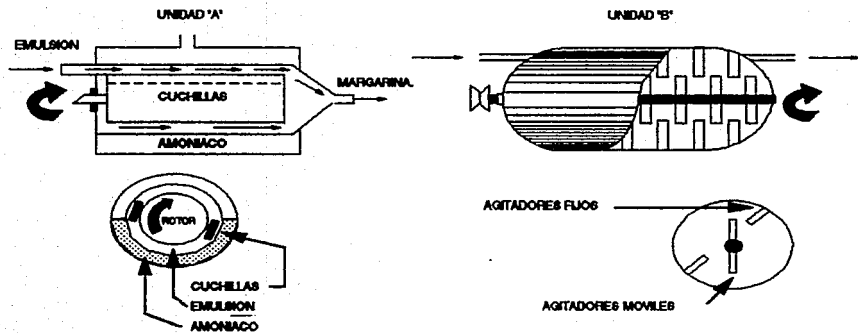


FIGURA 1. DIAGRAMA DE UN SISTEMA ENFRIADOR-CRISTALIZADOR TIPO VOTATOR.



**FIGURA 2. DIAGRAMAS DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO UTILIZANDO CILINDROS ENFRIADOS CON AMONIACO.**  
**(A) UNIDAD DE ENFRIAMIENTO/CRISTALIZACION**  
**(B) UNIDAD DE CRISTALIZACION**

cristalizada. La figura 3 muestra ejemplos del sistema de elaboración de margarina usando el enfriamiento mediante cilindros.

#### E) Empaque.

Después del reposo la margarina tiene el aspecto de un polvo y pasa a un equipo que la comprime y elimina el aire, por donde sale en forma de cinta para poder ser mandada a la máquina empacadora.

### 2.2 Equipo necesario para la elaboración de margarina.

En la elaboración de la margarina es necesario contar con el siguiente equipo:

- Tanques de almacenamiento: por motivos de oxidación química, éstos deben construirse con materiales que no permitan el contacto directo del aceite con cobre, aleación de cobre o hierro. Sin duda, el mejor material es el acero inoxidable, pero pueden también emplearse tanques de aluminio.
  - Bombas y tubería para descargar aceites y grasas de los tanques, no deben contener elementos de cobre, aleación de cobre o hierro en contacto directo con los aceites o grasas.
  - Recipientes para la emulsión: en el caso de requerirse una operación continua del tubo de enfriamiento o del tambor de enfriamiento, hay que disponer de dos recipientes para la emulsión. En uno de ellos se efectúa el mezclado y la emulsificación y en el otro se recibe la emulsión terminada para luego bombearla al tubo o al tambor de enfriamiento.
- Los recipientes para la emulsión deben construirse de acero inoxidable o aluminio y su diseño debe facilitar la limpieza.

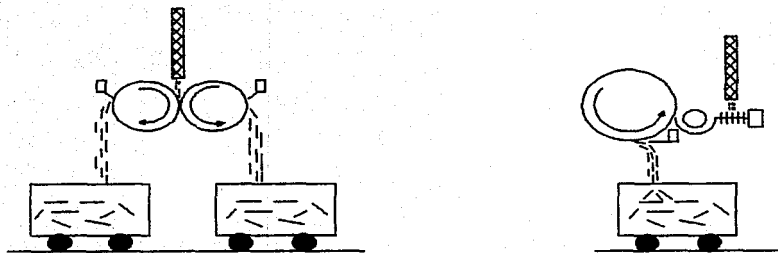


FIGURA 3. DIAGRAMAS DE SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO UTILIZANDO CILINDROS ENFRIADOS POR AMONIACO.

- Sistemas para pesar: se considera ventajoso disponer de sistemas independientes para pesar las fases grasas y acuosas. Estos pueden ser de operación electrónica.

- Equipo adicional: en el caso de incluir leche en la elaboración de margarina, hay que disponer del equipo para tratamiento térmico, almacenamiento y acidulación.

Toda la tubería debe ser lo más corta posible e instalarse con una cierta pendiente en la dirección del flujo. Los tubos deben de ser de materiales inertes.

- Equipo para enfriamiento: se utilizan dos sistemas diferentes, el de tubo y el de tambor de enfriamiento.

Con el método de tubo, los procesos de enfriamiento y cristalización tienen lugar en un sistema cerrado y en un solo proceso.

Con el tambor de enfriamiento los dos procesos se realizan por separado.

La ventaja del tubo de enfriamiento es el reducido espacio ocupado en comparación con su capacidad, su facilidad de operación y el reducido peligro de contaminación.

La ventaja del sistema de tambor es la posibilidad de reposar el producto entre el enfriamiento y la cristalización.

Presentamos en el cuadro 1 recomendaciones en la elaboración de las margarinas en los diferentes equipos.

En la selección del sistema de producción debe considerarse el tipo y la calidad del producto. Podemos mencionar los siguientes fabricantes de los dos sistemas de enfriamiento:

Cuadro 1 EQUIPO DE ENFRIAMIENTO RECOMENDADO PARA LA ELABORACION DE DIFERENTES MARGARINAS.

PRODUCTO.	TUBO DE ENFRIAMIENTO.	TAMBOR DE ENFRIAMIENTO.
Margarina normal de mesa.	xxx	xxx
Margarina de mesa blanda.	xxx	x
Margarina de bajas calorías.	xxx	x
Margarina para pasteles y cremas.	xxx	xxx
Margarina para hojaldre.	xx	xxx

(xxx = excelente, xx = adecuado, x = no recomendable).

Sistema de tubo de enfriamiento.

>>Perfector<< Gerstenberg & Agger, Copenhagen, Dinamarca.

>>Kombinator<< Schroder & Co., Lubeck, Alemania Federal.

>>Votator<< A. Johnson & Co., London, Inglaterra.

(Girdler, Chemetron Corporation, Louisville, Kentucky, Estados Unidos).

Sistema de tambor de enfriamiento.

Gerstenberg & Agger, Copenhagen, Dinamarca (33).

### Capítulo III. Análisis Físicoquímicos.

#### 3.1 Norma de Calidad.

La margarina de mesa es el producto alimenticio de aspecto similar a la mantequilla que se obtiene de la emulsión de grasas y aceites con agua y leche.

La definición de la Norma Oficial Mexicana para margarina de mesa con la clave NOM-F-16-8-1978 es la de un producto alimenticio elaborado por una emulsión estabilizada de grasas y/o aceites de origen vegetal o animal comestibles, parcialmente hidrogenados, con agua, leche o sólidos de leche, adicionada o no de ingredientes opcionales y de aditivos alimentarios permitidos.

El producto objeto de esta norma se clasifica en dos tipos con un solo grado de calidad.

Tipo I Sin Sal.  
Tipo II Con Sal.

Las especificaciones físicoquímicas que contempla la norma de calidad son las siguientes (35):

PARAMETRO.	MINIMO.	MAXIMO.
Humedad.	----	18.60 %
Grasa.	80.00 %	----
Sólidos no grasos.	1.40 %	----
Conservadores.	----	0.10 %
Cloruro de sodio.		
Tipo I.	----	0.50 %
Tipo II.	----	2.50 %
Punto de fusión.	----	38 °C
Vitamina A UI/100 g.	2000.	----

De los parámetros fisicoquímicos anteriores el único que no se determina en este trabajo, es la vitamina A, además contempla otros aditivos alimentarios como: antioxidantes, emulsificantes, saborizantes y colorantes que deben estar aprobados por la legislación mexicana.

La otra parte de la norma la forman los parámetros microbiológicos que no se analizan en este trabajo y contaminantes como fierro, plomo, arsénico y cobre.

### 3.2 Parámetros Fisicoquímicos.

Los parámetros fisicoquímicos que se determinarán en el análisis de las muestras, son los siguientes:

- Humedad.
- Grasa.
- Sólidos no grasos.
- Cloruro de sodio.
- Punto de fusión.
- Acidez.
- Índice de peróxidos.
- Conservadores.

Existen 2 pruebas que no están contempladas en la norma de calidad pero debido a la importancia que tienen se tomaron en cuenta, éstas son acidez e índice de peróxidos.

#### 3.2.1 Humedad.

Este parámetro se determina por medio del calentamiento en placa



caliente de la muestra hasta casi la total expulsión del agua contenida en la muestra, la realización adecuada de esta prueba favorecerá la determinación de otros parámetros.

Es de gran importancia por ser un ingrediente de muy bajo precio, su adición en exceso reducirá costos provocando un cambio de identidad del producto. (36).

### 3.2.2. Grasa.

La determinación de este parámetro se realiza en forma indirecta por medio de una extracción.

Es relevante por ser el parámetro que le da identidad como tal al producto, además de constituir el componente mayoritario (36).

### 3.2.3. Sólidos No Grasos.

Se determina en forma indirecta por diferencia en pesos de la muestra original y la desengrasada.

Es de gran importancia este análisis, ya que se puede determinar el cloruro de sodio, además en otros países su presencia es de gran importancia porque los sólidos no grasos contienen almidón que es un indicador que favorece la identificación del producto (36).

### 3.2.4. Cloruro de sodio.

Se cuantifica por medio de una titulación directa de una solución estandar de nitrato de plata, utilizando cromato de potasio como indicador.

Su presencia es importante ya que este componente imparte sabor y actúa como conservador (36).

### 3.2.5. Punto de fusión.

Su valorarización es por medio de la separación de la muestra líquida de sus sólidos, introduciendo esta en un tubo capilar, solidificándola para luego determinar a que temperatura funde(36).

Su determinación es necesaria porque es una medida para evaluar la dureza sin conocer la composición grasa además, este parámetro forma parte de la identidad del producto por sus características a fundir en el paladar.

### 3.2.6. Acidez.

Se determina por medio de una titulación en fase alcohólica de la muestra, con una solución valorada de hidróxido de sodio usando fenoftaleína como indicador(31).

Es relevante su determinación porque es una medida del grado al cual se han descompuesto los glicéridos del aceite por acción de la lipasa o por alguna otra causa.

### 3.2.7 Índice de Peróxidos.

Se cuantifica por medio de una titulación con tiosulfato de sodio que valora la cantidad de yodo puesto en libertad al reaccionar con un oxidante.

Es relevante por el hecho de que valora la cantidad de oxidante que se presenta en los primeros estados de oxidación del producto(36).

### 3.2.8. Conservadores.

Se determina por medio del ácido metafosfórico que transforma las

sales del conservador a su forma ácida favoreciendo su extracción con disolventes orgánicos para poder así leer su absorbancia en el espectro de ultravioleta.

La determinación contempla un punto relevante dado que estos productos previenen el deterioro del producto por ataque de microorganismos.

## Capítulo IV. Parte Experimental.

### 4.1 Muestreo.

Las muestras que se utilizaron para realizar la parte experimental fueron recolectadas al azar tomando tres unidades de cada marca existente en el mercado de los diferentes centros comerciales.

En total se analizaron 54 muestras que se dividen en la forma siguiente:

Cuadro 2. TIPOS DE MARGARINAS POR CADA MARCA DIFERENTE DEL MERCADO.

Tipo.	# Marcas.
Barra.	
- sin sal.	5
- con sal.	4
Suave.	
- sin sal.	5
- con sal.	4

Se observó que la mayoría de las muestras se encontraban en buenas condiciones de refrigeración en los centros comerciales de donde se recolectaron.

Para facilitar el manejo de datos se asignó a cada muestra un número acompañado de un subíndice ( el número corresponde a la identificación por marca y el subíndice al número de muestra ). A continuación se presenta el Cuadro 3 y 4 en el cual se encuentra la información anterior.

**Cuadro 3. NUMERACION ASIGNADA A LAS DIFERENTES MUESTRAS DE MARGARINAS DE MESA DE BARRA PARA SU ANALISIS.**

TIPO	MARCA	NUMERO ASIGNADO
BARRA - sin sal	A	20
	B	22
	C	23
	D	25
	E	27
BARRA - con sal	A	21
	C	24
	D	26
	E	28

**Cuadro 4. NUMERACION ASIGNADA A LAS DIFERENTES MUESTRAS DE MARGARINAS DE MESA SUAVES PARA SU ANALISIS.**

TIPO	MARCA	NUMERO ASIGNADO
SUAVES - sin sal	F	30
	G	32
	C	34
	B	36
	H	37
- con sal	F	31
	G	33
	C	35
	H	38

#### 4.2 Metodología para las determinaciones.

La determinación de los parámetros fisicoquímicos se basó en los métodos de referencia del A.O.A.C y de la Secretaría de Salud (34,36).

a) Preparación de la muestra.

- Ablandar completamente la muestra en el recipiente que la contiene, por calentamiento en un baño de agua, manteniendo a baja temperatura.
- Evitar el sobrecalentamiento, agitando frecuentemente para obtener una muestra fluida con la consistencia óptima.
- Agitar hasta que la muestra presente un aspecto espeso de consistencia cremosa.
- Pesarse lo más rápido posible la porción a analizar.

4.2.1. Humedad.

La determinación de humedad en la muestra se realizó de la siguiente manera:

- Pesarse de 10 - 15 gramos de muestra preparada en un vaso de precipitado de 250 ml a peso constante.
- Calentar en placa caliente a baja temperatura, teniendo precaución de que no haya proyecciones de la muestra y que el residuo no se queme.
- Calentar hasta la casi total expulsión del agua.
- Colocar en la estufa a 80 °C durante una hora.
- Enfriar en el desecador y pesar.
- Calcular el % Humedad.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(V_m - V_s)}{m} \times 100.$$

$V_m$  = Peso del vaso de precipitado con muestra.

$V_s$  = Peso del vaso de precipitado con muestra seca.

$m$  = Peso de la muestra (34).

#### 4.2.2. Grasa.

La determinación de grasa en la muestra se efectuó de la siguiente forma:

- Agregar 50 ml de éter de petróleo al residuo de la determinación de humedad.
- Mezclar perfectamente, dejar reposar la solución para que las sustancias que no son solubles en éter se sedimenten.
- Decantar la solución de éter de petróleo.
- Evaporar los residuos de éter del vaso en una placa caliente.
- Colocar en la estufa a 80 °C durante una hora.
- Enfriar en el desecador y pesar.
- Calcular el % Grasa.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(V_s - V_g)}{m} \times 100$$

$V_s$  = Peso del vaso de precipitado con muestra seca.

$V_g$  = Peso del vaso de precipitado con sedimentos (sin grasa).

$m$  = Peso de la muestra(34).

#### 4.2.3. Sólidos No Grasos.

La determinación de sólidos no grasos consistió en:

- Calcular los sólidos no grasos a partir de el residuo que se obtiene al determinar la cantidad de grasa de la muestra.

$$\% \text{ Sólidos No Grasos} = \frac{(V_g - V_v)}{m} \times 100$$

Vg = Peso del vaso de precipitado con sedimentos (sin grasa).

Vv = Peso del vaso de precipitado vacío.

m = Peso de la muestra(34).

#### 4.2.4. Cloruro de Sodio.

La determinación de cloruro de sodio en la muestra se realizó de la siguiente manera:

- Disolver el residuo que se obtiene de la determinación de grasa con 50 ml de agua caliente.
- Dejar enfriar, agregando 2 ml de la solución indicadora de cromato de potasio al 1%.
- Titular con la solución estandar de nitrato de plata 0.1 N hasta obtener un color anaranjado oscuro persistente por 30 segundos.
- Calcular el % cloruro de sodio.

$$\% \text{ NaCl} = \frac{(V \times N \times 0.0585)}{m} \times 100$$

V = ml de  $\text{AgNO}_3$  requeridos en la titulación.

N = Normalidad del  $\text{AgNO}_3$ .

m = Peso de la muestra(31).

#### 4.2.5 Punto de Fusión.

La determinación del punto de fusión se obtuvo de la siguiente forma:

- Pesar 10 gramos de muestra en un cono de papel filtro doble.
- Calentar a 80° C, recibiendo en un vaso de precipitado de 250 ml la muestra líquida filtrada.



- Introducir en un tubo capilar una porción de la grasa líquida hasta que alcance un centímetro de altura aproximadamente.
- Colocar el capilar en el congelador por una hora.
- Sacar del congelador, dejándolo por 5 minutos para realizar la prueba.
- Acoplar el capilar al termómetro de forma que la grasa y el bulbo queden al mismo nivel.
- Colocar el capilar y el termómetro en un tubo de ensayo dentro de un baño de agua con agitación.
- Calentar lentamente ( 0.5 °C por minuto ), anotando la temperatura a la que se funde.
- Reportar el dato obtenido en grados centígrados (34).

#### 4.2.6. Acidez.

La determinación de acidez se realizó de la siguiente manera:

- Pesar 18 gramos de muestra preparada como indica el punto 4.2 en un vaso de precipitado de 250 ml.
- Agregar 25 ml de alcohol etílico.
- Agregar 1 ml de solución indicadora de fenoftaleína.
- Titular con la solución de hidróxido de sodio hasta la obtención de un color rosa pálido uniforme que persista por más de 15 segundos.
- Calcular el % acidez.

$$\% \text{ Acido Oleico} = \frac{(V \times N \times 0.282)}{m} \times 100 \times 1.99$$

V = ml de hidróxido de sodio 0.1 N requeridos en la titulación.

N = Normalidad del hidróxido de sodio.

m = Peso de la muestra (28,35).

#### 4.2.7. Índice de peróxidos.

La determinación de índice de peróxidos se efectuó de la siguiente manera:

- Fundir la muestra por calentamiento y agitación constante en una parrilla a baja temperatura.
- Evitar el calentamiento excesivo y una particular exposición prolongada del aceite a temperaturas arriba de 40° C.
- Remover la muestra cuando esté completamente fundida.
- Dejar reposar hasta que la porción acuosa y los sólidos no grasos sedimenten.
- Decantar el aceite limpio y filtrarlo en papel filtro Whatman #4.
- Pesar 5 gramos aproximadamente de la muestra filtrada en un matraz Erlenmeyer con tapón esmerilado de 250 ml.
- Añadir 30 ml de solución ácido acético-cloroformo (3:2 en volumen).
- Agitar suavemente hasta que se disuelva la muestra.
- Añadir 5 ml de solución saturada de yoduro potásico, dejando reposar con agitación ocasional hasta completar un minuto.
- Añadir 30 ml. de agua destilada.
- Valorar con tiosulfato sódico 0.1 N, añadiéndolo gradualmente con agitación constante y vigorosa, hasta la casi desaparición del color amarillo.
- Añadir 5 ml de solución indicadora de almidón y continuar la

valoración.

- Agitar el matraz vigorosamente cerca del punto final para liberar el yodo de la capa de cloroformo.
- Añadir el tiosulfato lentamente hasta que desaparezca el color azul.
- Calcular el índice de peróxidos.

$$\text{Índice de peróxidos} = \frac{(V \times N)}{m} \times 100$$

V = ml gastados de tiosulfato de sodio.

N = Normalidad de el tiosulfato de sodio.

m = Peso de la muestra(31,34).

#### 4.2.8 Conservadores.

La determinación de conservadores se obtuvo de la siguiente forma:

##### a) Determinación.

- Pesar 10 gramos de muestra preparada como se indica en el punto 4.2, colocándola en la licuadora de alta velocidad.
- Agregar 100 ml de la solución de ácido metafosfórico.
- Mezclar aproximadamente un minuto, filtrando en papel filtro Whatman #4.
- Transferir 25 ml de filtrado a un embudo de separación de 250 ml que tenga 100 ml de mezcla etérea.
- Agitar vigorosamente por un minuto, drenando la capa acuosa (sin desechar).
- Secar la capa etérea con 5 gramos de sulfato de sodio anhidro, recibiendo el éter seco en un matraz volumétrico de 200 ml.

- Repetir la extracción de la capa acuosa como se indicó en el punto anterior recibiendo el éter seco en el mismo matraz volumétrico.
- Lavar el sulfato de sodio con una pequeña cantidad de la mezcla etérea (partes iguales de éter etílico y éter de petróleo), diluyendo a la marca del matraz volumétrico.
- Determinar absorbancia en celdas de 1 cm graficando en la región de ultravioleta de 220-300 nm.
- Ajustar el instrumento utilizando la solución de referencia, graficando absorbancia contra concentración, utilizando la curva patrón de la muestra.

b) Preparación de la curva patrón.

Preparar la solución patrón de ácido benzoico de la siguiente manera:

- Disolver 100 mg de ácido benzoico en 200 ml de la mezcla etérea (1 ml = 0.05 mg).
- Diluir 10 ml de la solución patrón de ácido benzoico con 200 ml de la mezcla etérea (1 ml = 0.05 mg).

Preparar la solución patrón de ácido sórbico de la siguiente manera:

- Disolver 200 mg de ácido sórbico en 200 ml de mezcla etérea (1 ml = 1 mg).
- Diluir 10 ml de la solución patrón de ácido sórbico en 200 ml de la mezcla etérea (1 ml = 0.05 mg).

Preparar la solución de referencia de la siguiente manera:

- Agitar 100 ml de la mezcla etérea con 10 ml de la solución de ácido metafosfórico, desechando la capa acuosa y seca con 5 gramos de sulfato de sodio anhidro.

La preparación de la curva patrón del ácido benzoico se realiza de la siguiente forma:

- Medir alícuotas de 4 a 18 ml de la solución patrón de ácido benzoico, aforando con la mezcla etérea en matraces volumétricos de 100 ml.
- Determinar la absorbancia de las soluciones, transfiriendo a celdas de 1 cm de paso de luz con tapa.
- Graficar en la región ultravioleta de 220-300 nm, ajustando el instrumento con la mezcla etérea (la máxima absorbancia para el ácido benzoico se tiene a 225 nm).

La preparación de la curva patrón del ácido sórbico se realiza de la siguiente forma:

- Medir alícuotas de 4 a 18 ml de la solución patrón de ácido sórbico, aforando con la mezcla etérea en matraces volumétricos de 100 ml.
- Determinar la absorbancia de las soluciones, transfiriendo a celdas de 1 cm de paso de luz con tapa.
- Graficar en la región ultravioleta de 220-300 nm, ajustando el instrumento con la mezcla etérea (la máxima absorbancia para el ácido sórbico se tiene a 250 nm) (32,34).

La determinación de los resultados se basa en el método de mínimos cuadrados utilizando los datos de absorbancia y concentración del conservador a cuantificar por medio de la ecuación de la recta (ver el anexo):

$$y = mx + b.$$

#### 4.3 Método Estadístico.

Para la interpretación de los resultados obtenidos de los parámetros medidos, fue necesario el uso de una técnica estadística en la que se pudiera inferir si una muestra pequeña de datos con una desviación típica desconocida sigue una hipótesis específica.

El estadístico de prueba que se manejó es el de "Student", este fue descubierto por W. S. Gosset, él se refirió a la cantidad estudiada como t de Student. Se basa en la suposición de que la muestra de datos se acerca a una distribución normal tomando muestras menores de 30 y con una desviación típica desconocida. La expresión de Student es la siguiente:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

donde  $\bar{x}$  es la media muestral de una media  $X_1, X_2, \dots, X_n$  tomada de una distribución normal con  $\mu$  y  $\sigma^2$  (desconocido).

El fundamento de esta prueba es el de examinar una hipótesis relacionada con los valores de un parámetro poblacional. Por lo general, tendremos una teoría o hipótesis acerca de los parámetros, que deseamos apoyar o demostrar.

La hipótesis nula, indicada simbólicamente como  $H_0$ , establece la hipótesis que será sometida a prueba. Así  $H_0$  especifica valores hipotéticos para uno o más parámetros de población. Por ejemplo, podríamos desear probar la hipótesis de que la media de una población es igual a 50, o que las medias de dos poblaciones, digamos  $\mu_1$  y  $\mu_2$  son

iguales.

La decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula se basa en información contenida en una muestra extraída de la población de interés. Los valores de la muestra se usan para calcular un solo número, correspondiente a un punto en la línea recta. Este número opera como ente que toma decisiones y lo llamamos estadístico de prueba. El conjunto completo de valores que el estadístico de prueba puede asumir se divide en dos regiones, la primera correspondiente a la de rechazo y la otra de aceptación. Si el estadístico de prueba calculado a partir de una muestra específica asume un valor dentro de la región de rechazo, entonces la hipótesis nula es rechazada y decidimos a favor de la hipótesis alternativa. Si el estadístico de prueba cae en la región de aceptación, la hipótesis nula es aceptada, es decir, decidimos a favor de la hipótesis nula.

El plantamiento que se utilizó fue el siguiente:

- HIPOTESIS NULA FUE EL PARAMETRO QUE FIJA LA NORMA.
- HIPOTESIS ALTERNATIVA FUE AQUEL RESULTADO QUE ESTUVIERA FUERA DEL RANGO QUE MARCA LA NORMA.
- LA PROBABILIDAD DE ERROR (ALFA) FUE 0.5.

#### 4.4 Condiciones de las pruebas de deterioro.

La evaluación del deterioro de las muestras de margarina de mesa, se realizó con la prueba de índice de peróxido utilizada para determinar la oxidación de grasas. Cabe mencionar que se usaron muestras tomadas al azar de tiendas de autoservicios en las mejores condiciones de refrigeración.

Las pruebas de deterioro buscaron simular condiciones que pudieran

ocurrir con el ama de casa y en la tienda de autoservicio, éstas fueron las siguientes:

Cuadro 5 CONDICIONES DE PRUEBA DE DETERIORO DE LAS MARGARINAS DE PRUEBA.

Periodo de Tiempo	Condición de Prueba.
Tiempo Inicial	Temperatura Ambiente ( 22' C)
Una semana	Temperatura 40' C
Cuatro semanas	Temperatura Ambiente ( 22' C)
Ocho semanas	Temperatura de Refrigeración (3'C)

en base a esto se evaluó la estabilidad del producto a diferentes condiciones, esta prueba no se contempla en la norma específica del producto pero es de particular interés el conocer el comportamiento de ésta.



Capítulo V. Resultados.

5.1 Resultados fisicoquímicos.

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos que se analizaron de acuerdo a la numeración asignada anteriormente a cada una de las muestras fueron los siguientes:

CUADRO 6 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASAS, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE LAS MARGARINAS DE BARRA SIN SAL.

MUESTRA NUMERO	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
20.1	19.49	77.84	2.67	0.04	32.6
20.2	19.58	78.12	2.30	0.10	34.0
20.3	20.18	78.36	1.46	0.10	34.4
22.1	23.47	74.96	1.57	0.08	39.6
22.2	24.06	74.90	1.04	0.05	40.2
22.3	24.40	74.13	1.47	0.11	39.6
23.1	17.34	80.16	2.51	0.06	39.2
23.2	16.81	80.88	2.31	0.05	38.8
23.3	17.69	79.75	2.56	0.06	39.2
25.1	13.94	83.29	2.77	0.06	39.4
25.2	15.83	81.05	3.11	0.07	39.8
25.3	12.93	84.17	2.90	0.07	39.8
27.1	15.13	81.92	2.94	0.04	38.2
27.2	17.20	80.56	2.24	0.04	38.4
27.3	17.78	79.58	2.64	0.05	38.0

El planteamiento de la prueba es el siguiente:

	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
HIPOTESIS NULA	=18.6	=80	=1.4	-----	=38
HIPOTESIS ALTERNA	>18.6	<80	<1.4	-----	>38

CUADRO 7 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASA, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE LAS MARGARINAS DE BARRA SIN SAL.

MUESTRA NUMERO	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
20	19.75	78.10	2.14	0.08	33.67
22	23.98	74.66	1.36	0.08	39.80
23	17.28	80.26	2.46	0.06	39.07
25	14.24	82.84	2.93	0.07	39.67
27	16.70	80.69	2.61	0.04	38.20
=====					
MEDIA TOTAL	18.39	79.31	2.30	0.07	38.08
-----					
PARAMETRO	18.60	80.00	1.40	-----	38.00
MUESTRAS	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
MEDIA MUESTRAS	18.39	79.31	2.30	0.07	38.08
VARIANZA	11.50	8.27	0.37	0.00	5.34
DESVIACION ESTANDAR	3.39	2.88	0.61	0.02	2.31
HIPOTESIS NULA	=18.6	=80	=1.4	-----	=38
HIPOTESIS ALTERNA	>18.6	<80	<1.4	-----	>38
t TEORICA(5%)=	1.76	-1.76	-1.76	-----	1.76
t CALCULADA=	-0.24	-0.93	5.71	-----	0.13
GRADOS LIBERTAD	14.00	14.00	14.00	-----	14.00
SI HIPOTESIS NULA	X	X	X	-----	X
SI HIPOTESIS ALTERNA	-----	-----	-----	-----	-----
=====					

CUADRO 8 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINAS DE BARRA SIN SAL.

MUESTRA NUMERO	CONSERVADORES		SUMA CONSERVADORES	%CLORURO SODIO
	%BENZOICO	%SORBICO		
20.1	0.114	0.000	0.114	0.14
20.2	0.121	0.000	0.121	0.14
20.3	0.224	0.000	0.224	0.19
22.1	0.000	0.051	0.051	0.55
22.2	0.000	0.062	0.062	0.52
22.3	0.000	0.050	0.050	0.71
23.1	0.000	0.061	0.061	0.94
23.2	0.000	0.060	0.060	1.03
23.3	0.000	0.074	0.074	1.02
25.1	0.123	0.062	0.184	0.48
25.2	0.109	0.058	0.167	0.43
25.3	0.125	0.072	0.198	0.50
27.1	0.152	0.076	0.228	0.62
27.2	0.160	0.081	0.241	0.63
27.3	0.161	0.082	0.243	0.64

El planteamiento de la prueba es el siguiente:

	CONSERVADORES		SUMA	%CLORURO
	%BENZOICO	%SORBICO	CONSERVADORES	SODIO
HIPOTESIS NULA	=0.1	=0.1	=0.1	=0.5
HIPOTESIS ALTERNA	>0.1	>0.1	>0.1	>0.5

CUADRO 9 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETRO DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINAS DE BARRA SIN SAL.

NUESTRA NUMERO	CONSERVADORES %BENZOICO	CONSERVADORES %SORBICO	SUMA CONSERVADORES	%CLORURO SODIO
20	0.15	0.00	0.15	0.16
22	0.00	0.05	0.05	0.59
23	0.00	0.07	0.07	1.00
25	0.12	0.06	0.18	0.47
27	0.16	0.08	0.24	0.63
=====				
MEDIA TOTAL	0.14	0.07	0.14	0.57
-----				
PARAMETRO	0.10	0.10	0.10	0.50
MUESTRAS	9.00	12.00	15.00	15.00
MEDIA MUESTRAS	0.14	0.07	0.14	0.57
VARIANZA	0.00	0.00	0.01	0.08
DESVIACION ESTANDAR	0.04	0.01	0.07	0.27
HIPOTESIS NULA	=0.1	=0.1	=0.1	=0.5
HIPOTESIS ALTERNA	>0.1	>0.1	>0.1	>0.5
t TEORICA(5%)=	1.86	1.79	1.76	1.76
t CALCULADA=	3.33	-11.12	2.13	1.00
GRADOS LIBERTAD	8.00	11.00	14.00	14.00
SI HIPOTESIS NULA	-----	X	-----	X
SI HIPOTESIS ALTERNA	X	-----	X	-----
=====				

CUADRO 10 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASAS, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE LAS MARGARINAS DE BARRA CON SAL.

MUESTRA NUMERO	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
21.1	19.08	77.26	3.66	0.04	34.60
21.2	16.95	79.79	3.26	0.09	34.00
21.3	16.90	79.94	3.16	0.09	34.40
24.1	16.53	78.78	4.69	0.04	37.40
24.2	15.44	79.71	4.85	0.05	36.40
24.3	15.07	80.06	4.87	0.06	37.20
26.1	12.51	82.29	5.20	0.06	38.60
26.2	12.66	83.75	3.60	0.06	38.00
26.3	13.26	83.01	3.73	0.06	38.60
28.1	16.07	79.23	4.70	0.07	36.20
28.2	14.19	82.30	3.51	0.05	36.20
28.3	12.76	82.90	4.35	0.05	36.40

El planteamiento de la prueba es el siguiente:

	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
HIPOTESIS NULA	=18.6	=80	=1.4	-----	=38
HIPOTESIS ALTERNA	>18.6	<80	<1.4	-----	>38

CUADRO 11 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASA, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE MARGARINAS DE BARRA CON SAL.

MUESTRA NUMERO	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
21	17.65	79.00	3.36	0.08	34.33
24	15.68	79.52	4.80	0.05	37.00
26	12.81	83.01	4.18	0.06	38.40
28	14.34	81.47	4.19	0.05	36.27
=====					
MEDIA TOTAL	15.12	80.75	4.13	0.06	36.50
-----					
PARAMETRO	18.60	80.00	1.40	-----	38.00
MUESTRAS	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
MEDIA MUESTRAS	15.12	80.75	4.13	0.06	36.50
VARIANZA	4.00	3.74	0.47	0.00	2.24
DESVIACION ESTANDAR	2.00	1.94	0.69	0.02	1.50
HIPOTESIS NULA	=18.6	=80	=1.4	-----	=38
HIPOTESIS ALTERNA	>18.6	<80	<1.4	-----	>38
t TEORICA (5%)=	1.80	1.80	-1.80	-----	1.80
t CALCULADA=	-6.03	1.34	13.71	-----	-3.46
GRADOS LIBERTAD	11.00	11.00	11.00	-----	11.00
SI HIPOTESIS NULA	X	X	X	-----	X
SI HIPOTESIS ALTERNA	-----	-----	-----	-----	-----

CUADRO 12 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINA DE BARRA CON SAL.

MUESTRA NUMERO	CONSERVADORES		SUMA CONSERVADORES	%CLORURO SODIO
	%BENZOICO	%SORBICO		
21.1	0.14	0.00	0.14	1.67
21.2	0.13	0.00	0.13	1.26
21.3	0.12	0.00	0.12	1.19
24.1	0.00	0.04	0.04	3.28
24.2	0.00	0.03	0.03	3.10
24.3	0.00	0.04	0.04	3.56
26.1	0.14	0.09	0.22	1.85
26.2	0.15	0.08	0.23	2.24
26.3	0.14	0.07	0.21	2.10
28.1	0.00	0.08	0.08	2.07
28.2	0.00	0.08	0.08	2.09
28.3	0.00	0.10	0.10	2.01

El planteamiento es el siguiente:

	CONSERVADORES		SUMA	%CLORURO
	%BENZOICO	%SORBICO	CONSERVADORES	SODIO
HIPOTESIS NULA	$\leq 0.1$	$\leq 0.1$	$\leq 0.1$	$\leq 2.5$
HIPOTESIS ALTERNA	$> 0.1$	$> 0.1$	$> 0.1$	$> 2.5$

CUADRO 13 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE LAS MARGARINAS DE BARRA CON SAL.

NUESTRA NUMERO	CONSERVADORES		SUMA	%CLORURO
	%BENZOICO	%SORBICO	CONSERVADORES	SODIO
21	0.13	0.00	0.13	1.37
24	0.00	0.04	0.04	3.31
26	0.14	0.08	0.22	2.06
28	0.00	0.09	0.09	2.06
=====				
MEDIA TOTAL	0.14	0.07	0.12	2.20
-----				
PARAMETRO	0.10	0.10	0.10	2.50
MUESTRAS	6.00	9.00	12.00	12.00
MEDIA MUESTRAS	0.14	0.07	0.12	2.20
VARIANZA	0.00	0.00	0.00	0.52
DESVIACION ESTANDAR	0.10	0.02	0.07	0.72
HIPOTESIS NULA	=0.1	=0.1	=0.1	=2.5
HIPOTESIS ALTERNA	>0.1	>0.1	>0.1	>2.5
t TEORICA(5%)=	2.02	1.86	1.80	-1.80
t CALCULADA=	0.87	-3.89	0.90	-1.44
GRADOS LIBERTAD	5.00	8.00	11.00	11.00
SI HIPOTESIS NULA	X	X	X	X
SI HIPOTESIS ALTERNA	-----	-----	-----	-----
=====				



CUADRO 14 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASA, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE MARGARINAS SUAVES SIN SAL.

MUESTRA NUMERO	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
30.1	17.97	79.11	2.91	0.10	32.8
30.2	13.25	83.77	2.98	0.10	32.2
30.3	17.96	79.21	2.83	0.10	33.0
32.1	17.54	79.89	2.57	0.10	32.8
32.2	18.57	78.52	2.91	0.09	32.4
32.3	16.93	80.32	2.75	0.10	32.8
34.1	18.28	78.96	2.76	0.05	34.0
34.2	16.83	80.25	2.92	0.05	32.0
34.3	17.34	80.25	2.40	0.05	33.2
36.1	21.63	77.02	1.35	0.02	32.4
36.2	22.18	76.21	1.61	0.03	32.6
36.3	19.97	78.33	1.70	0.02	36.6
37.1	17.17	80.35	2.48	0.11	31.6
37.2	17.70	79.73	2.58	0.10	32.4
37.3	11.06	86.18	2.76	0.06	32.2

El planteamiento de la prueba es el siguiente:

	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
HIPOTESIS NULA	=18.6	=80	=1.4	-----	=38
HIPOTESIS ALTERNA	>18.6	<80	<1.4	-----	>38

CUADRO 15 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASA, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION PARA MARGARINAS SUAVES SIN SAL.

MUESTRA NUMERO	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
30	16.40	80.70	2.91	0.10	32.67
32	17.68	79.58	2.74	0.10	32.67
34	17.48	79.82	2.69	0.05	33.07
36	21.26	77.19	1.55	0.02	33.87
37	15.31	82.09	2.61	0.09	32.07
=====					
MEDIA TOTAL	17.63	79.87	2.50	0.07	32.87
-----					
PARAMETRO	18.60	80.00	1.40	-----	38.00
MUESTRAS	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
MEDIA MUESTRAS	17.63	79.87	2.50	0.07	32.87
VARIANZA	7.16	5.55	0.26	0.00	1.29
DESVIACION ESTANDAR	2.68	2.36	0.51	0.03	1.14
HIPOTESIS NULA	=18.6	=80	=1.4	-----	=38
HIPOTESIS ALTERNA	>18.6	<80	<1.4	-----	>38
t TEORICA(5%)=	1.79	-1.79	-1.79	-----	1.79
t CALCULADA=	-1.41	-0.21	8.36	-----	-17.44
GRADOS LIBERTAD	14.00	14.00	14.00	-----	14.00
SI HIPOTESIS NULA	X	X	X	-----	X
SI HIPOTESIS ALTERNA	-----	-----	-----	-----	-----
=====					

CUADRO 16 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE MARGARINAS SUAVES CON SAL.

MUESTRA NUMERO	CONSERVADORES		SUMA CONSERVADORES	%CLORURO SODIO
	%BENZOICO	%SORBICO		
30.1	0.20	0.08	0.28	0.70
30.2	0.20	0.09	0.28	0.70
30.3	0.19	0.08	0.28	0.69
32.1	0.00	0.13	0.13	0.48
32.2	0.00	0.13	0.13	0.50
32.3	0.00	0.12	0.12	0.52
34.1	0.00	0.05	0.05	0.85
34.2	0.00	0.05	0.05	0.91
34.3	0.00	0.05	0.05	0.78
36.1	0.00	0.05	0.05	1.21
36.2	0.00	0.06	0.06	0.92
36.3	0.00	0.06	0.06	1.11
37.1	0.00	0.15	0.15	0.48
37.2	0.00	0.14	0.14	0.47
37.3	0.00	0.12	0.12	0.32

El planteamiento es el siguiente:

	CONSERVADORES		SUMA	%CLORURO
	%BENZOICO	%SORBICO	CONSERVADORES	SODIO
HIPOTESIS NULA	$\leq 0.1$	$\leq 0.1$	$\leq 0.1$	$\leq 0.5$
HIPOTESIS ALTERNA	$> 0.1$	$> 0.1$	$> 0.1$	$> 0.5$

CUADRO 17 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE MARGARINAS SUAVES SIN SAL.

NUESTRA NUMERO	CONSERVADORES		SUMA	%CLORURO
	%BENZOICO	%SORBICO	CONSERVADORES	S/SAL
30	0.20	0.08	0.28	0.70
32	0.00	0.13	0.13	0.50
34	0.00	0.05	0.05	0.85
36	0.00	0.05	0.05	1.08
37	0.00	0.14	0.14	0.42
=====				
NED. TOTAL	0.20	0.09	0.13	0.71
-----				
PARAMETRO	0.10	0.10	0.10	0.50
NUESTRAS	3.00	15.00	15.00	15.00
MEDIA MUESTRAS	0.20	0.09	0.13	0.71
VARIANZA	0.00	0.00	0.01	0.06
DESVIACION ESTANDAR	0.00	0.04	0.08	0.25
HIPOTESIS NULA	=0.1	=0.1	=0.1	=0.5
HIPOTESIS ALTERNA	>0.1	>0.1	>0.1	>0.5
t TEORICA(5%)=	2.35	1.79	1.80	1.79
t CALCULADA=	50.94	-1.06	1.41	3.24
GRADOS LIBERTAD	2.00	14.00	14.00	14.00
SI HIPOTESIS NULA	-----	X	X	-----
SI HIPOTESIS ALTERNA	X	-----	-----	X
=====				

CUADRO 18 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE HUMEDAD, GRASA, SOLIDOS NO GRASOS, ACIDEZ Y PUNTO DE FUSION DE MARGARINAS SUAVES CON SAL.

HUESTRA NUMERO	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
31.1	16.72	78.84	4.43	0.10	32.20
31.2	16.81	78.62	4.57	0.05	33.00
31.3	18.01	77.89	4.09	0.09	33.00
33.1	15.84	80.06	4.10	0.06	33.60
33.2	16.23	79.91	3.86	0.07	33.40
33.3	14.61	82.28	3.11	0.09	33.40
35.1	14.62	79.60	5.78	0.08	32.20
35.2	14.97	78.99	6.04	0.08	32.60
35.3	13.61	80.63	5.76	0.04	31.40
38.1	15.76	80.79	3.45	0.12	31.40
38.2	15.96	80.01	4.03	0.09	32.00
38.3	15.88	80.10	4.01	0.06	32.20

El planteamiento de la prueba es el siguiente:

	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
HIPOTESIS NULA	=18.6	=80	=1.4	-----	=38
HIPOTESIS ALTERNA	>18.6	<80	<1.4	-----	>38

CUADRO 19 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE MARGARINAS SUAVES CON SAL.

NUESTRA NUMERO	%HUMEDAD	%GRASA	%SOLIDOS N/GRASOS	%ACIDEZ	PUNTO DE FUSION
31	17.18	78.45	4.36	0.08	32.73
33	15.56	80.75	3.69	0.07	33.47
35	14.40	79.74	5.86	0.07	32.07
38	15.87	80.30	3.83	0.09	31.87
=====					
NEDIA TOTAL	15.75	79.81	4.44	0.08	32.53
-----					
PARAMETRO	18.60	80.00	1.40	-----	38.00
MUESTRAS	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
MEDIA MUESTRAS	15.75	79.81	4.44	0.08	32.53
VARIANZA	1.27	1.22	0.82	0.00	0.52
DESVIACION ESTANDAR	1.13	1.11	0.90	0.02	0.72
HIPOTESIS NULA	=18.6	=80	=1.4	-----	=38
HIPOTESIS ALTERNA	>18.6	<80	<1.4	-----	>38
t TEORICA(5%)=	1.80	-1.80	-1.80	-----	1.80
t CALCULADA=	-8.73	-0.59	11.69	-----	-26.30
GRADOS LIBERTAD	11.00	11.00	11.00	-----	11.00
SI HIPOTESIS NULA	X	X	X	-----	X
SI HIPOTESIS ALTERNA	-----	-----	-----	-----	-----
=====					

CUADRO 20 RESULTADOS DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE MARGARINAS SUAVES CON SAL.

MUESTRA NUMERO	CONSERVADORES		SUMA	%CLORURO
	%BENZOICO	%SORBICO	CONSERVADORES	S/SAL
31.1	0.17	0.07	0.24	1.97
31.2	0.11	0.09	0.20	2.03
31.3	0.16	0.07	0.23	1.85
33.1	0.13	0.05	0.18	1.91
33.2	0.23	0.12	0.35	1.93
33.3	0.13	0.06	0.19	1.82
35.1	0.00	0.06	0.06	4.00
35.2	0.00	0.06	0.06	4.01
35.3	0.00	0.05	0.05	3.44
38.1	0.00	0.11	0.11	1.76
38.2	0.23	0.12	0.35	1.90
38.3	0.23	0.11	0.34	1.69

El planteamiento de la prueba es el siguiente:

	CONSERVADORES		SUMA	%CLORURO
	%BENZOICO	%SORBICO	CONSERVADORES	S/SAL
HIPOTESIS NULA	$\approx 0.1$	$\approx 0.1$	$\approx 0.1$	$\approx 0.5$
HIPOTESIS ALTERNA	$> 0.1$	$> 0.1$	$> 0.1$	$> 0.5$

CUADRO 21 ANALISIS ESTADISTICO DE LOS PARAMETROS DE CONSERVADORES Y CLORURO DE SODIO DE MARGARINAS SUAVES CON SAL.

MUESTRA NUMERO	CONSERVADORES		SUMA	%CLORURO
	%BENZOICO	%SORBICO	CONSERVADORES	S/SAL
31	0.15	0.08	0.23	1.95
33	0.16	0.07	0.06	3.82
35	0.00	0.06	0.06	3.82
38	0.15	0.11	0.27	1.79
=====				
MEDIA TOTAL	0.17	0.08	0.20	2.36
-----				
PARAMETRO	0.10	0.10	0.10	2.50
NUESTRAS	8.00	12.00	12.00	12.00
MEDIA MUESTRAS	0.17	0.08	0.20	2.36
VARIANZA	0.00	0.00	0.01	0.73
DESVIACION ESTANDAR	0.05	0.03	0.11	0.86
HIPOTESIS NULA	=0.1	=0.1	=0.1	=0.5
HIPOTESIS ALTERNA	>0.1	>0.1	>0.1	>2.5
t TEORICA(5%)=	1.90	1.80	1.80	1.80
t CALCULADA=	4.20	-2.53	3.04	-0.57
GRADOS LIBERTAD	7.00	11.00	11.00	11.00
SI HIPOTESIS NULA	-----	X	-----	X
SI HIPOTESIS ALTERNA	X	-----	X	-----
=====				



## 5.2 Resultados de las pruebas de estabilidad.

A continuación se presentan las tablas de las pruebas de estabilidad que se efectuaron a las margarinas de mesa a diferentes temperaturas y tiempos. Los resultados equivalen a la media aritmética del índice de peróxidos de las tres muestras por marca analizada.

CUADRO 22 ESTABILIDAD DE LAS MARGARINAS DE BARRA SIN SAL A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA Y TIEMPO.

MUESTRA NUMERO	INDICE DE PEROXIDOS (meq peroxidos)			
	AMBIENTE INICIAL	A 40°C 1 SEMANA	AMBIENTE 4 SEMANAS	REFRIGERACION 8 SEMANAS
20	2.5799	3.7478	3.8745	3.0654
22	0.5942	1.3437	1.1484	0.9179
23	1.9850	6.9877	5.1205	3.7077
25	1.0026	1.7533	1.6515	1.4900
27	2.9883	11.2559	7.2503	7.0850

CUADRO 23 ESTABILIDAD DE LAS MARGARINAS DE BARRA CON SAL A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA Y TIEMPO.

MUESTRA NUMERO	INDICE DE PEROXIDOS (meq peroxidos)			
	AMBIENTE INICIAL	A 40°C 1 SEMANA	AMBIENTE 4 SEMANAS	REFRIGERACION 8 SEMANAS
21	3.3283	8.0481	7.3223	6.4157
24	6.9185	14.9836	14.1312	12.8572
26	1.1121	1.8230	1.6358	1.6238
28	5.3583	12.5705	10.7899	6.1169

CUADRO 24 ESTABILIDAD DE LAS MARGARINAS SUAVES SIN SAL A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA Y TIEMPO.

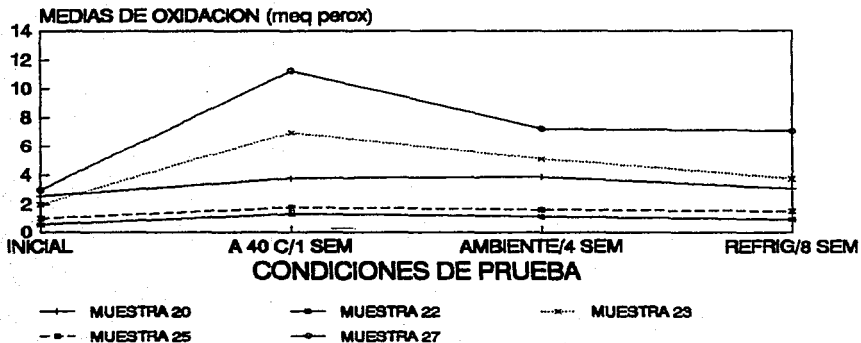
MUESTRA NUMERO	INDICE DE PEROXIDOS (meq peroxidos)			
	AMBIENTE INICIAL	A 40°C 1 SEMANA	AMBIENTE 4 SEMANAS	REFRIGERACION 8 SEMANA
30	2.2803	7.0593	6.2213	5.9304
32	0.4965	2.7371	1.5784	0.9752
34	1.7552	6.3409	3.6053	2.6322
36	6.7426	12.7619	12.4739	10.1643
37	6.2647	14.3378	13.4064	13.2454

CUADRO 25 ESTABILIDAD DE LAS MARGARINAS SUAVES CON SAL A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA Y TIEMPO.

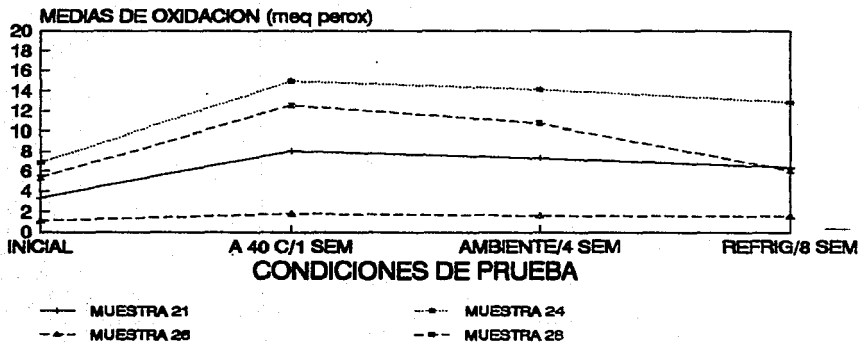
MUESTRA NUMERO	INDICE DE PEROXIDOS (meq peroxidos)			
	AMBIENTE INICIAL	A 40°C 1 SEMANA	AMBIENTE 4 SEMANAS	REFRIGERACION 8 SEMANA
31	2.4765	8.4880	6.4773	6.4379
33	10.0327	18.6014	18.9337	17.6320
35	40.0544	56.4627	54.3875	50.2286
38	11.0097	22.4996	21.8528	21.2706

A continuación se presentan las gráficas en las cuales se observan los resultados anteriores.

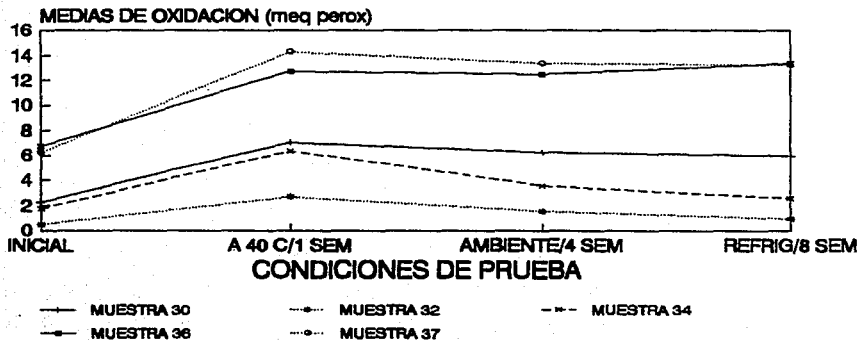
# GRAFICA 1. ESTABILIDAD DE MARGARINAS DE BARRA SIN SAL A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA Y TIEMPO



## GRAFICA 2. ESTABILIDAD DE MARGARINAS DE BARRA CON SAL A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA Y TIEMPO



### GRAFICA 3. ESTABILIDAD DE MARGARINAS SUAVES SIN SAL A DIFERENTES CONDICIONES DE TEMPERATURA Y TIEMPO





## Capítulo VI. Discusión de Resultados.

### 6.1 Normalización.

En base a los resultados obtenidos del análisis de los parámetros fisicoquímicos se puede comentar lo siguiente:

Las margarinas de mesa sin sal tienen un mayor contenido de humedad que las que contienen cloruro de sodio, mientras que el porcentaje de sólidos no grasos está en relación inversa al contenido de humedad.

El porcentaje de grasa se encuentra en general dentro de lo que marca la norma oficial y no existe un comportamiento específico que refleje otra cosa en las muestras analizadas.

Para todos los casos, el valor del porcentaje de acidez resultó menor o igual a 0.08 % de ácido oleico que según Pearson ( 23 ) está abajo del umbral de percepción de la rancidez por parte del paladar que es de 0.5 a 1.5 % de ácido oleico. Ocasionalmente sin embargo, algunos aceites marcadamente rancios, muestran una ligera acidez.

Como era de esperarse las margarinas suaves presentan un valor de punto de fusión más pequeño que las de barra, esto debido a su composición de ácidos grasos insaturados.

En el caso del porcentaje de cloruro de sodio en las margarinas con sal la media de ambas, suaves y de barra resultó dentro del estándar permitido, aunque destacan tres casos que superan el estándar. Lo notable es que estos tres casos son los que utilizan menor cantidad de conservador, es decir sustituyen el efecto del ácido benzoico y/o sórbico por el del cloruro de sodio que como sabemos tiene acción preservativa, pero esto puede afectar el sabor del producto terminado. Otra consecuencia de violar este máximo permitido del cloruro de sodio

es que las marcas en cuestión son susceptibles a sanciones económicas. Para las margarinas que no contienen sal, el promedio aritmético supera al límite superior establecido por la norma oficial. A diferencia de lo que señalamos en el punto anterior aquí no existe una relación inversa entre el contenido de cloruro de sodio y los conservadores, lo que hace pensar que este excedente de cloruro de sodio se debe a un error ocasionado por las malas técnicas de manufactura.

En general y muy independiente del tipo de margarina de mesa, el nivel de la suma de conservadores es superior a lo que marca la ley, lo curioso es que este excedente se debe a la cantidad de ácido benzoico, mientras que el porcentaje de ácido sórbico se encuentra dentro de los estándares permitidos. Además el uso de los conservadores es indiscriminado ya que se usan en los dos tipos de margarina por lo que su efecto no es siempre el mejor ya que está reportado en la bibliografía su uso específico para cada tipo de margarina.

## 6.2 Prueba de Estabilidad.

Finalmente, respecto a las pruebas de estabilidad a diferentes condiciones de temperatura y tiempo, como era de esperar las margarinas suaves presentaron una mayor oxidación que las de barra, esto es debido a que contienen en su estructura una mayor cantidad de ácidos grasos insaturados, así mismo es importante comentar que para este caso el contenido de sal y/o conservador no influye en el resultado puesto que lo que se está analizando es el avance o rapidez del deterioro de los ácidos grasos. A diferencia de la evaluación de los otros parámetros fisicoquímicos en donde no era necesario partir de muestras elaboradas



en la misma fecha o con el mismo proceso, para la determinación de índice de peróxidos a diferentes condiciones de tiempo y temperatura se considera vital el iniciar la prueba con muestras recién elaboradas y almacenadas en las mismas condiciones, manteniendo la variable temperatura constante a diferentes tiempos para que los resultados de la prueba de estabilidad sean veraces. Un ejemplo que ilustra la importancia de lo señalado en el párrafo anterior es el altísimo valor del meq de peróxidos encontrados al inicio en las margarinas suaves con sal.

Además, en las tablas de estabilidad de las margarinas evaluadas a diferentes condiciones de temperatura y tiempo, encontramos que el mayor deterioro se obtuvo en las muestras sometidas a 40 °C por espacio de una semana, seguidas por las de temperatura ambiente por cuatro semanas y finalmente, encontramos a las sometidas a refrigeración por un lapso de tiempo de 8 semanas.

Lo anterior, refleja que indudablemente el factor de temperatura puede ser inhibidor o catalizador de la reacción de oxidación considerando el tiempo de almacenamiento, así una margarina 7 semanas más vieja pero refrigerada es más estable por contener un menor meq de peróxidos que otra a temperatura ambiente a 40 °C.

Dada la falta de un parámetro de referencia que marque la norma para la evaluación, se tiene que en base a los resultados la mayoría de los casos de las muestras analizadas después del periodo de prueba la oxidación es la siguiente: el 55.5 % de estos es menor a 10 meq de peróxidos, el 27.7 % es menor a 15 meq de peróxido, el 5.5 % es menor a 19 % y el 11.1 % es mayor a 22 %. Según Pearson (23), los aceites

recientes tienen usualmente índices de peróxidos muy bajos, inferiores a 10 mEq. Cuando el índice de peróxido se eleva entre 20 y 40 meq empieza a notarse un sabor rancio. En base a esto solo el 11 % del total de muestras pudo tener problemas de oxidación por sabor rancio.

### 6.3 Metodología Estadística.

Hasta ahora se procedió a hacer una breve discusión de resultados en base a las tablas obtenidas después del desarrollo de la parte experimental. Sin embargo, cabe mencionar que para dar veracidad a los resultados se debieron someter éstos a un análisis estadístico. Para este caso se utilizó la distribución de "t" de Student, dicho estudio refleja que en el caso de las margarinas de barra sin sal, el único parámetro fisicoquímico con una variación significativa con respecto al estandar fue el porcentaje de conservadores dado que su adición es de hasta de 0.14%; otros parámetros como el porcentaje de grasa, punto de fusión y el cloruro de sodio que en base al análisis estadístico reflejan que aunque su media está fuera de los estandares y el 60 % de las muestras no están en los estandares no lo hacen significativo al análisis estadístico.

En cambio este mismo estudio nos indica que las margarinas de barra con sal, a pesar de tener algunas medias fuera del estandar, como el promedio del porcentaje de conservadores y que el cloruro de sodio no se encuentre dentro de los estandares no tiene una desviación significativa en base a las pruebas estadísticas.

Asimismo, para las margarinas de mesa suaves en general los parámetros con desviación significativa corresponden al porcentaje de conservadores y a cloruro de sodio.

## Capítulo VII. Conclusiones.

En base al estudio efectuado a las margarinas de mesa se encontró que es necesario un estudio por parte de la Secretaría de Comercio para evaluar las pruebas existentes, que no sólo evalúen las características físicas y químicas, sino que se enfoquen al aspecto de durabilidad en el mercado, en base a pruebas de estabilidad que reflejen en forma real la condición del producto, ya que muchos productores solo se limitan a una prueba de sabor que puede ser subjetiva si el panel no está acostumbrado al perfil del producto. Para lograr esto, los productores pueden apoyarse en las pruebas necesarias para fijar un estándar de estabilidad, esto debido a que algunos productos no manejan vida de anaquel reportada en su empaque por lo que no se puede determinar si es producto reciente, por lo que el productor debe indicar en sus productos la vida de anaquel aunado a una rotación de producto en los puntos de mayor venta, así como un reporte de las condiciones de almacenaje y presentación en el anaquel por el personal de Aseguramiento de Calidad que deberá ser entregado a la Secretaría de Salud.

Lo anterior reflejó un problema que no corresponde directamente a los productores sino a los organismos que regulan y reglamentan los productos alimenticios y que es de mayor importancia, algo que denota que el consumidor no es la parte más importante de la cadena de un producto sino el productor, por lo que no existe ninguna prueba establecida que involucre la calidad en el anaquel.

Otro problema en el que deben trabajar los productores de las margarinas es la verificación de sus estándares de calidad, ya que en el caso de conservadores, las dosificaciones son hasta el 100 % en

exceso lo que nos lleva a las siguientes preguntas ¿ La calidad de las materias primas es la adecuada ?, ¿ Qué controles de dosificación se llevan a cabo ? y ¿ Qué control de calidad tiene el producto terminado?. Lo anterior se simplifica a una severa falla en los procedimientos de elaboración de sus productos.

En resumen, este tipo de estudio por sencillo que parezca es muy importante por el hecho de que detecta problemas que pueden estar regulados y no regulados, que repercuten en la calidad de cualquier producto que al final de cuentas afectan al consumidor y que deben ser controlados y eliminados por la Secretaria de Salud y la Secretaria de Comercio con acciones francas en la búsqueda de mejoras en beneficio de las partes involucradas.

Esto en conjunción con la apertura del Tratado de Libre Comercio revelan que la industria Mexicana del área de Margarinas de Mesa y las Secretarías que regulan estos productos deben pensar seriamente en mejorar sus controles internos y externos para tener un producto de alta calidad en el mercado nacional que pueda competir contra los productos extranjeros y que un momento dado se pueda exportar a otros países.

## Capítulo VIII Bibliografía.

### 8.1 Bibliografía Básica.

- 1.- Andersen, A.J.C., y Williams P.N. "Margarine" 2a. ed. Pergamon Press, Londres. 1965.
- 2.- Badui, D.S. "The Analysis of Fats and Oils" 1a. ed. Alhambra Mexicana, México. 1982.
- 3.- Barthel, G. y W. Grosh "Peroxide Value Determination-Comparison of Some Methods" J.A.O.C.S. 1981.
- 4.- Bernardini, E. "Tecnología de Grasas y Aceites" 1a. ed. Alhambra, España. 1981.
- 5.- Bessler, T.R. "Providing Lubricity in Food Fat Systems" J.A.O.C.S. 1765, 60 (1983).
- 6.- Desrosier, N.W. "Elementos de Tecnología de Alimentos" 1a. ed. C.E.C.S.A., México. 1985.
- 7.- Fennema, O.R. "Introducción a la Ciencia de los Alimentos" 1a. ed. Reverte, Barcelona. Vol I. 1981.
- 8.- Fioriti, J.A. "Chemical and Organoleptic Properties of Oxidized Fats" J.A.O.C.S. 219, 51 (1974).
- 9.- Fioriti, J.A. "Chemical and Organoleptic Properties and Dried Emulsions" J.A.O.C.S. 395, 52 (1975).
- 10.- Friberg, S. "Food Emulsions" Marcel Dekker, Inc., U.S.A. 1976. R.C. Walker (Ed). Champaign A. Illinois, 1983.
- 11.- Furia, T.E. "Handbook of Food Additives" 2a ed. CRC Press, U.S.A., Vol II. 1980.
- 12.- Gander, K.F. "Changing Trends in Consumers Margarines" J.A.O.C.S. 417, 53 (1976).
- 13.- Gray, J.I. "Measurement of Lipid Oxidation: A Review" J.A.O.C.S. 55, 539 (1978).
- 14.- Greenwell, B.A. "Chilling and Crystalization of Shortenings and Margarines" J.A.O.C.S. 206, 58 (1981).
- 15.- Haighton, A.J. "Blending, Chilling and Tempering of Margarines and Shortening" J.A.O.C.S. 53, 397 (1976).
- 16.- Landers, R.E. "Vegetable Oils: Effects Nutricional Values" J.A.O.C.S. 255, 58 (1981).

- 17.- Lesieur, B. "Salad and Cooking Oils" J.A.O.C.S. 414, 53 (1976).
- 18.- Massiello, F.J. "Changing Trends in Consumers Margarines" J.A.O.C.S. 26, 55 (1978).
- 19.- Mattil, K.F. "Baileys Industrial Oil and Fats Products" 3a ed. D. Swern (Ed). Interscience Publ., Nueva York. 1964.
- 20.- Mehlenbacher, V.C. "The Analysis of Fats and Oils" 1a ed. Garrard Press, Champaign. IL. 1960.
- 21.- Mikta, S.C. "Margarine: 100 Years of Technological and Legal Progress" J.A.O.C.S. 48, 169A (1971).
- 22.- Othmer, K. "Encyclopedia of Chemical Technology" 3a ed. Wiley-Interscience Publ., E.U.A. Vol 23. 1983.
- 23.- Pearson, D. "The Chemical Analysis of Food" 6a ed. J & A Churchill, Londres. 1970.
- 24.- Sherwin, E.R. "Oxidation and Antioxidants in Fats and Oils Processing" J.A.O.C.S. 809, 55(1978).
- 25.- Slover, H.T. "Lipids in Margarines and Margarine-Like Foods" J.A.O.C.S. 775, 62 (1985).
- 26.- Screenivasan, B. "Interistification of Fats" J.A.O.C.S. 796, 55 (1978).
- 27.- Weiss, T.J. "Food and Oilss and Their Uses" 2a ed. AVI Publ., Conecticut. 1980.
- 28.- Wiederman, L.H. "Margarine Oil Formulation and Control" J.A.O.C.S. 43, 520A(1968).
- 29.- Wiederman, L.H. "Margarine and Margarine Oil Formulation and Control" J.A.O.C.S. 55, 823(1978).
- 30.- Wollen, A. "Food Industries Manual" 20a ed. Leonard Hill, Londres 1969.
- 31.- American Oil Chemist Society, Official and Tentative Methods, 3a ed. R.C. Walker (Ed). Champaign, Illinois., 1963.
- 32.- Association of Official Agricultural Chemist. Official Methods of Analysis. 14a ed. Washington, D.C. 1984.
- 33.- Grindsted Products A/S. "Technical Report of Margarines". 1988.
- 34.- Laboratorio Nacional de Salud Pública. Dirección General de Epidemiología , "Control Físicoquímico de Productos Lácteos".

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

35.- Norma Oficial Mexicana Num. F-16-8-1978.

36.- Secretaria de Salubridad y Asistencia. "Técnicas para el Análisis Microbiológico y Fisicoquímico de Lacticidios. Vol. III.

ANEXOS.

1) Cálculo de la Curva Patrón de Acido Benzóico.

La determinación de la curva patrón del ácido benzóico se realizó siguiendo el procedimiento descrito en el punto 4.2.7, dando los siguientes resultados:

SOLUCION PATRON DE ACIDO BENZOICO (ml)	ABSORBANCIA (nm)		CONCENTRACION (mg/ml)
	EXPERIMENTAL	TEORICO	
4.0	0.217	0.226	0.002
6.0	0.323	0.324	0.003
8.0	0.422	0.422	0.004
10.0	0.535	0.519	0.005
12.0	0.613	0.617	0.006
14.0	0.711	0.714	0.007
16.0	0.811	0.812	0.008
18.0	0.936	0.989	0.009
20.0	1.001	1.007	0.010
22.0	1.089	1.104	0.011

Encontrando que su comportamiento correspondía al de una recta al graficar los datos, por lo que mediante el método de mínimos cuadrados se calcularon las variables para la determinación de la concentración del ácido benzóico por medio de una calculadora con funciones estadísticas, estas variables son las siguientes:



- Y = Variable en el eje de las abscisas ( Absorbancia ).  
X = Variable de el eje de las ordenadas ( Concentración ).  
m = Pendiente de la recta.  
b = Ordenada al origen.  
c.c. = Coeficiente de correlación.

El calculo de las concentraciones de ácido benzóico se realizó con la siguiente ecuación:

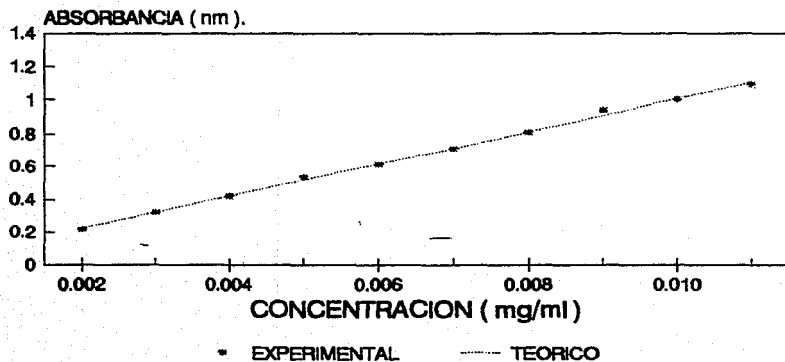
ACIDO BENZOICO

$$Y = 97.51(X) + 0.03195.$$

$$C.C. = 0.9991405.$$

A continuación se presenta la Grafica A de la Curva Patrón de Acido Benzóico.

## GRAFICA A. CURVA PATRON ACIDO BENZOICO



2) Cálculo de la Curva Patrón de Acido Sòrbico.

La determinación de la curva patrón del ácido sòrbico se realizó siguiendo el procedimiento descrito en el punto 4.2.7, dando los siguientes resultados:

SOLUCION PATRON DE ACIDO SORBICO (ml)	ABSORBANCIA (nm)		CONCENTRACION (mg/ml)
	EXPERIMENTAL	TEORICO	
1.0	0.137	0.150	0.0005
2.0	0.273	0.276	0.001
4.0	0.521	0.527	0.002
6.0	0.785	0.779	0.003
8.0	1.044	1.031	0.004
10.0	1.310	1.283	0.005
12.0	1.539	1.534	0.006
14.0	1.781	1.787	0.007
16.0	2.018	2.039	0.008

Encontrando que su comportamiento correspondía al de una recta al graficar los datos, por lo que mediante el método de mínimos cuadrados se calcularon las variables para la determinación de la concentración del ácido sòrbico por medio de una calculadora con funciones estadísticas, estas variables son las siguientes:

- Y = Variable en el eje de las abcisas ( Absorbancia ),  
X = Variable de el eje de las ordenadas ( Concentración ),  
m = Pendiente de la recta.  
b = Ordenada al origen.  
c.c.= Coeficiente de correlación.

El cálculo de las concentraciones de ácido sórbico se realizó con la siguiente ecuación:

ACIDO SORBICO

$$Y = 251.77(X) + 0.02428.$$

$$C.C. = 0.9997172$$

A continuación se presenta la Grafica B de la Curva Patrón de Acido Sbrbico.

## GRAFICA B CURVA PATRON ACIDO SORBICO

