

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**“DETERMINACIÓN DEL BALANCE HIDRÓFILO-LIPÓFILO (HLB) REQUERIDO DE GRASAS Y ACEITES DE ORIGEN VEGETAL Y ANIMAL, PARA SU UTILIZACIÓN EN LAS FORMULACIONES FARMACÉUTICAS Y COSMÉTICAS”**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR

MÓNICA LILIANA GODOY TOBAR  
DUBY MARLENE SALINAS BENÍTEZ  
ANA MARÍA VELASCO BAIREZ

PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIATURA EN QUIMICA Y FARMACIA

MARZO 2004

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA



**©2004, DERECHOS RESERVADOS**

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,  
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

**SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

## **UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

### **Rectora**

Dra. Maria Isabel Rodríguez

### **Secretaria General**

Lcda. Lidia Margarita Muñoz Vela

## **FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA**

### **Decano**

Lic. Salvador Castillo Arévalo

### **Secretaria**

Ms. Miriam del Carmen Ramos de Aguilar

## **COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

### **Coordinadora General**

Lcda.. Maria Concepción Odette Rauda Acevedo

### **Asesora del Área de Química Legal y Análisis Toxicológico**

Lcda. Maria Luisa Ortiz de López

### **Asesore del Área de Contaminación Ambiental**

Lcda.. Cecilia Gallardo de Velásquez

### **Docente Director**

Lcda.. Mercedes Rossana Brito de Gámez

### **Docente Director**

Ing. Sergio Armando Maravilla

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS TODOPODEROSO**

Por permitirnos alcanzar este triunfo tan anhelado en nuestras vidas.

### **A NUESTROS PADRES**

Por su gran amor y apoyo incondicional, la comprensión y el cariño que nos han acompañado en todo momento a lo largo de nuestras vidas.

### **A NUESTROS HERMANOS**

Por su colaboración en los “favorcitos” que necesitamos en algunas ocasiones, por su cariño y la paciencia que nos brindan día con día.

### **A NUESTROS ASESORES**

Por su ayuda, colaboración e interés mostrado a lo largo de nuestra investigación.

### **A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

Por abrirnos las puertas en su Alma Mater y brindarnos la oportunidad de realizar nuestro proceso de aprendizaje.

AL CENTA

Que nos abrió sus puertas para la  
realización del presente trabajo.

AL LIC. ARTURO GARCIA MAZZINI

Por su colaboración oportuna y  
desinteresada en el desarrollo de nuestra  
investigación.

AL ING. ENRIQUE ESCANDON

Representante de Uniquema México, por  
habernos proporcionado materias primas  
indispensables para lograr el objetivo  
propuesto.

A TODOS USTEDES MUCHAS GRACIAS

**ANA MARIA, DUBY Y MONICA**

## **DEDICATORIA**

Le doy gracias, primeramente a **DIOS TODOPODEROSO**, y a la **VIRGEN SANTÍSIMA** porque siempre han estado conmigo a lo largo de toda mi carrera y por haberme iluminado y guiado a preservar con fe y esperanza para poder culminar mi carrera.

Muchas gracias a mis **PADRES**, por haberme brindado todo su amor, comprensión, enseñanzas, confianza, por sus consejos y por el enorme sacrificio que sin su apoyo incondicional no habría podido alcanzar este triunfo, los amó y les dedico a ustedes este triunfo.

Gracias a mis **HERMANOS**, porque a través de sus ejemplos me han enseñado a ser siempre responsable y dedicada en mis estudios, por todos los momentos que hemos compartido y por apoyarme siempre.

A mis familiares que siempre me han demostrado todo su cariño y apoyo y a mis amigos que me han brindado su amistad incondicional, especialmente a Mónica y DUBY porque juntas hemos logrado con éxito este triunfo.

Sin olvidarme de los docentes directores por su asesoría excepcional en la realización del presente trabajo y asesores por su valiosa y eficiente orientación en el trabajo de nuestra tesis, y a todos mis profesores en especial al Lic. Arturo Garcia Mazzini por su colaboración oportuna y desinteresada en la elaboración del presente trabajo y cariño.

A quienes con amor dedico mi triunfo.

**Ana María Velasco**

Infinitas gracias a **DIOS** y a la **VIRGEN MARIA** por permitirme culminar esta etapa de mi vida con excito y con la presencia de **MAMÁ Y PAPÁ** a quienes les dedico con todo mi corazón este tan anhelado triunfo; gracias por su apoyo, comprensión y sobre todo por su amor a lo largo de mi vida.

Este logro también es tuyo **MICHELLE**, agradezco tu colaboración y los consejos brindados, y sé que siempre contaré con tu ayuda para que todo resulte lo mejor posible. No me olvido de **DAVID** pues sé que compartes conmigo este triunfo.

Especiales agradecimientos a los Docente Directores por su guía en la realización de esta investigación.

A mis compañeras Ana María y Duby porque juntas fuimos caminando y avanzando hasta llegar a la meta. Qué alegría verdad?;

**Mónica**

Este triunfo es el resultado del esfuerzo y la dedicación de muchas personas importantes en mi vida, que me guiaron desde el inicio o a lo largo del camino para alcanzarlo, sin su ayuda solo hubiese quedado en el intento. Dedico este logro a Dios quien me mostró las huellas y quien me dio la salud, la paciencia y la energía para lograrlo, a mis padres Mario y Alicia pilares sobre los cuales se fundamenta mi educación espiritual y profesional, que con su ejemplo y amor forjaron en mí las aptitudes necesarias para alcanzarla. A todos los educadores que intervinieron en mi formación, por su paciencia, constancia y cariño. A Mónica y Ana María mis compañeras en esta aventura, por su dedicación, motivación y su disposición en las buenas y en las malas.

**Duby Marlene Salinas**



## INDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Nº</b>
<b>Pág</b>	
Introducción	xx
<b>Capítulo I</b>	
1.0 Objetivos	
1.1 Objetivo General	
1.2 Objetivos Específicos	
<b>Capítulo II</b>	
2.0 Marco Teórico	25
2.1 Las Grasas	25
2.1.1 Generalidades	25
2.1.2 Propiedades de las grasas	27
2.2 Emulsiones	28
2.2.1 Generalidades	28
2.2.2 Composición Química de una emulsión	28
2.2.3 Tipos de emulsión	31
2.2.4 Ventajas de las emulsiones	32
2.3 Modelos Básicos para la formulación de emulsiones	33
2.3.1 Formulaciones basadas en el método del equilibrio	
Hidrófilo-Lipófilo (HLB)	33

2.3.2	Formulaciones basadas en la formulación de un jabón (in situ)	33
2.3.3	Formulaciones basadas en la formulación de complejos hidrotrópicos entre alcoholes grasos y alcoholes grasos sulfatados	33
2.4	El Sistema HLB	34
2.5	Sustancias grasas analizadas	35
2.5.1	Introducción	35
2.5.2	Manteca o grasa de cerdo	36
2.5.3	Aceite de Hígado de Bacalao	37
2.5.4	Aceite de Maíz	38
2.5.5	Aceite de Oliva	39
<b>Capítulo III</b>		
3.0	Diseño metodológico	41
3.1	Investigación bibliográfica	41
3.2	Investigación de campo	41
3.2.1	Tipo de estudio	41
3.2.2	Universo y muestra	42
3.3	Parte experimental	42
3.3.1	Caracterización de la manteca y aceites	42
a)	Índice de Acidez	43
b)	Índice de Saponificación	44
c)	Índice de Peróxido	46

d) Índice de Refracción	48
e) Gravedad específica	48
3.3.2 Determinación del HLB requerido utilizando combinación de emulsificantes.	50

## **Capítulo IV**

4.0 Resultados y Análisis	61
4.1 Caracterización de la Manteca de Cerdo y los aceites Maíz, Oliva y de Hígado de Bacalao	61
4.1.1 Índice de Acidez	61
4.1.2 Índice de Saponificación	63
4.1.3 Índice de Peróxido	65
4.1.4 Índice de Refracción	67
4.1.5 Gravedad específica	68
4.2 Análisis de los resultados obtenidos en la caracterización de las grasas y aceites.	69
4.3 Resultados y análisis en la determinación del HLB requerido por las grasas utilizando combinaciones de emulsificantes	72
4.3.1 Aceite de Maíz	72
4.3.2 Aceite de Oliva	79
4.3.3 Aceite de Hígado de Bacalao	86
4.3.4 Manteca de Cerdo	93

4.4 Resultados y análisis de la aplicación de pruebas de estabilidad acelerada (Temperatura, Almacenamiento y Centrifugación) a las emulsiones con valores de HLB encontrados	99
<b>Capítulo V</b>	
5.0 Conclusiones	110
<b>Capítulo VI</b>	
6.0 Recomendaciones	113
Bibliografía	
Glosario	
Anexos	

## INDICE DE TABLAS

- TABLA 1** Cantidad de tensioactivos para emulsiones del 5.0% de mezcla de emulsificantes.
- TABLA 2** Cantidad de tensioactivos para emulsiones del 7.5% de mezcla de emulsificantes.
- TABLA 3** Cantidad de tensioactivos para emulsiones del 10.0% de mezcla de emulsificantes.
- TABLA 4** Valores de HLB calculados para los diferentes porcentajes de emulsificantes.
- TABLA 5** Resultado de la determinación del Índice de Acidez.
- TABLA 6** Resultado de la determinación del Índice de Saponificación.
- TABLA 7** Resultado de la determinación del Índice de Peroxido.
- TABLA 8** Resultado de la determinación del Índice de Refracción.
- TABLA 9** Resultado de la determinación de Gravedad Especifica.
- TABLA 10** Resultados de análisis Físico-Químicos.
- TABLA 11** Prueba de almacenamiento a – 5°C de las emulsiones de Aceite de Maíz.
- TABLA 12** Prueba de centrifugación de las emulsiones de Aceite de Maíz a 2500 r.p.m.
- TABLA 13** Prueba de almacenamiento a – 5°C de las emulsiones de Aceite de Maíz a – 5°C. (HLB preliminares)
- TABLA 14** Prueba de centrifugación de las emulsiones de Aceite de Maíz 2500 r.p.m. (HLB preliminares)

**TABLA 15** Prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  de las emulsiones de Aceite de Oliva.

**TABLA 16** Prueba de centrifugación de las emulsiones de Aceite de Oliva a 2500 r.p.m

**TABLA 17** Prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  de las emulsiones de } Aceite de Oliva.(HLB preliminares)

**TABLA 18** Prueba de centrifugación de las emulsiones de Aceite de Oliva a 2500 r.p.m. (HLB preliminares)

**TABLA 19** Prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  de las emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao.

**TABLA 20** Prueba de centrifugación de las emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao a 2500 r.p.m

**TABLA 21** Prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  de las emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao (HLB preliminares).

**TABLA 22** Prueba de centrifugación de las emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao a 2500r.p.m. (HLB preliminares)

**TABLA 23** Prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  de las emulsiones de Manteca de Cerdo.

**TABLA 24** Prueba de centrifugación de las emulsiones de Manteca de Cerdo a 2500 r.p.m.

**TABLA 25** Prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  de las emulsiones de Manteca de Cerdo. (HLB preliminares)

- TABLA 26** Prueba de centrifugación de las emulsiones de Manteca de Cerdo a 2500 r.p.m. (HLB preliminares)
- TABLA 27** HLB seleccionados.
- TABLA 28** Prueba de almacenamiento a 4°C por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Maíz.
- TABLA 29** Prueba de centrifugación a 2500 r.p.m. de emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Maíz.
- TABLA 30** Prueba de almacenamiento a –5°C por una semana a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Maíz.
- TABLA 31** Prueba de almacenamiento a temperatura ambiente por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Maíz.
- TABLA 32** Prueba de almacenamiento a 4°C por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Oliva.
- TABLA 33** Prueba de centrifugación a 2500 r.p.m. de emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Oliva.
- TABLA 34** Prueba de almacenamiento a –5°C por una semana a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Oliva
- TABLA 35** Prueba de almacenamiento a temperatura ambiente por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Oliva.
- TABLA 36** Prueba de almacenamiento a 4°C por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Hígado de Bacalao.
- TABLA 37** Prueba de centrifugación a 2500 r.p.m. de emulsiones con el HLB requerido del aceite de Hígado de Bacalao.

- TABLA 38** Prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  por una semana a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Hígado de Bacalao.
- TABLA 39** Prueba de almacenamiento a temperatura ambiente por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Hígado de Bacalao.
- TABLA 40** Prueba de almacenamiento a  $4^{\circ}\text{C}$  por un mes a emulsiones con el HLB requerido de la Manteca de Cerdo.
- TABLA 41** Prueba de centrifugación a 2500 r.p.m. de emulsiones con el HLB requerido de la Manteca de Cerdo.
- TABLA 42** Prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  por una semana a emulsiones con el HLB requerido de la Manteca de Cerdo.
- TABLA 43** Prueba de almacenamiento a temperatura ambiente por un mes a emulsiones con el HLB requerido de la Manteca de Cerdo.
- TABLA 44** Resultados de pruebas de estabilidad confirmativas.



## INDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1** Esquema del tipo de emulsión aceite en agua.
- FIGURA 2** Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Aceite de Maíz.
- FIGURA 3** Gráfica de prueba de centrifugación a 2500 r.p.m. a emulsiones de Aceite de Maíz.
- FIGURA 4** Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Aceite de Maíz (HLB preliminares).
- FIGURA 5** Gráfica de prueba de centrifugación a 2500r.p.m. a emulsiones de Aceite de Maíz (HLB preliminares).
- FIGURA 6** Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Aceite de Oliva.
- FIGURA 7** Gráfica de prueba de centrifugación a 2500r.p.m. a emulsiones de Aceite de Oliva.
- FIGURA 8** Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Aceite de Oliva (HLB preliminares).
- FIGURA 9** Gráfica de prueba de centrifugación a 2500r.p.m. a emulsiones de Aceite de Oliva (HLB preliminares).
- FIGURA 10** Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao.
- FIGURA 11** Gráfica de prueba de centrifugación a 2500r.p.m. a emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao.

**FIGURA 12** Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao (HLB preliminares).

**FIGURA 13** Gráfica de prueba de centrifugación a 2500r.p.m. a emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao (HLB preliminares).

**FIGURA 14** Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Manteca de Cerdo.

**FIGURA 15** Gráfica de prueba de centrifugación a 2500r.p.m. a emulsiones de Manteca de Cerdo.

**FIGURA 16** Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Manteca de Cerdo (HLB preliminares).

**FIGURA 17** Gráfica de prueba de centrifugación a 2500r.p.m a emulsiones de Manteca de Cerdo (HLB preliminares).

## INDICE DE ANEXOS

- ANEXO Nº 1** Material, equipo, reactivos y materia prima.
- ANEXO Nº 2** Preparación de reactivos.
- ANEXO Nº 3** Estandarización de reactivos.
- ANEXO Nº 4** Registro de pesada para emulsiones de Aceite de Maíz.
- ANEXO Nº 5** Registro de pesada para emulsiones de Aceite de Oliva.
- ANEXO Nº 6** Registro de pesada para emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao.
- ANEXO Nº 7** Registro de pesada para emulsiones de Manteca de Cerdo.
- ANEXO Nº 8** Esquema de trabajo para la selección del HLB requerido de las sustancias grasas.
- ANEXO Nº 9** Tabla de valores de HLB resultante de la combinación de emulsificantes.
- ANEXO Nº 10** Información técnica de Tween 80.
- ANEXO Nº 11** Información técnica de Span 80

## INTRODUCCION

La falta de un valor establecido y comprobado de HLB que requieren las grasas y aceites de origen natural, para emulsionar, ha hecho difícil la formulación de medicamentos a base de ellas y su aplicación en productos cosméticos, bajo la forma farmacéutica de emulsión, que reúna las características organolépticas y la estabilidad necesaria para que sean disponibles y aceptadas por la población salvadoreña interesada en consumirlas.

Hoy en día se conoce la importancia que ofrecen los agentes tensioactivos en la industria farmacéutica y la necesidad de determinar el HLB que requiere cualquier ingrediente que se desee emulsificar.<sup>(16)</sup>

En el presente trabajo se determinó el valor de HLB requerido de las siguientes sustancias:

- Aceite de Oliva
- Aceite de Maíz
- Aceite de Hígado de Bacalao
- Manteca de Cerdo.

Las cuales, son materias primas utilizadas en la cátedra de Tecnología Farmacéutica para la preparación y formulación de emulsiones.

Las grasas actualmente no son comercializadas bajo una forma farmacéutica, a excepción del aceite de hígado de bacalao que se comercializa en forma de emulsiones a partir de gomas y otras sustancias

mucilaginosas, no así, las demás grasas analizadas que se encuentran únicamente en la forma como han sido extraídas. Sin embargo, por su precio, disponibilidad, acciones farmacológicas y cosméticas estas son consumidas a pesar de sus propiedades organolépticas características: mal sabor y/o mal olor.

Los trabajos de investigación realizados a estas grasas y aceites se han enfocado únicamente en establecer su composición química y las posibles propiedades fisioterapéuticas, haciendo difícil el desarrollo de una forma farmacéutica adecuada que enmascare el mal sabor y olor de estas materias primas.

Para determinar los valores de HLB requeridos por cada grasa, se prepararon emulsiones de tipo aceite en agua, bajo idénticas condiciones y conteniendo las mismas cantidades de fase acuosa y oleosa. En ellas, únicamente se variaron los porcentajes de tensioactivos no iónicos con HLB conocido, para obtener de tal forma, diferentes valores de HLB en cada una de las emulsiones. El porcentaje de mezcla de emulsificante utilizado para este tipo de emulsión oscila entre 5.0% - 10.0%, en nuestro trabajo se utilizaron porcentajes de 5.0%, 7.5% y 10.0% que se encuentran dentro de este rango. Los tensioactivos no iónicos utilizados fueron: Tween 80 (HLB = 15) y Span 80 (HLB = 4.3). El HLB resultante de la combinación de tensioactivos que produjo la emulsión más estable, después de ser sometida a pruebas de estabilidad físicas (Agitación, almacenamiento, y temperatura), se consideró que era el requerido para la grasa o aceite analizado.

# **CAPITULO I**

## **OBJETIVOS**

## **1.0 OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo General:**

Determinar el Balance Hidrófilo – Lipófilo (HLB) requerido de grasas y aceites de origen vegetal y animal para su utilización en las formulaciones farmacéuticas y cosméticas.

### **1.2 Objetivos Específicos:**

1.2.1 Realizar análisis físico-químicos para caracterizar la manteca de Cerdo y los aceites de Maíz, Oliva y de Hígado de Bacalao.

1.2.2 Determinar el HLB requerido de la Manteca de Cerdo y de los aceites de Maíz, Oliva y de Hígado de Bacalao, para una emulsión de Aceite en Agua utilizando mezclas de agentes emulsificantes no iónicos con HLB conocido.

1.2.3 Utilizar los valores encontrados de HLB requerido de los aceites y de la manteca para ensayar emulsiones de tipo aceite en agua.

1.2.4 Aplicar pruebas de estabilidad acelerada (Temperatura, Almacenamiento y Centrifugación) a las emulsiones ensayadas.

# CAPITULO II

## MARCO TEÓRICO



**©2004, DERECHOS RESERVADOS**

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,  
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

**SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**



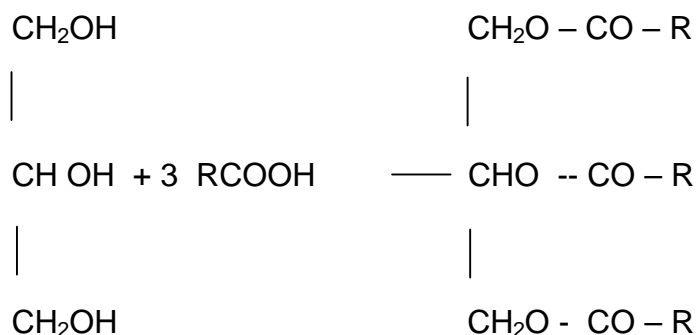
## 2.0 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Las Grasas

#### 2.1.1 Generalidades

Las grasas o cuerpos grasos desde el punto de vista químico son mezclas de esteres carboxílicos derivados de un solo alcohol, el glicerol ( $\text{HOCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$ ) llamados por eso glicéridos. Cada grasa se compone de glicéridos derivados de muchos ácidos carboxílicos diferentes. Las proporciones de los diversos ácidos varían de unas grasas a otras; cada una de ellas tiene su composición característica, que no difiere mucho de una muestra a otra.<sup>(9)</sup>

Según su consistencia, las grasas se pueden clasificar en grasas líquidas o aceites, grasas semiblandas o mantecas y grasas sólidas o sebos. Por su estructura química las grasas son triesteres de la glicerina pues estos representan más del 95% en peso de la mayoría de estas sustancias.



R representa un radical alquilo, saturado o no, integrado por un número considerable de átomos de carbono que va desde  $\text{C}_3$  hasta  $\text{C}_{17}$ , salvo los compuestos  $\text{C}_3$  y  $\text{C}_5$ , solo se encuentran cantidades impares de ácidos con número par de carbonos pues se generan de dos en dos carbonos a la vez a partir de unidades de ácido acético, así, el número par de carbonos es la

consecuencia natural de la síntesis de dichos ácidos en los sistemas biológicos.

Entre los constituyentes minoritarios de las grasas y aceites se encuentran:

- Monoglicéridos y diglicéridos: son mono y di ésteres de ácidos grasos y glicerol, ambos son agentes emulgentes y están presentes naturalmente en pequeñas cantidades tanto en grasas animales como en aceites vegetales.
- Ácidos grasos libres: Son ácidos grasos no esterificados presentes en una grasa, algunos aceites no refinados presentan un alto contenido, pero estos niveles se reducen en el proceso de refinado.
- Fosfátidos: Son polialcoholes (generalmente glicerol) combinados con ácidos grasos, ácido fosfórico y un compuesto nitrogenado. La lecitina y la cefalina son los fosfátidos más comunes de las grasas. El proceso de refinado elimina los fosfátidos de las grasas y de aceites.
- Esteroles: Son alcoholes esteroideos que constituyen una familia de sustancias que contienen un núcleo común esteroideo más una cadena de 8-10 átomos de carbono y un radical alcohol. El colesterol es el esteroide mayoritario en las grasas animales pero se encuentra en cantidades traza en aceites vegetales. Los esteroides de aceites vegetales se denominan colectivamente fitoesteroides, el sitosterol y el estigmasterol son los esteroides de aceites vegetales más comunes. (9)

- Alcoholes grasos: son alcoholes de cadena larga y tienen poca importancia en la mayoría de las grasas.
- Tocoferoles: Estos sirven como agentes antioxidantes pues retardan el enranciamiento y como fuente de vitamina E. Los tocoferoles, no se encuentran en cantidades apreciables en las grasas de origen animal.
- Carotenoides: son sustancias coloreadas presentes naturalmente en las grasas y aceites. Su color varía desde el amarillo al rojo intenso. Los niveles de estos compuestos se reducen durante el proceso normal de los aceites para darle color, aroma y estabilidad aceptables.
- Vitaminas: en general, la mayoría de las grasas y aceites no son buenas fuentes de vitaminas, exceptuando la vitamina E. <sup>(9)</sup>

### **2.1.2 PROPIEDADES DE LAS GRASAS**

Todas las grasas sólidas o líquidas son menos densas que el agua y su gravedad específica esta comprendida entre 0.92 y 0.95g/ml por lo cual siempre flotan sobre el agua. Las grasas son insolubles en el agua, poco solubles en el alcohol frío, algo solubles en alcohol caliente, solubles en éter, cloroformo, benceno, sulfuro de carbono, tetracloruro de carbono, tricloro etileno y éter de petróleo. <sup>(9)</sup>

## **2.2 Emulsiones**

### **2.2.1 Generalidades**

Las emulsiones son sistemas heterogéneos, dispersos, que están conformados por lo menos de un líquido inmiscible íntimamente dispersado en otro líquido en forma de gotas cuyo diámetro en general, excede los 0.1 micrómetros.

Los sistemas de emulsión tienen múltiples aplicaciones en Farmacia. Se encuentran en preparados dermatológicos, cremas de limpieza; en preparados farmacéuticos pueden servir de base en medicamentos hidrosolubles o liposolubles.

Es importante distinguir entre emulsiones líquidas, destinadas para el uso interno como son las emulsiones de aceite de hígado de bacalao, etc. Y las emulsiones para uso externo, estas son emulsiones espesas por lo general de tipo aceite en agua (O/A).<sup>(15)</sup>

### **2.2.2 Composición Química de una emulsión<sup>(3)</sup>**

Fase acuosa ó fase hidrofílica o lípófoba.

Constituida por el agua desmineralizada, destilada y todos los componentes afines con el agua o solubles en esta fase como mucílagos, preservantes.

Esta fase deben comprender de un 40 – 60% para que la emulsión sea fluida, no debe llevar sustancias suspendidas o materia prima no disuelta.

La proporción de esta fase determina el tipo de emulsión, estabilidad del preparado, viscosidad y cantidad de emulsionantes a utilizar.

### Fase oleosa ó fase lipófila, hidrófoba.

Compuesta por grasas o aceites de origen vegetal, mineral o animal, por ejemplo la manteca de cerdo, vaselina sólida, aceites, etc. Al emplearlos se les debe de tomar su índice de rancidez, acidez, índice de refracción, punto de fusión, etc. para verificar la pureza de la materia prima, y de lo contrario se desecha si tiende a oxidarse y dañar la emulsión o se emplean antioxidantes como la vitamina E.

### Emulsionantes.

Fase primordial para formar la emulsión. Ayudan a mantener la estabilidad de la emulsión conservando en un lapso de tiempo las características físico-químicas originales de la emulsión.

Los emulsionantes actúan en toda la interfase de los líquidos, al ordenamiento de los emulsionantes en la interfase se le conoce como cepillo molecular; estos disminuyen la tensión superficial de todas las gotitas. Si se utilizan mezclas de tensioactivos se debe usar siempre un aniónico o catiónico más un no iónico, para evitar la coalescencia que ocurre cuando los glóbulos se unen y pierden individualidad hasta llegar a separar las fases, considerándose un proceso irreversible.

Clasificación de los agentes tensioactivos:

- Aniónicos: son aquellos que se caracterizan por poseer un grupo polar capaz de ionizarse en solución acuosa, adquiriendo una carga negativa.
- Catiónicos: se caracterizan por su grupo polar hidrofílico que se ioniza al disolverse en un medio acuoso, adquiriendo una carga positiva.

- No iónicos: son los más usados en Farmacia por ser más compatibles, de baja toxicidad y más estables, entre ellos tenemos los alcoholes de larga cadena, como el colesterol, derivados del sorbitán (span, tween).
- Anfóteros: se caracterizan por poseer un grupo polar hidrofílico y un grupo catiónico y aniónico como por ejemplo la lecitina.
- Coemulsionantes o auto emulsionantes: son todos aquellos que absorben varias veces su peso en agua como el alcohol estearílico.

#### Modificadores de la viscosidad.

Cuasi emulsionantes, Pseudo emulgentes se usan únicamente en emulsiones de uso interno, para tener emulsiones líquidas-fluidas. Actúan a nivel de la interfase, pero no disminuyen la tensión superficial, solamente aumentan la viscosidad y coadyuvan a mantener la estabilidad del preparado, evitando que los glóbulos sedimenten, formando películas multimoleculares.

#### Correctivos de sabor , color, olor.

Usados más en emulsiones de uso interno que en preparados de uso externo. También se usan en cosmética, el color debe presentar afinidad con el tipo de emulsión, éstos pueden ser colorantes hidrofílicos o lipofílicos. El aroma se utiliza para emulsiones de uso interno, al adicionarse se satura primero la fase interna y luego la fase externa.

#### Conservadores.

Se utilizan para evitar el crecimiento de microorganismos, ya que el agua es un medio propenso al desarrollo de microorganismos.

### Antioxidantes.

Se utilizan debido a que la humedad provoca aceleración de auto oxidación, al igual que el aire y temperatura. Se pueden utilizar mezclas de antioxidantes sinérgicos, uno soluble en el agua y el otro en las grasas. (3)

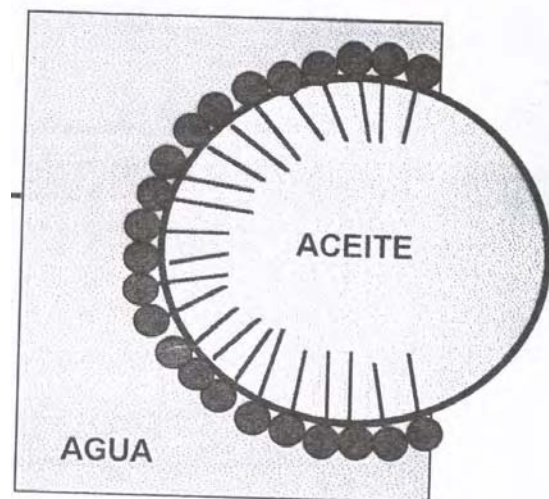
### **2.2.3 Tipos de Emulsión**

Existe la posibilidad de dispersar o bien la fase hidrófila en la fase hidrófoba o viceversa, resultando así, dos sistemas distintos de emulsiones que se designan como emulsión de agua en aceite (emulsión A/O) o, alternativamente, emulsión de aceite en agua (emulsión O/A). En esta designación se reserva la letra A para la fase hidrófila y la O para la fase lipófila.

Los tipos de emulsión O/A y A/O son sistemas de emulsión simple. Se habla de emulsión doble cuando en las gotículas emulsionadas se encuentran además gotículas de la otra fase. Tales sistemas se designan como emulsiones A/O/A, o emulsiones O/A/O.

El componente que está distribuido en la emulsión se designa como fase dispersa, fase interna o fase abierta y se encuentra presente en menor proporción. El componente que constituye el líquido dispersante se designa como medio de dispersión, fase externa o fase cerrada. Y se encuentra presente en mayor proporción.

En la figura 1 se observa el ordenamiento del emulsionante en la interfase de agua en aceite.



**Figura 1 Esquema del tipo de emulsión Aceite en agua**

#### **2.2.4 Ventajas de las emulsiones. (14)**

1. Compatibilización física de componentes.
2. Control de las características físicas.
3. Facilita la aplicación y manejo de compuestos.
4. Incrementa la aceptación de compuestos.
5. Incrementa la permanencia de perfumes y aromas.
6. Incrementa la seguridad del manejo de elementos.
7. Aspectos económicos.



## **2.3 MODELOS BASICOS PARA LA FORMULACION DE EMULSIONES.**

### **2.3.1 Formulaciones basadas en el método del equilibrio hidrófilo-lipófilo (H.L.B.)**

Este método se aplica a los tensoactivos no iónicos como son el Span y Tween. Se utiliza un tensoactivo de bajo H.L.B. junto con otro de alto H.L.B. Con este método se pueden formular cremas de uso tópico, productos de uso externo o interno.

### **2.3.2 Formulaciones basadas en la formación de un jabón. ( In situ)**

Se forman emulsiones basándose en la formación de emulsionantes que se han desarrollado en el momento de la reacción o incorporación de las fases. Se forma un jabón que funciona como emulsionante. Ya no se agrega otro tensoactivo.

### **2.3.3 Formulaciones basadas en la formación de complejos hidrotrópicos entre alcoholes grasos y alcoholes grasos sulfatados.**

Estos complejos se utilizan más en cosmética y son capaces de absorber varias veces su peso en agua. Se utilizan generalmente en preparaciones de uso externo al igual que la formación de jabones. A estos se les conoce como auto emulsionantes o coemulsionantes éstos forman tres fases: oleosa, acuosa y gelificada. <sup>(14)</sup>

## 2.4 SISTEMA H.L.B.

El sistema H.L.B se desarrolló originariamente por su importancia en la industria cosmética y en la industria farmacéutica.

El concepto H.L.B. cuyas siglas significan Hidrófilo-Lipófilo-Balance, fue propuesto por W. C. Griffin para las sustancias tensioactivas no iónicas.

El H.L.B. de un emulsificante es una expresión numérica del equilibrio hidrófilo-lipófilo; el balance del tamaño y fuerza de los grupos hidrófilos (afinidad hacia el agua o polares) y los lipófilos (afinidad hacia el aceite o no polares) del emulsificante. Todos los emulsificantes consisten en una molécula que combina ambos grupos hidrófilos - lipófilos.

El sistema H.L.B. se asimila a una escala numérica de 1 hasta 20. A un emulsificante que tiene carácter Lipófilo, es asignado un número de HLB bajo (menos de 9), y a uno que es hidrófilo es asignado un número de HLB alto (mayor de 11). El valor límite entre las sustancias predominantemente lipófilas y las predominantemente hidrófilas se sitúa en 10.

Cuando dos o más emulsificantes se mezclan, el HLB resultante de la mezcla es fácilmente calculado. Por ejemplo, suponiendo que se desee determinar el valor de HLB de una mezcla compuesta de 70% de Tween 80 (HLB = 15) y 30% de Span 80 (HLB = 4.3) el cálculo será:

$$\begin{array}{r}
 \text{Tween 80} \quad 70\% \quad \times \quad 15.0 \quad = \quad 10.5 \quad + \\
 \text{Span 80} \quad 30\% \quad \times \quad 4.3 \quad = \quad \underline{1.3} \\
 \text{HLB de la mezcla} \quad = \quad 11.8
 \end{array}$$

En el sistema HLB todos los aceites, ceras y otros materiales similares que son incorporados a emulsiones tienen un HLB requerido individual. Esto significa que para obtener una emulsión estable y fluida, con una grasa en particular, se deberá utilizar un emulsificante o mezcla de emulsificantes que provean el valor de HLB que requiera dicha grasa.

Este sistema sólo es válido para tensioactivos no iónicos y tiene la ventaja de ahorrar tiempo en la selección de emulsionantes, permitiendo asignar un número al ingrediente o combinación de ingredientes que se quiera emulsionar y la selección de un emulsionante o mezcla de ellos que tenga este mismo número. (7)

## **2.5 Sustancias grasas analizadas**

### **2.5.1 Introducción**

En el país, los Químicos Farmacéuticos tienen como uno de sus objetivos la formulación de medicamentos efectivos y seguros para mejorar la salud de los salvadoreños, para lograrlo debe contar con una gran gama de materias primas y principios activos con propiedades físicas, químicas y fisioterapéuticas claramente establecidas y comprobadas.

En el afán por encontrar nuevas y mejores materias primas y principios activos de bajo costo y de accesible disponibilidad, se han llevado a cabo múltiples investigaciones sobre sustancias de origen natural comúnmente utilizadas como “remedios” en la cultura salvadoreña, tales como aceites y grasas de origen animal y vegetal entre los que se encuentran: El aceite de hígado de bacalao rico en vitaminas A y D, que ha sido utilizado para fines de tratamiento en la deficiencia de estas vitaminas, el aceite de Maíz y de

Oliva utilizados como purgantes o laxantes y la Manteca de Cerdo que por sus características emolientes puede ser utilizada en preparados cosméticos.

### **2.5.2 Manteca o grasa de cerdo**

La manteca se obtiene separándola del tejido adiposo del cerdo o tocino. Con calor suave la manteca funde, luego se cuela y se deja enfriar agitándola para que no se separe la oleína que quedaría en forma de granos al enfriarse. La manteca de cerdo es un líquido viscoso ligeramente amarillento, olor característico y sabor agradable funde entre los 35 y 45°C. Su gravedad específica es de 0.934 a 0.938 a la temperatura de 15°C.

La manteca está formada por un 40% de estearina y palmitina y alrededor de un 60% de Oleina. Se conserva en frascos de vidrio completamente llenos, bien cerrados y protegidos de la luz para evitar su enranciamiento.

Composición: <sup>(9)</sup>

- 41 - 51% de Ácidos no saturados de 18 carbonos (Enoico)
- 25 - 30% de Ácidos saturados de 16 carbonos
- 12 - 16% de Ácidos saturados de 18 carbonos
- 3 - 8% de Ácidos no saturados de 18 carbonos (Decinoico)
- 2 - 5% de Ácidos no saturados de 16 carbonos
- 2 - 3% de Ácidos no saturados de más de 18 carbonos
- 0 - 2% de Ácidos no saturados de menos de 16 carbonos
- 1% de Ácidos saturados de 14 carbonos

### **2.5.3 Aceite de Hígado de Bacalao**

Este aceite se extrae de los hígados frescos del bacalao o *Gadus morrhuapez* que habita en grandes aglomeraciones en los mares del norte del país. Hay varias clases de aceites comerciales, según la manera de extraerlo o la calidad de los hígados empleados. El aceite de hígado de bacalao destinado a la medicina es un líquido transparente, de olor especial, de sabor ligeramente a pescado y de una débil reacción ácida, cuya densidad oscila entre 0.922 y 0.927.

Contiene principalmente un 70% de oleina y cerca de un 25% de palmetina, meristina, cantidades reducidas de glicéridos de diversos ácidos inferiores ácidos grasos libres en escasa proporción que son los que le comunican su reacción ácida al aceite; pequeñas cantidades de yodo, bromo, cloro, fósforo y azufre en combinaciones orgánicas, compuestos amoniacales, aminados y bases orgánicas del tipo de los alcaloides.

Además, contiene vitaminas liposolubles como vitaminas A y D, por lo cual se utiliza en medicina para la tuberculosis, anemia, convalecencia escrofulosis y neurastenia.

Este aceite se aprovecha en farmacia por sus diversas propiedades, es presentado en forma de emulsión formuladas con disoluciones de albúmina y gomas u otras sustancias mucilaginosas, ya que las grasas o aceites al ser agitados con disoluciones de sustancias mucilaginosas forman emulsiones de aspecto homogéneo.

Las vitaminas en el aceite se encuentran presentes en proporción tal que una dosis de 5 mL satisface los requerimientos diarios de niños y adultos de

ambas vitaminas. El aceite de hígado de bacalao ha sido empleado en lactantes para combatir el raquitismo.

Dosis: 5 mL que contengan no menos de 1170  $\mu\text{g}$  de vitamina A y 9.7  $\mu\text{g}$  de vitamina D. <sup>(9)</sup>

#### 2.5.4 Aceite de Maíz

El aceite del grano de maíz está fundamentalmente en el germen y viene determinado genéticamente con valores que van del 3 al 18 %. Es un líquido oleoso, claro, ligeramente amarillo, con suave olor y sabor característico. <sup>(15)</sup>

El alto contenido de tocoferoles totales es una de las causas de la excelente estabilidad del aceite de maíz. <sup>(5)</sup>

<b>ÁCIDOS GRASOS</b>	<b>%</b>
Palmítico	13.6
Esteárico	1.7
Oléico	37.2
Linoléico	45.6
Linolénico	0.6

<b>TIPO DE ACIDOS GRASOS</b>	<b>%</b>
Saturados	16.2
Monoinsaturados	37.8
Poliinsaturados	46.2
Tocoferoles (ppm)	1070

#### 2.5.5 Aceite de Oliva

Para obtener el aceite, las aceitunas se deshuesan y se muelen hasta convertirlas en pulpa. Esta pulpa se exprime y el jugo es centrifugado para

separar el agua del aceite. Una cucharada de aceite de oliva contiene 120 calorías y 14 gramos de grasa, pero la mayor parte de la grasa es monoinsaturada. El aceite de oliva contiene un 77% de ácidos grasos monoinsaturados, 14% de ácidos grasos saturados y 9% de ácidos grasos poliinsaturados, además de mucílago vegetal y vitamina E. El aceite tiene un efecto beneficioso en los niveles de colesterol de la sangre y es fácilmente digerida, estimula el metabolismo, promueve la digestión y lubrica las membranas mucosas. El suave mucílago vegetal en el aceite de oliva protege el tracto digestivo. En los países donde se consumen mayores cantidades de aceite de oliva, como Grecia, Italia y España, existe una baja incidencia de enfermedades cardiovasculares. También se puede aplicar externamente para tratar la piel.

El aceite de oliva etiquetado como “Extra Virgen” ha sido exprimido en frío de aceitunas frescas y no contiene sustancias químicas. <sup>(1)</sup>

**CAPITULO III**

**DISEÑO METODOLÓGICO**



### **3.0 DISEÑO METODOLÓGICO**

La investigación se realizó en tres etapas:

- Investigación Bibliográfica
- Investigación de campo
- Parte Experimental

#### **3.1 Investigación bibliográfica:**

Se recopiló información utilizando Bibliografía Nacional e Internacional, en visita a las siguientes instituciones:

- Biblioteca del Área de las Ingenierías y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social. ( FUSADES).
- Biblioteca de la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer (USAM)
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)
- Consultas en Internet.

#### **3.2 Investigación de campo**

##### **3.2.1 Tipo de estudio:**

- a) Según el tiempo de ocurrencia de hechos y registros de la información

Prospectivo: La investigación proporcionó valores de HLB que aún no habían sido establecidos, y que se obtuvieron a través de la práctica.

Retrospectivo: Se utilizó un método ya conocido para la determinación del HLB requerido de grasas y aceites.

b) Según el análisis y alcance de los resultados:

Experimental: Los datos se obtuvieron por medio de la experimentación, los cuales permitieron explicar el fenómeno planteado.

### **3.2.2 Universo y muestra:**

El Universo de la Investigación lo conformaron todos los Aceites y Grasas.

La muestra estaba constituida por los siguientes aceites de origen vegetal y animal de los cuales se especifica su proveedor:

- Aceite de Oliva: Extra Virgen, Borges. Encontrado en el mercado nacional.
- Aceite de Maíz: ORISOL Premium. Encontrado en el mercado nacional.
- Aceite de Hígado de Bacalao: Laboratorios Pharmasil.
- Manteca de Cerdo: Encontrado en el mercado nacional.

Estas muestras fueron seleccionadas por ser las más utilizadas en la Cátedra de Tecnología Farmacéutica para la elaboración de emulsiones y de los cuales se desconoce el valor de HLB.

## **3.3 Parte experimental**

### **3.3.1 Caracterización de la manteca y aceites :**

Las siguientes determinaciones se realizaron tomando como base la Norma Salvadoreña NSO CODEX STAN 19-1989. <sup>(2)</sup>

**a) Índice de acidez (IA) <sup>(6)</sup>**

Es la cantidad de miligramos de Hidróxido de Potasio (KOH) necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres de 1 gramo de muestra. Esta prueba se basa en la reacción entre los ácidos grasos libres contenidos en un producto dado y una solución valorada de Hidróxido de Potasio.

Recomendaciones:

- Para los casos de aceites turbios debido a la separación de estearina, calentar el recipiente que contiene la muestra en baño de agua a 50°C hasta que el aceite sea claro, si con este tratamiento no clarifica totalmente filtrarlo a través de papel filtro seco en un embudo manteniendo la temperatura.
- Mezclar cuidadosamente la muestra antes de pesar.
- Para casos de muestra que puedan solidificarse a temperatura ambiente pueden ser previamente fundidas y pesarse cuidando que no solidifiquen durante este proceso.

Procedimiento: <sup>(6)</sup>

En un matraz de tapón esmerilado, disolver alrededor de 10g de muestra exactamente pesados, en 50 mL de una mezcla de volúmenes iguales de etanol-éter previamente neutralizados a la fenolftaleína.

1. Si la muestra no se disuelve en el disolvente en frío, conectar el matraz a un condensador para reflujo de juntas esmeriladas, calentar ligeramente agitando con frecuencia, hasta que la muestra se disuelva.

2. Agregar 1 mL de solución indicadora de fenolftaleína y valorar con solución 0.1 N de hidróxido de potasio hasta que después de la adición la solución permanezca ligeramente rosa durante 30 segundos de agitación.

Todas las cantidades que se emplearon para su determinación fueron reducidas a la mitad para cada uno de los aceites y para la Manteca de Cerdo, utilizando para cada caso la siguiente fórmula:

$$IA = 5.61 (V/m) \times FC$$

Donde:

**IA** = Índice de acidez

**V** = mililitros de solución de Hidróxido de potasio 0.1N gastados en la valoración

**5.61** = Miliequivalentes de la solución de Hidróxido de Potasio 0.1N

**m** = Peso en gramos de la muestra tomada se pesaron aproximadamente 5.0g.

**FC** = Factor de corrección del Hidróxido de Potasio 0.1N

#### **b) Índice de Saponificación (S) <sup>(6)</sup>**

Es la cantidad de álcali necesaria para saponificar una cantidad definida de muestra, se expresa como el número de miligramos de hidróxido de potasio (KOH) requeridos para saponificar 1 gramo de muestra. Esta prueba se basa en la hidrólisis alcalina de los ésteres de los ácidos grasos para producir moléculas de jabón.

Procedimiento: (6)

Colocar en un matraz con tapón esmerilado de 250 mL de 1.5 a 2.0 g de la muestra exactamente pesados.

1. Agregar 25 mL de solución alcohólica de hidróxido de Potasio 0.5 N.
2. Ensamblar al matraz un condensador adecuado, calentar en un baño de vapor mantener a reflujo durante 30 minutos agitando por rotación el contenido del matraz.
3. Agregar 1 mL de solución indicadora de fenolftaleína.
4. Valorar el exceso de hidróxido de potasio con solución 0.5 N de ácido clorhídrico.
5. Correr simultáneamente una prueba en blanco de reactivos usando las mismas cantidades y valorando de la misma forma.

Todas las cantidades que se emplearon para su determinación fueron reducidas a la mitad para cada uno de los aceites y para la manteca de Cerdo, utilizando para cada caso la siguiente fórmula:

$$S = 28.05 [(B - V) / m] \times FC$$

Donde:

**S** = índice de Saponificación.

**B** = mililitros de la solución de Ácido Clorhídrico 0.5N gastados en la valoración del blanco.

**V** = mililitros de la solución de Ácido Clorhídrico 0.5N gastados en la valoración de la muestra.

**28.05** = miliequivalentes de la solución 0.5N de Hidróxido de Potasio

**m** = Peso en gramos de la muestra tomada se pesaron aproximadamente 5.0g

**FC** = Factor de corrección del Ácido Clorhídrico 0.5N

### **c) Índice de Peróxido ( $P_e$ )<sup>(8)</sup>**

Cantidad de peróxido en la muestra expresada en términos de Oxígeno activo que oxidan el Ioduro de Potasio bajo condiciones específicas divididas entre la masa de la sustancia analizada. El valor de peróxido es expresado en miliequivalente por kilogramo. Se basa en la disolución de la muestra en solución de Ácido Acético e Isooctano y posterior tratamiento con solución de ioduro de potasio. Se titula el yodo liberado con una solución volumétrica estándar de tiosulfato de Sodio.

Procedimiento: (8)

1. Pesar con exactitud una cantidad aproximada de 2 g de muestra
2. Transferir la muestra a un matraz y añadir 50 mL de una solución de Ácido Acético Glacial – Isooctano y tapar el matraz.
3. Agitar hasta disolver la muestra.
4. Usando una pipeta volumétrica, añadir 0.5 mL de una solución saturada de Ioduro de Potasio recientemente preparada. Tapar el matraz y dejar reposar por 1 minuto ( $\pm$  1segundo) exactamente, agitar de vez en cuando cada tres tiempos durante este período, después inmediatamente adicionar 30 mL de agua destilada y titular la solución gradualmente con una solución de Tiosulfato de Sodio 0.01N previamente estandarizado.

5. Añadir gradualmente con agitación constante hasta que el color amarillo del ión yodo casi desaparezca.
6. Adicionar 0.5 mL de solución de almidón y continuar la titulación con agitación constante, especialmente cerca del punto final, para liberar todo el yodo desde el solvente, añadiendo la solución de Tiosulfato de Sodio gota por gota hasta que justamente el color azul desaparezca.
7. Si en la titulación se utiliza menos de 0.5 mL de Solución de Tiosulfato de Sodio 0.01N. Llevar un blanco simultáneamente bajo las mismas condiciones de la muestra.

Para su determinación en cada uno de los aceites y de la Manteca de Cerdo se utilizó la siguiente fórmula:

$$P_e = \frac{1000 (V - V_0) \times C (FC)}{m}$$

Donde:

$P_e$  = Índice de peróxido .

$V$  = Volumen de solución de tiosulfato de Sodio gastados en la muestra en mililitros.

$V_0$  = Volumen de solución de tiosulfato de Sodio gastados en el blanco en mililitros.

$C$  = Concentración de la solución de tiosulfato de sodio, en moles por litro.

$m$  = Cantidad pesada de la muestra. Se pesaron aproximadamente 5g.

#### **d) Índice de Refracción (n) <sup>(6)</sup>**

Es la razón de la velocidad de la luz en el aire entre la velocidad de la luz en la sustancia.

Procedimiento: (6)

Preparar la muestra como se indica en la monografía correspondiente. Ajustar la temperatura del aparato y de la muestra según se requiera, depositar una gota sobre la superficie del prisma de medición. Obtener la lectura.

Para su determinación en cada uno de los aceites y para la Manteca de Cerdo se utilizó la siguiente fórmula:

$$n_{\text{real}} = n_{\text{observado}} + (T_{\text{experimental}} - T_{\text{teórica}}) \times 4 \times 10^{-4}$$

Donde:

$n$  = Índice de refracción

$T$  = Temperatura

e) Gravedad Específica ( $\delta$ ) (6)

La gravedad específica es el cociente obtenido por división del peso de la sustancia contenida en el picnómetro por el peso del agua contenida ambos determinados a 25°C.

Procedimiento: (5)

1. Seleccionar un picnómetro limpio y seco que ha sido calibrado por determinación de su peso y del peso del agua recientemente hervida y enfriada contenida en el a 25°C.
2. Ajustar la temperatura de la sustancia a analizar aproximadamente a 20°C.



3. Llenar el picnómetro con la sustancia y ajustar la temperatura del picnómetro lleno a 25°C y remover cualquier exceso de la sustancia.
4. Restar el peso del picnómetro vacío del picnómetro lleno.

Para su determinación en cada uno de los aceites y de la Manteca de Cerdo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\delta = \frac{\text{Peso picnómetro con muestra} - \text{Peso de picnómetro vacío}}{\text{Peso de picnómetro con agua} - \text{Peso de picnómetro vacío}}$$

Donde:

$\delta$  : Gravedad Específica.

### 3.3.2 Determinación del HLB requerido utilizando combinación de emulsificantes.

Las emulsiones se prepararon con un porcentaje de mezcla de emulsificantes de 5%, 7.5% y 10% los cuales se encuentran dentro del rango del 5 – 10% que es el establecido para emulsiones de tipo aceite en agua. (14)

Se realizaron un total de 144 emulsiones de tipo aceite en agua, es decir 36 emulsiones para determinar el HLB requerido para cada grasa y con el objeto de evitar su alteración por la luz o por el aire, cada una de estas emulsiones fue envasada en frascos de vidrio tipo III, color ámbar, capacidad de 30 mL con tapa blanca de polipropileno 28-400. Estas emulsiones se sometieron a pruebas de estabilidad con el fin de seleccionar y luego confirmar los valores de HLB que requiere cada una de las grasas analizadas.

#### **Emulsiones con un porcentaje de mezcla de emulsificante del 5.0%**

Para la formulación de 100g de producto, la cantidad de emulsificante utilizado se calculó sobre la cantidad total de fase oleosa; cada una de las emulsiones contenía 30g de grasa, entonces:

5 g de Mezcla de emulsificantes	—	Emulsionan 100 g de grasa
X	—	Emulsionan 30 g de grasa

$$X = \frac{30g(5g)}{100g}$$

**X = 1.5 g. de Mezcla de Emulsificantes**

Se prepararon siete emulsiones cuya única diferencia consistía en el porcentaje de Tween 80 y Span 80 utilizado, pero en cada una la cantidad de mezcla de emulsificante se mantuvo constante, es decir, la sumatoria de los gramos de Tween 80 y de Span 80 dió como resultado 1.5 g. en todas ellas. Así:

**Tabla 1 Cantidad de tensioactivo para emulsiones del 5.0% de mezcla de emulsificantes**

Porcentaje de Tween 80 *	Cantidad de Tween 80 (g)	Porcentaje de Span 80*	Cantidad de Span 80 (g)
0%	0.000	100%	1.500
13%	0.195	87%	1.305
32%	0.480	68%	1.020
52%	0.780	48%	0.720
72%	1.080	28%	0.420
94%	1.410	6%	0.090
100%	1.500	0%	0.000

\*Porcentaje de emulsificantes tomados de El Sistema Atlas HLB

Pesos reales obtenidos, ver Anexos N°: 4, 5, 6 y 7.

#### **Emulsiones con un porcentaje de mezcla de emulsificante del 7.5%**

Manteniendo la cantidad de fase oleosa de las emulsiones a 30g la cantidad de mezcla de emulsificantes fue obtenida así:

7.5 g de Mezcla de emulsificantes — Emulsionan 100 g de grasa  
 X — Emulsionan 30 g de grasa

$$X = \frac{30g(7.5g)}{100g}$$

**X = 2.25 g. de Mezcla de Emulsificantes**

Se realizó la preparación de las emulsiones con las siguientes cantidades de Tween 80 y Span 80.

**Tabla 2 Cantidad de tensioactivo para emulsiones del 7.5% de mezcla de emulsificantes.**

Porcentaje de Tween 80 *	Cantidad de Tween 80 (g)	Porcentaje de Span 80*	Cantidad de Span 80 (g)
0%	0.000	100%	2.250
13%	0.293	87%	1.958
32%	0.720	68%	1.530
52%	1.170	48%	1.080
72%	1.620	28%	0.630
94%	1.115	6%	0.135
100%	2.250	0%	0.000

\*Porcentaje de emulsificantes tomados de El Sistema Atlas HLB.

Pesos reales obtenidos, ver Anexos N°: 4, 5, 6 y 7.

### **Emulsiones con un porcentaje de mezcla de emulsificante del 10%**

Manteniendo la cantidad de fase oleosa de las emulsiones a 30g la cantidad de mezcla de emulsificantes fue obtenida así:

10 g de Mezcla de emulsificantes — Emulsionan 100 g de grasa  
 X — Emulsionan 30 g de grasa

$$X = \frac{30g(10g)}{100g}$$

**X = 3.0g de Mezcla de Emulsificantes**

Se realizó la preparación de las emulsiones con las siguientes cantidades de Tween 80 y Span 80:

**Tabla 3 Cantidad de tensioactivo para emulsiones del 10.0% de mezcla de emulsificantes**

<b>Porcentaje de Tween 80 *</b>	<b>Cantidad de Tween 80 (g)</b>	<b>Porcentaje de Span 80*</b>	<b>Cantidad de Span 80 (g)</b>
0%	0.000	100%	3.000
13%	0.390	87%	2.610
32%	0.960	68%	2.040
52%	1.560	48%	1.440
72%	2.160	28%	0.840
94%	2.820	6%	0.180
100%	3.000	0%	0.000

\*Porcentajes de emulsificantes tomados de El Sistema Atlas HLB.

Pesos reales obtenidos ver Anexos N° 4, 5, 6 y 7.

### **Cálculo de HLB de las emulsiones ensayadas:**

Datos generales:

HLB de Span 80: **4.3**

HLB de Tween 80: **15.0**

Los cálculos se realizaron aplicando la siguiente fórmula:

$$HLB = \frac{(\% \text{ del Emulsificante}) (HLB \text{ del emulsificante})}{100\%}$$

Por ser dos emulsificantes los que se emplearon en cada emulsión, se obtuvo, por esta ecuación, el HLB que provee cada uno y al sumar ambos valores se obtiene un HLB total, lo cual es permitido por el carácter aditivo que presenta el valor de HLB. Así, por ejemplo, para una mezcla de emulsificante de la cual el 87% es de Span 80 y el 13 % es de Tween 80 se realizó el siguiente cálculo:

$$HLB_{Span} = \frac{(\% Span\ 80)(HLB\ Span\ 80)}{100\%}$$

$$HLB_{Span} = \frac{(87\%)(4.3)}{100\%}$$

$$HLB_{Span} = 3.7$$

$$HLB_{Tween} = \frac{(\% Tween\ 80)(HLB\ Tween\ 80)}{100\%}$$

$$HLB_{Span} = \frac{(13\%)(15)}{100\%}$$

$HLB_{Tween} = 1.95$  ( Como el valor de HLB únicamente debe presentar un decimal se aproximó a un valor de 2)

$$HLB_{total} = HLB_{Span} + HLB_{Tween}$$

$$HLB_{total} = 3.7 + 2.0$$

$$HLB_{total} = 5.7$$

Como el ejemplo anterior se obtuvieron los valores de HLB para cada variación en los porcentajes de Tween 80 y Span 80 que se realizaron en el análisis, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 4 Valores de HLB calculados para los diferentes porcentajes de emulsificantes (7)**

<b>Porcentaje de Span 80</b>	<b>Porcentaje de Tween 80</b>	<b>HLB total</b>
100%	0%	4.3
87%	13%	5.7
68%	32%	7.7
48%	52%	9.9
28%	72%	12.0
6%	94%	14.4
0%	100%	15.0

Para la preparación de las emulsiones de los Aceites de Maíz, Oliva y de Hígado de Bacalao, se utilizó la siguiente técnica:

#### METODO EN FRIO

1. Limpieza y sanitización de área de trabajo.
2. Pesar 0.18 g de Metil parabén y 0.02g de Propil parabén
3. En tanque A pesar 30g de Aceite de \_\_\_\_\_
4. Pesar \_\_\_\_\_g de Tween 80 y \_\_\_\_\_g de Span 80
5. Tarar tanque B a 70mL
6. En tanque B calentar 30mL de agua a temperatura de ebullición, disolver 0.02g de propil parabén, agitar mecánicamente. Disolver 0.18g de metil parabén, agitar mecánicamente.
7. Dejar enfriar. Llevar a 70 mL de volumen. Adicionar el Tween 80. Agitar mecánicamente.
8. Adicionar al tanque A el Span 80. Agitar mecánicamente.
9. Adicionar el contenido del tanque B al tanque A con agitación eléctrica a 750rpm por 5 minutos con batidora eléctrica marca General Electric.
10. Pasar por el homogenizador.
11. Envasar y etiquetar.



Para la preparación de las emulsiones de la Manteca de Cerdo, por ser una grasa semisólida, se utilizó la siguiente técnica:

#### METODO EN CALIENTE

1. Limpieza y sanitización de área de trabajo.
2. Pesar 0.18 g de Metil parabén y 0.02g de Propil parabén
3. En tanque A pesar 30g de Manteca de Cerdo
4. Pesar \_\_\_\_g de Tween 80 y \_\_\_\_g de Span 80
5. Tarar tanque B a 70mL
6. En tanque B calentar 30mL de agua a temperatura de ebullición. Disolver 0.18g de metil parabén, agitar mecánicamente.
7. Llevar a 70mL de volumen. Adicionar el Tween 80. Agitar mecánicamente. Colocar en baño de maría y calentar a una temperatura de 60°C.
8. Colocar el tanque A en baño de María, disolver 0.02g de propil parabén, agitar mecánicamente. Adicionar el Span 80 y llevar a una temperatura de 55°C
9. Adicionar el contenido del tanque B al tanque A con agitación eléctrica a 750rpm por 5 minutos hasta  $\pm 40$  °C con una batidora eléctrica de marca General Electric.
10. Pasar por el homogenizador.
11. Envasar y etiquetar.

Cada set de las emulsiones preparadas se sometió a las siguientes pruebas rápidas de estabilidad acelerada:

1. Almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  por tres días, con evaluación después del descongelamiento <sup>(14)</sup>. Se utilizó un freezer especial para análisis, proporcionado por la cátedra de Toxicología.
2. Centrifugación entre 2000 y 3000 rpm por 10 minutos <sup>(14)</sup>. Utilizando Centrifuga HERMLE Z 200 A, equipo proporcionado por el Laboratorio de Parasitología Vegetal del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal CENTA.

Para el caso de la prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$ , las emulsiones de cada aceite se introdujeron y almacenaron al mismo tiempo, cuando se cumplieron los tres días de almacenamiento se sacaron simultáneamente y se dejaron reposar a temperatura ambiente por 3 horas para permitir el descongelamiento. Una vez que se encontraban totalmente líquidas y a una temperatura de  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  estas fueron evaluadas y comparadas entre sí, determinándose cuáles fueron las que resistieron la prueba y cuál de ellas permaneció más estable. Para la prueba de centrifugación el equipo utilizado solo permitía introducir 6 muestras por cada ciclo de revoluciones, por lo que no todas las emulsiones de un mismo aceite se sometieron simultáneamente a la prueba, las primeras emulsiones centrifugadas se colocaron en una gradilla inmediatamente después de la prueba para disminuir al mínimo su manipulación y mantener las características del centrifugado, luego de someter las emulsiones restantes se evaluaron en conjunto y se determinó cuáles fueron las que mejor resistieron la prueba.

Con los resultados de ambas pruebas se seleccionaron los valores de HLB que producían emulsiones más estables y se prepararon para cada grasa dos emulsiones con dos valores de HLB cercanos al seleccionado (estos valores fueron tomados de la tabla del ANEXO 9). Las emulsiones con HLB preliminares fueron sometidas a las mismas pruebas de estabilidad, para determinar el HLB que requiere cada grasa.

Después de haber encontrado el HLB práctico de cada una de las grasas, se procedió a utilizarlos en ensayos para confirmar que es el valor de HLB requerido para ser utilizados en emulsiones de tipo aceite en agua (O/W).

Se prepararon emulsiones por triplicado con el valor de HLB requerido y se sometieron a las siguientes pruebas de estabilidad acelerada:

1. Almacenamiento a 4 °C. Observar un mes <sup>(14)</sup>. Utilizando Refrigeradora Convencional marca General Electric.
2. Centrifugación entre 2000 y 3000 rpm por 10 minutos <sup>(14)</sup>.
3. Almacenamiento a -5 °C por una semana, con evaluación después del descongelamiento. <sup>(14)</sup>.
4. Almacenamiento a Temperatura ambiente por un mes <sup>(14)</sup>.

**CAPITULO IV**

**RESULTADOS Y ANÁLISIS**

## 4.0 RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 4.1 Caracterización de la Manteca de cerdo y los aceites de Maíz, Oliva y de Hígado de Bacalao.

#### 4.1.4 Índice de Acidez (IA)

A continuación se presenta un ejemplo de los cálculos realizados para encontrar el valor del índice de acidez del Aceite de Maíz, luego de realizar esta prueba por duplicado:

$$IA = 5.61 (V/m) \times FC$$

Prueba 1:

$$V_1 = 0.3\text{mL}$$

$$m_1 = 5.0100\text{g}$$

$$FC = 0.9890$$

$$IA_1 = 5.61 (0.3/5.0100) \times 0.9890$$

$$IA_1 = 0.3322$$

Prueba 2:

$$V_2 = 0.2\text{mL}$$

$$m_2 = 4.9980\text{g}$$

$$FC = 0.9890$$

$$IA_2 = 5.61 (0.2/4.9980) \times 0.9890$$

$$IA_2 = 0.2220$$

Obteniendo como promedio de índice de acidez:

$$IA_{\text{Aceite de Maíz}} = \frac{IA_1 + IA_2}{2} = \frac{0.3322 + .2220}{2} = 0.2771$$

$$IA_{\text{Aceite de Maíz}} = \mathbf{0.2771}$$

Este mismo procedimiento se realizó para obtener el índice de acidez de la Manteca de Cerdo y para los aceites de Oliva y de Hígado de Bacalao. Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

**Tabla 5 Resultados de la determinación del Índice de Acidez (IA)**

ACEITE O GRASA	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	V <sub>1</sub> (mL)	V <sub>2</sub> (mL)	IA <sub>1</sub>	IA <sub>2</sub>	PROMEDIO
ACEITE DE MAIZ	5.0100	4.9980	0.3	0.2	0.3322	0.2220	<b>0.2771</b>
ACEITE DE OLIVA	5.0120	5.0067	0.8	0.6	0.8856	0.6649	<b>0.7753</b>
ACEITE DE HIGADO DE BACALAO	5.0045	5.0096	0.4	0.3	0.4435	0.3329	<b>0.3882</b>
MANTECA DE CERDO	5.0096	5.0050	0.6	0.5	0.6645	0.5543	<b>0.6094</b>

#### 4.1.2 Índice de Saponificación (S)

A continuación se presenta un ejemplo de los cálculos realizados para encontrar el valor del índice de saponificación del Aceite de Maíz, luego de realizar esta prueba por duplicado:

$$S = 28.05 [(B - V) / m] \times FC$$

Prueba 1:

$$B_1 = 10.2\text{mL}$$

$$m_1 = 1.0100\text{g}$$

$$V_1 = 2.8\text{mL}$$

$$FC = 0.95$$

$$S_1 = 28.05 [(10.2 - 2.8) / 1.0100] \times 0.95$$

$$S_1 = 195.24$$

Prueba 2:

$$B_2 = 10.2\text{mL}$$

$$m_2 = 1.0050\text{g}$$

$$V_2 = 2.7\text{mL}$$

$$FC = 0.95$$

$$S_2 = 28.05 [(10.2 - 2.7) / 1.0050] \times 0.95$$

$$S_2 = 193.559$$

Obteniendo como promedio de índice de saponificación:

$$S_{\text{Aceite de Maíz}} = \frac{S_1 + S_2}{2} = \frac{195.24 + 193.559}{2} = 194.3995 \approx 194$$

$$S_{\text{Aceite de Maíz}} = 194$$

Este mismo procedimiento se realizó para obtener el índice de saponificación de la Manteca de Cerdo y para los aceites de Oliva y de Hígado de Bacalao. Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

**Tabla 6 Resultados de la determinación del Índice de Saponificación**

**(S)**

ACEITE O GRASA	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$V_1$ (mL)	$V_2$ (mL)	$B_1$ (mL)	$B_2$ (mL)	$S_1$	$S_2$	PROMEDIO
ACEITE DE MAIZ	1.0100	1.0050	2.8	2.7	10.2	10.2	195.24	193.56	<b>194</b>
ACEITE DE OLIVA	1.0155	1.0005	2.8	2.9	10.2	10.2	194.18	194.43	<b>194</b>
ACEITE DE HIGADO DE BACALAO	1.0070	1.0030	3.1	3.3	10.2	10.2	187.88	183.32	<b>186</b>
MANTECA DE CERDO	0.9997	1.0002	3.0	2.8	10.2	10.2	191.92	197.15	<b>195</b>



### 4.1.3 Índice de Peróxido ( $P_e$ )

A continuación se presenta un ejemplo de los cálculos realizados para encontrar el valor del índice de peróxido del Aceite de Maíz, luego de realizar esta prueba por duplicado:

$$P_e = \frac{1000 (V - V_0) \times C (FC)}{m}$$

Prueba 1:

$$V_1 = 6.9 \text{ mL}$$

$$C = 0.01M$$

$$V_0 = 5.4 \text{ mL}$$

$$m_1 = 2.0100g$$

$$FC = 0.959$$

$$P_{e1} = \frac{1000 (6.9 - 5.4) \times 0.01 (0.959)}{2.0100}$$

$$P_{e1} = 7.156$$

Prueba 2:

$$V_2 = 6.9 \text{ mL}$$

$$C=0.01M$$

$$V_0 = 5.4 \text{ mL}$$

$$m_2 = 2.0000g$$

$$FC = 0.959$$

$$P_{e2} = \frac{1000 (6.9 - 5.4) \times 0.01 (0.959)}{2.0000}$$

$$P_{e2} = 7.192$$

Obteniendo como promedio de índice de peróxido:

$$P_e \text{ Aceite de Maíz} = \frac{P_{e1} + P_{e2}}{2} = \frac{7.1567 + 7.1925}{2} = 7.1746$$

$$P_e \text{ Aceite de Maíz} = 7.174$$

Este mismo procedimiento se realizó para obtener el índice de peróxido de la Manteca de Cerdo y para los aceites de Oliva y de Hígado de Bacalao.

Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

**Tabla 7 Resultados de la determinación del Índice de peróxido ( $P_e$ )**

ACEITE 0 GRASA	$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$V_1$ (mL)	$V_2$ (mL)	$V_0$ (mL)	$P_{e1}$	$P_{e2}$	PROMEDIO
ACEITE DE MAIZ	2.0100	2.0000	6.9	6.9	5.4	7.156	7.1925	<b>7.1746</b>
ACEITE DE OLIVA	2.0100	2.0200	6.7	6.9	5.2	8.1587	9.2007	<b>8.6797</b>
ACEITE DE HIGADO DE BACALAO	2.0100	2.0000	7.4	7.3	5.9	7.1567	6.713	<b>6.9348</b>
MANTECA DE CERDO	2.0200	2.0200	6.5	6.7	5.2	6.1718	7.1213	<b>6.646</b>

#### 4.1.4 Índice de Refracción (n)

A continuación se presenta un ejemplo de los cálculos realizados para encontrar el valor del índice de refracción del Aceite de Maíz:

$$n_{\text{real}} = n_{\text{observado}} + (T_{\text{experimental}} - T_{\text{teórica}}) \times 4 \times 10^{-4}$$

$$n_{\text{observado}} = 1.471$$

$$T_{\text{experimental}} = 25.8^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{teórica}} = 40^{\circ}\text{C}$$

$$n_{\text{real}} = 1.471 + (25.8 - 40) \times 4 \times 10^{-4}$$

$$n_{\text{real del Aceite de Maíz a } 25.8^{\circ}\text{C}} = \mathbf{1.465}$$

Este mismo procedimiento se realizó para obtener el índice de refracción de la Manteca de Cerdo y para los aceites de Oliva y de Hígado de Bacalao. Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

**Tabla 8 Resultados de la determinación del Índice de Refracción (n)**

<b>ACEITE / GRASA</b>	<b>n<sub>observado</sub></b>	<b>T<sub>experimental</sub></b>	<b>T<sub>teórica</sub></b>	<b>n<sub>real</sub></b>
ACEITE DE MAÍZ	1.471	25.8°C	40°C	<b>1.465</b>
ACEITE DE OLIVA	1.465	6.4°C	20°C	<b>1.467</b>
ACEITE DE HIGADO DE BACALAO	1.475	26.6°C	15°C	<b>1.4796</b>
MANTECA DE CERDO	1.464	25.8 °C	40°C	<b>1.450</b>

#### 4.1.5 Gravedad Específica ( $\delta$ )

A continuación se presenta un ejemplo de los cálculos realizados para encontrar el valor de gravedad específica del Aceite de Maíz:

$$\delta = \frac{\text{Peso picnómetro con muestra} - \text{Peso de picnómetro vacío}}{\text{Peso de picnómetro con agua} - \text{Peso de picnómetro vacío}}$$

Peso de picnómetro vacío = 13.8050g

Peso de picnómetro con agua = 23.0860g

Peso picnómetro con muestra = 22.2505g

$$\delta = \frac{\text{Peso picnómetro con muestra} - \text{Peso de picnómetro vacío}}{\text{Peso de picnómetro con agua} - \text{Peso de picnómetro vacío}}$$

$$\delta = \frac{22.2505g - 13.8050g}{23.0860g - 13.8050}$$

$$\delta = 0.91$$

$$\delta_{\text{Aceite de Maíz}} = 0.91$$

Este mismo procedimiento se realizó para obtener gravedad específica de la Manteca de Cerdo y para los aceites de Oliva y de Hígado de Bacalao.

Los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

**TABLA 9 Resultados de la determinación de la gravedad específica ( $\delta$ )**

<b>ACEITE/GRASA</b>	<b>Peso picnómetro con muestra (g)</b>	<b>Peso de picnómetro con agua (g)</b>	<b>Peso de picnómetro vacío (g)</b>	<b>Gravedad Especifica (<math>\delta</math>)</b>
<b>ACEITE DE MAÍZ</b>	22.25025	23.0860	13.8050	<b>0.91</b>
<b>ACEITE DE OLIVA</b>	20.8885	21.8490	10.7540	<b>0.9134</b>
<b>ACEITE DE HIGADO DE BACALAO</b>	22.2234	23.0860	11.64021	<b>0.9247</b>
<b>MANTECA DE CERDO</b>	21.3760	23.5370	12.4565	<b>0.805</b>

#### **4.2 Análisis de los resultados obtenidos en la caracterización de las grasas y aceites**

Los resultados obtenidos en las pruebas de caracterización fueron comparados con los valores límites establecidos en las normas del Codex Alimentarius en el caso del Aceite de Maíz, Aceite de Oliva y Manteca de Cerdo, en el caso del Aceite de Hígado de Bacalao por no encontrarse dentro de estas normas, sus resultados fueron comparados con los valores teóricos establecidos por Krischenbauer en su libro “Grasas y Aceites”.

Tal como muestra la Tabla 10, los resultados de las pruebas realizadas al Aceite de Maíz, Aceite de Hígado de Bacalao y Manteca de Cerdo se encuentran dentro del rango establecido por las normas consultadas, siendo estas sustancias grasas aptas para ser utilizadas como materias primas para la elaboración de emulsiones de uso interno y/o externo.

En el caso del Aceite de Oliva, en la prueba de Índice de Acidez el valor de mg de KOH necesarios para neutralizar los ácidos libres de 1 gramo de esta grasa resultó ser de 0.7753 cayendo fuera del límite establecido por el Codex Alimentarius que es de  $\leq 0.6$ , sin embargo en las demás pruebas realizadas entre las que se encuentra el Índice de Peróxido que es, al igual que el índice de Acidez, un indicativo de la degradación del aceite, los valores obtenidos cayeron dentro del rango establecido por la norma por lo que se aceptó como materia prima para la elaboración de emulsiones para uso interno y/o externo.

**Tabla 10 Resultados de Análisis Físico-Químicos**

Grasa o aceite	Índice de acidez		Índice de saponificación		Índice de peróxido		Índice de Refracción		Gravedad específica	
	Teórico	Real	Teórico	Real	Teórico	Real	Teórico	Real	Teórico	Real
Aceite de Maíz	=0.6*	0,2771	187-195*	194	= 10*	7,1746	1.465-1.468*	1,465	0.917-0.925	0,91
Aceite de Oliva	= 0.6^	0,7753	184-196^	194	= 10^	8,6797	1.4677-1.4705^	1,467	0.910-0.916^	0,9134
Aceite de Hígado de Bacalao	0.6	0,3882	180 -190~	186	10	6,9348	1.480 -1.485~	1,4796	0.922 - 0.927~	0,9247
Manteca de Cerdo	Máx 1.3~	0,6094	192 - 203~	195	Máx 10~	6,646	1.448 - 1460~	1,45	0.896-0.904~	0,805

Índice de Acidez: mg KOH necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres de 1g de grasa

Índice de Saponificación: mg KOH para saponificar 1g de grasa

Índice de Peróxido: meq de oxígeno activo por kg de muestra

\* Según Norma del Codex para el Aceite de Maíz comestible CODEX STAN 25-1981 (Rev 1-1989)

^ Según Norma del Codex para los aceites de Oliva vírgenes y refinados CODEX STAN 33-1981 (Rev 1-1989)

~ Según "Grasas y Aceites" Krischenbauer 1964.

~ Según Norma del Codex para la Manteca de Cerdo CODEX STAN 28-1981 Rev 1-1989)

### 4.3 Resultados y análisis en la determinación del HLB requerido por las grasas utilizando combinaciones de emulsionantes.

#### 4.3.3 Aceite de Maíz

Cada set de las emulsiones preparadas se sometió a las pruebas rápidas de estabilidad acelerada obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 11 Prueba de almacenamiento a – 5°C a emulsiones de Aceite de Maíz**

<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	4.3	Separación de aceite hacia la superficie, capa inferior emulsionada de color blanco,
5.0%	5.7**	Separación de aceite no muy definida, se observa difusión de la capa emulsionada hacia la capa oleosa.
5.0%	7.7*	Separación de aceite no muy definida, la capa inferior se observa un poco menos emulsionada (menos lechosa).
5.0%	9.9	Separación de aceite, capa superior más amarilla que las anteriores, capa inferior emulsionada menos lechosa.
5.0%	12.0	Separación de aceite, capa superior menos amarilla que la anterior, y la capa emulsionada es menos lechosa.
5.0%	14.4	Separación de aceite, capa superior menos amarilla que las demás, y la capa emulsionada es más lechosa que la anterior.
5.0%	15.0	Separación de aceite, capa superior más amarilla que la anterior, y la capa emulsionada es menos lechosa.
7.5%	4.3	Separación de aceite hacia la superficie, capa inferior emulsionada de color blanco,
7.5%	5.7**	Separación de aceite no muy definida, se observa difusión de la capa emulsionada hacia la capa oleosa.



Tabla 11 Continuación		
7.5%	7.7*	Separación de aceite no muy definida, la capa inferior se observa menos emulsionada, se observa poca difusión.
7.5%	9.9	Separación de aceite, capa superior más amarilla que las anteriores, capa inferior emulsionada menos lechosa.
7.5%	12.0	Separación de aceite, capa superior menos amarilla que la anterior, y la capa emulsionada es menos lechosa.
7.5%	14.4	Separación de aceite, capa superior menos amarilla que las demás, y la capa emulsionada es más lechosa que la anterior.
7.5%	15.0	Separación de aceite, capa superior más amarilla que la anterior, y la capa emulsionada es menos lechosa.
10.0%	4.3	Separación de aceite hacia la superficie, capa inferior emulsionada de color blanco,
10.0%	5.7**	Separación de aceite no muy definida, se observa difusión de la capa emulsionada hacia la capa oleosa.
10.0%	7.7*	Separación de aceite no muy definida, la capa inferior se observa menos emulsionada, se observa menos difusión que la anterior.
10.0%	9.9	Separación de aceite, capa superior más amarilla que las anteriores, capa inferior emulsionada menos lechosa.
10%	12.0	Separación de aceite, capa superior menos amarilla que la anterior, y la capa emulsionada es menos lechosa.
10.0%	14.4	Separación de aceite, capa superior menos amarilla que las demás, y la capa emulsionada es más lechosa que la anterior.
10.0%	15.0	Separación de aceite, capa superior más amarilla que la anterior, y la capa emulsionada es menos lechosa.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

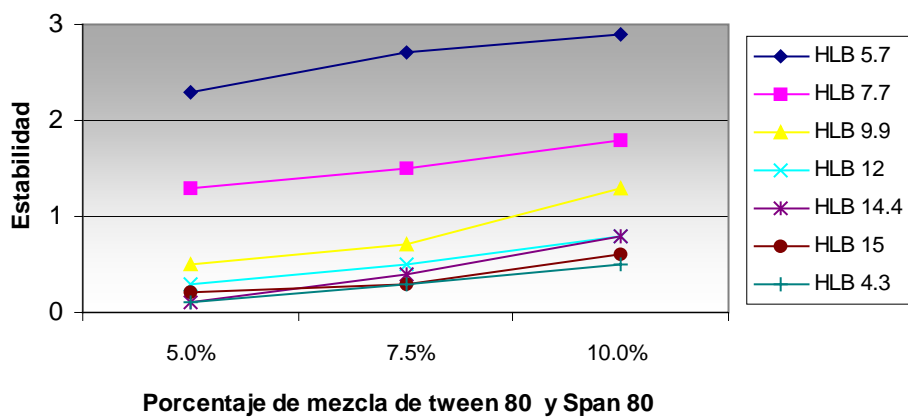
\*Emulsión que resiste la prueba.

**Tabla 12 Prueba de centrifugación de las emulsiones de Aceite de Maíz a 2500 r.p.m.**

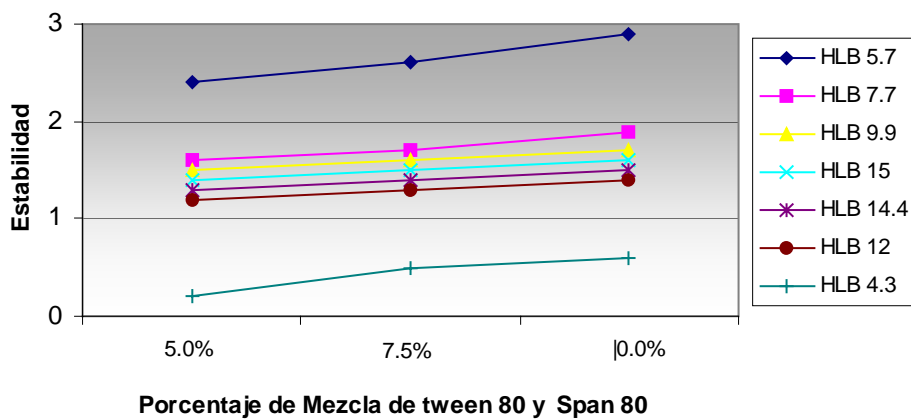
<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	4.3	Se produce separación de fases.
5.0%	5.7**	Formación de cremado homogéneo de color blanco sobre solución lechosa.
5.0%	7.7*	Cremado más amarillo que la anterior sobre solución blanca.
5.0%	9.9	Cremado más amarillento sobre una solución más clara que la anterior.
5.0%	12.0	Cremado más amarillento que la anterior y la solución más clara que la anterior.
5.0%	14.4	Cremado menos amarillo que la anterior pero la solución más clara.
5.0%	15.0	Cremado es menos amarillo que la anterior pero la solución más clara.
7.5%	4.3	Se produce separación de fases
7.5%	5.7**	Cremado homogéneo de color blanco y la solución clara.
7.5%	7.7*	Cremado más amarillo que la anterior sobre solución blanca.
7.5%	9.9	Cremado más amarillo sobre una solución más clara que la anterior.
7.5%	12.0	Cremado más amarillo que la anterior y la solución más clara que la anterior.
7.5%	14.4	Cremado menos amarillo que la anterior pero la solución más clara.
7.5%	15.0	Cremado es menos amarillo que la anterior pero la solución más clara.
10.0%	4.3	Se produce separación de fases.
10.0%	5.7**	Cremado blanco y solución lechosa.
10.0%	7.7*	Cremado más amarillo que el anterior pero la solución resultado más lechosa.
10.0%	9.9	Cremado más amarillo sobre una solución más clara que la anterior.
10.0%	12.0	Cremado más amarillo que la anterior y la solución más clara que la anterior.
10.0%	14.4	Cremado menos amarillo que la anterior pero la solución más clara.
10.0%	15.0	Cremado es menos amarillo que la anterior pero la solución más clara.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

\* Emulsión que resiste la prueba.



**Figura 2 Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Aceite de Maíz.**



**Figura 3 Gráfica de prueba de centrifugación a emulsiones de Aceite de Maíz.**

Valores de eje Y	0 - 1	1 - 2	2-3
Significado	Emulsiones que no resisten	Emulsiones que resisten	Emulsiones que mejor resisten

Según los resultados, en ambas pruebas los HLB que produjeron emulsiones más estables fueron 5.7 y 7.7.

Por lo que se seleccionaron dos valores de HLB que se encontraran dentro de este rango:

**HLB seleccionados: 5.7, 6.0, 7.0 y 7.7**

No se seleccionó un valor de HLB menor de 5.7 ya que según los resultados valores como 4.3 producían emulsiones inestables ante ambas pruebas, de igual forma los valores mayores de 7.7.

Al someter estas emulsiones con HLB preliminares a las pruebas de estabilidad, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 13 Prueba de almacenamiento - 5°C a emulsiones de Aceite de Maíz (HLB preliminares)**

<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	5.7	No hay clara separación de aceite, hay difusión.
5.0%	6.0*	No hay clara separación de aceite, hay mayor difusión que las anteriores.
5.0%	7.0**	No hay clara separación de aceite, es la emulsión más estable y con mayor difusión.
7.5%	5.7	No hay clara separación de aceite, hay difusión.
7.5%	6.0*	No hay clara separación de aceite, hay mayor difusión que las anteriores.
7.5%	7.0**	No hay clara separación de aceite, es la emulsión más estable y con mayor difusión.
10.0%	5.7	No hay clara separación de aceite, hay difusión.
10.0%	6.0*	No hay clara separación de aceite, hay mayor difusión que las anteriores.
10.0%	7.0**	No hay clara separación de aceite, es la emulsión más estable y con mayor difusión, es la más emulsionada de todas.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

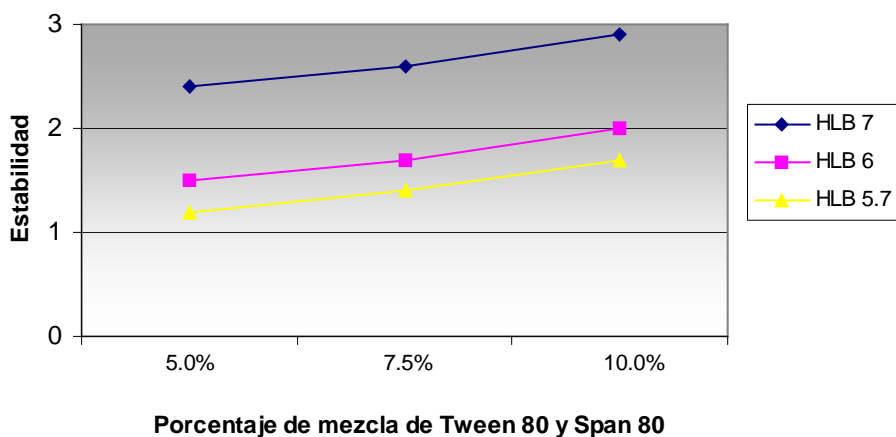
\* Emulsión que resiste la prueba

**Tabla 14 Prueba de centrifugación a emulsiones de Aceite de Maíz a  
2500 r.p.m. (HLB preliminares)**

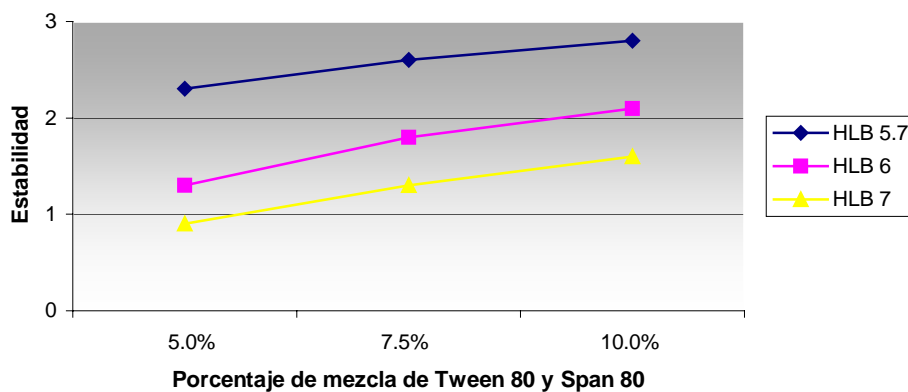
<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	5.7**	El cremado es homogéneo de color blanco y la solución más clara.
5.0%	6.0*	Cremado de color amarillo sobre solución lechosa.
5.0%	7.0	Cremado menos homogéneo que las anteriores.
7.5%	5.7**	Cremado y solución más blancas.
7.5%	6.0*	Cremado de color amarillo sobre solución lechosa.
7.5%	7.0	Cremado menos homogéneo que las anteriores.
10.0%	5.7**	Cremado y solución más blancas.
10.0%	6.0*	El cremado resulta más blanca que los porcentajes anteriores.
10.0%	7.0	Cremado más claro que los porcentajes anteriores, solución menos lechosa.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

\* Emulsión que resiste la prueba.



**Figura 4 Gráfica de prueba de almacenamiento a -5°C a emulsiones de Aceite de Maíz. (HLB Preliminares)**



**Figura 5 Gráfica de prueba de centrifugación a emulsiones de Aceite de Maíz. (HLB Preliminares)**

Valores de eje Y	0 - 1	1 - 2	2-3
Significado	Emulsiones que no resisten	Emulsiones que resisten	Emulsiones que mejor resisten

Las emulsiones con HLB de 5.7 resultaron ser las mejores después de ser sometidas a la prueba de centrifugación, pero en el descongelamiento resultaron menos estables que las emulsiones de HLB de 7 y de 6.

En ambas pruebas las emulsiones con HLB de 6 resultaron ser las segundas mejores, por lo que, se seleccionó este HLB como el posible requerido por el Aceite de Maíz para obtener emulsiones de tipo aceite en agua.

### **Aceite de oliva**

Cada set de las emulsiones preparadas se sometió a las pruebas rápidas de estabilidad acelerada obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 15 Prueba de almacenamiento a – 5°C a emulsiones de Aceite de Oliva.**

<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	4.3	Separación de aceite hacia la superficie, la capa inferior emulsionada de es la menos lechosa, con poca difusión
5.0%	5.7**	Separación de aceite no muy definida, se observa mayor difusión de la capa emulsionada hacia la capa oleosa.
5.0%	7.7	Separación de aceite bien definida, la capa inferior se observa un poco menos emulsionada.
5.0%	9.9*	Separación de aceite no muy definida, capa superior un poco más amarilla que la anterior, capa inferior emulsionada menos lechosa y presenta menos difusión.
5.0%	12.0	Separación de aceite, capa superior amarilla verdosa y la capa emulsionada es menos lechosa que la anterior.
5.0%	14.4	Separación de aceite, capa superior mas amarilla verdosa que las anteriores, y la capa emulsionada es menos lechosa que la anterior.
5.0%	15.0	Separación de aceite, capa superior más amarilla que la anterior y la capa emulsionada es menos lechosa.
7.5%	4.3	Separación de aceite hacia la superficie, la capa inferior emulsionada de es la menos lechosa, con poca difusión.

Tabla 15 Continuación		
7.5%	5.7	Separación de aceite, capa superior es la más amarilla verdosa, se observa poca difusión de la capa emulsionada hacia la capa oleosa.
7.5%	7.7**	Separación de aceite no muy definida, la capa inferior es la más lechosa y la que presenta mayor difusión.
7.5%	9.9*	Separación de aceite no muy definida pero con menos difusión que la anterior, capa inferior emulsionada menos lechosa.
7.5%	12.0	Separación de aceite, capa superior más amarilla que la anterior, y la capa emulsionada es menos lechosa.
7.5%	14.4	Separación de aceite, capa superior más amarilla verdosa que las anteriores, y la capa emulsionada es menos lechosa que la anterior.
7.5%	15.0	Separación de aceite, capa superior más amarilla que la anterior y la capa emulsionada es menos lechosa.
10.0%	4.3	Separación de aceite, la capa inferior es la menos emulsionada y la oleosa la más amarilla verdosa.
10.0%	5.7	Separación de aceite, capa superior menos amarilla que la anterior y la capa emulsionada es un poco más lechosa.
10.0%	7.7**	Separación de aceite no muy definida, la capa inferior es la más lechosa y la que presenta mayor difusión.
10.0%	9.9*	Separación de aceite no muy definida pero con menos difusión que la anterior, capa inferior emulsionada menos lechosa.
10.0%	12.0	Separación de aceite, la capa superior es más amarilla y la capa inferior es menos lechosa con menor difusión.
10.0%	14.4	Separación de aceite, capa superior más amarilla verdosa que las anteriores, y la capa emulsionada es menos lechosa que la anterior.
10.0%	15.0	Separación de aceite, capa superior más amarilla que la anterior y la capa emulsionada es menos lechosa.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

\* Emulsión que resiste la prueba.

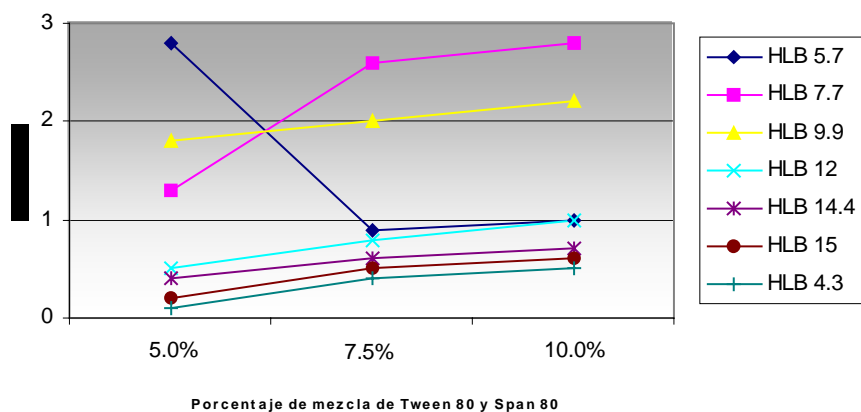


**Tabla 16 Prueba de centrifugación de las emulsiones de Aceite de Oliva a 2500 r.p.m.**

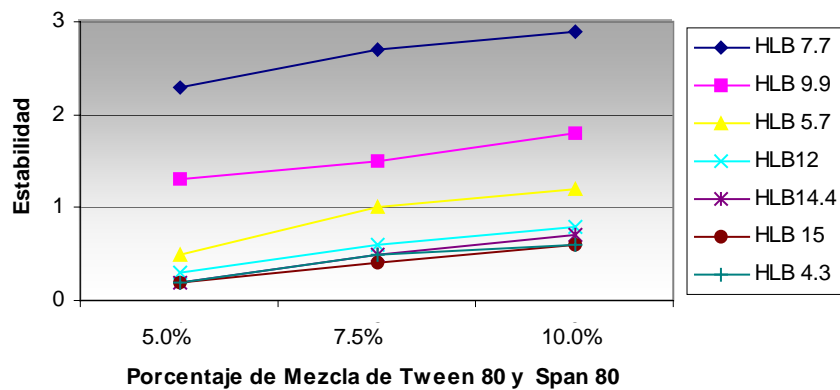
<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	4.3	Separación de fases.
5.0%	5.7	Cremado verdoso con una capa delgada de aceite en la parte superior.
5.0%	7.7**	Cremado menos verde que el anterior.
5.0%	9.9*	Cremado amarillo verdoso un poco más que el anterior.
5.0%	12.0	Cremado más amarillo que el anterior con poca separación de aceite.
5.0%	14.4	Cremado más amarillo con mayor separación de aceite.
5.0%	15.0	Separación de fases.
7.5%	4.3	Separación de fases.
7.5%	5.7	Cremado verdoso con una capa delgada de aceite en la parte superior.
7.5%	7.7**	El color del cremado es más claro y la solución más blanca que las demás.
7.5%	9.9*	Cremado amarillo verdoso un poco más que el anterior.
7.5%	12.0	El cremado es más amarillo que el anterior y presenta poca separación de aceite.
7.5%	14.4	Aumenta separación de aceite y se intensifica el color amarillo del cremado.
7.5%	15.0	Separación de fases.
10.0%	4.3	Separación de fases
10.0%	5.7	Cremado verdoso con una capa delgada de aceite en la parte superior.
10.0%	7.7**	El color del cremado es más claro y la solución más blanca que las demás.
10.0%	9.9**	No hay clara diferencia con la emulsión anterior.
10.0%	12.0	El cremado es más amarillo que el anterior y presenta poca separación de aceite.
10.0%	14.4	Aumenta separación de aceite y se intensifica el color amarillo del cremado.
10.0%	15.0	Separación de fases.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

\* Emulsión que resiste la prueba.



**Figura 6 Gráfica de prueba de almacenamiento a - 5°C a emulsiones de Aceite de Oliva.**



**Figura 7 Gráfica de prueba de centrifugación a 2500 rpm a emulsiones de Aceite de Oliva.**

Valores de eje Y	0 - 1	1 - 2	2-3
<b>Significado</b>	Emulsiones que no resisten	Emulsiones que resisten	Emulsiones que mejor resisten

En los resultados de ambas pruebas los HLB que resistieron fueron 7.7 y 9.9. Por lo que se seleccionaron dos valores de HLB que se encontraran dentro de este rango: **HLB seleccionados: 7.7, 8.4, 9.1 y 9.9.**

Al someter estas emulsiones con HLB preliminares a las pruebas de estabilidad, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 17 Prueba de almacenamiento a – 5°C de emulsiones del Aceite de Oliva (HLB preliminares)**

<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	7.7	Separación de aceite hacia la superficie formando una capa de color amarillo verdoso, presenta difusión.
5.0%	8.4	Separación de aceite hacia la superficie formando una capa de color amarillo, no presenta difusión.
5.0%	9.1*	Son muy parecidas a las anteriores pero presentan mayor difusión.
5.0%	9.9**	No hay clara separación de aceite, pues son las que presentan mayor difusión.
7.5%	7.7	Separación de aceite, capa superior de color amarillo verdoso, presenta difusión.
7.5%	8.4	Separación de aceite, capa de color amarillo, no presenta difusión.
7.5%	9.1*	Son muy parecidas a las anteriores pero presentan mayor difusión.
7.5%	9.9**	No hay clara separación de aceite, pues son las que presentan mayor difusión.
10.0%	7.7	Separación de aceite, capa de color amarillo verdoso, presenta difusión.
10.0%	8.4	Separación de aceite hacia la superficie formando una capa de color amarillo, no presenta difusión.
10.0%	9.1*	Son muy parecidas a las anteriores pero presentan mayor difusión.
10.0%	9.9**	No hay clara separación de aceite, pues son las que presentan mayor difusión.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

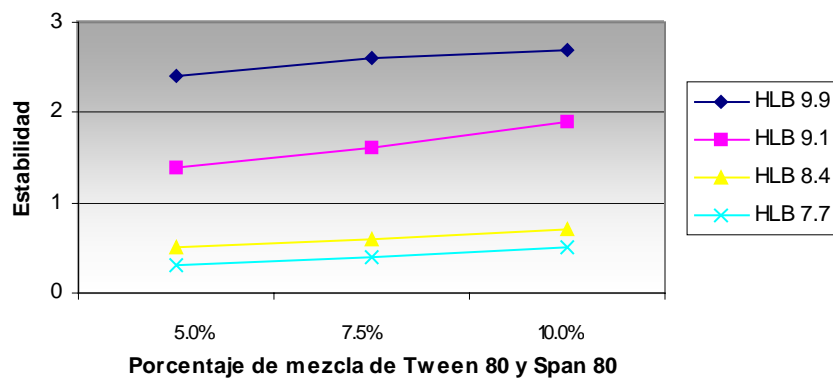
\* Emulsión que resiste la prueba.

**Tabla 18 Prueba de centrifugación de las emulsiones del Aceite de Oliva a 2500 r.p.m. (HLB preliminares)**

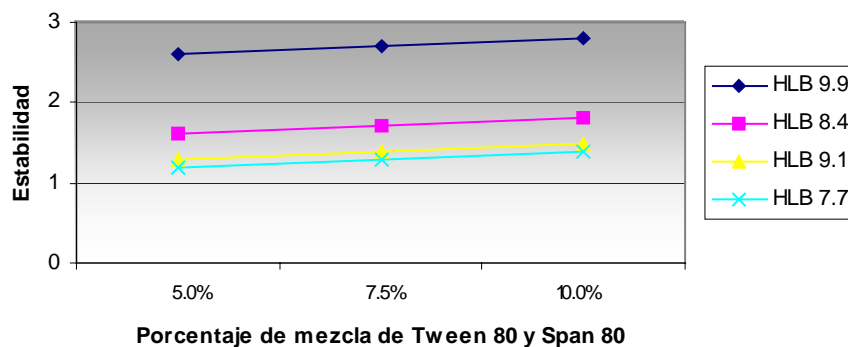
<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	7.7	Cremado de color verde más intenso con solución clara.
5.0%	8.4*	Cremado de color amarillo verdoso claro.
5.0%	9.1	Cremado amarillo y solución lechosa
5.0%	9.9**	Cremado amarillo verdoso y solución lechosa.
7.5%	7.7	Cremado amarillo claro y solución lechosa.
7.5%	8.4*	Cremado de color amarillo menos intenso y la solución es más clara.
7.5%	9.1	Cremado más amarillo verdoso.
7.5%	9.9**	Cremado amarillo verdoso y solución lechosa.
10.0%	7.7	Cremado verdoso y solución lechosa menos intensa.
10.0%	8.4*	Cremado color amarillo verdoso menos intenso y solución clara.
10.0%	9.1	Cremado más amarillo verdoso.
10.0%	9.9**	Cremado amarillo verdoso y solución lechosa.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

\* Emulsión que resiste la prueba



**Figura 8 Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Aceite de Oliva. (HLB Preliminares)**



**Figura 9 Gráfica de prueba de centrifugación a 2500rpm a emulsiones de Aceite de Oliva. (HLB Preliminares).**

Valores de eje Y	0 - 1	1 - 2	2-3
Significado	Emulsiones que no resisten	Emulsiones que resisten	Emulsiones que mejor resisten

En ambas pruebas las emulsiones con HLB de 9.9 resultaron ser las mejores, por lo que, se seleccionó este HLB como el posible requerido por el Aceite de Oliva para obtener emulsiones de tipo aceite en agua.

### 4.3.3 Aceite de Hígado de Bacalao

Cada set de las emulsiones preparadas se sometió a las pruebas rápidas de estabilidad acelerada obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 19 Prueba de almacenamiento a – 5°C a emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao**

<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	4.3	Separación de aceite hacia la superficie, la capa inferior emulsionada es la menos lechosa.
5.0%	5.7	Separación de aceite, la capa inferior es un poco más blanca y la capa superior es menos amarilla hay poca difusión.
5.0%	7.7*	Separación de aceite no muy definida, la capa inferior es la segunda más lechosa y la capa superior es la menos amarilla, se observa un poco de difusión.
5.0%	9.9**	Separación de aceite no muy definida, es la que presenta mayor difusión.
5.0%	12.0	Separación de aceite, la capa superior es la más amarilla y la capa emulsionada es menos lechosa que la anterior.
5.0%	14.4	Separación de aceite, capa superior mas amarilla que la anterior, y la capa emulsionada es menos lechosa.
5.0%	15.0	Separación de aceite, capa superior más amarilla que la anterior y la capa emulsionada es menos lechosa.
7.5%	4.3	Separación de aceite hacia la superficie, la capa inferior emulsionada de es la menos lechosa.
7.5%	5.7	Separación de aceite, la capa inferior es un poco más blanca y la capa superior es menos amarilla hay poca difusión.

Tabla 19 Continuación		
7.5%	7.7*	Separación de aceite no muy definida, la capa inferior es la segunda más lechosa y la capa superior es menos amarilla, se observa un poco de difusión.
7.5%	9.9**	Separación de aceite no muy definida, es la que presenta mayor difusión.
7.5%	12.0	Separación de aceite, capa superior más amarilla que la anterior, y la capa emulsionada es la más lechosa, tiene poca difusión.
7.5%	14.4	Separación de aceite, capa superior mas amarilla que la anterior, y la capa emulsionada es menos lechosa que la anterior.
7.5%	15.0	Separación de aceite, capa superior menos amarilla que la anterior y la capa emulsionada es más lechosa.
10.0%	4.3	Separación de aceite, la capa inferior es la menos emulsionada.
10.0%	5.7	Separación de aceite, la capa inferior es más blanca y la capa superior es menos amarilla, hay poca difusión.
10.0%	7.7*	Separación de aceite no muy definida, la capa inferior es la más lechosa y la capa superior es menos amarilla, se observa un poco de difusión.
10.0%	9.9**	No hay separación de aceite definida, solo se observa dos fases lechosas una más amarilla (capa superior) que la otra.
10.0%	12.0	Separación de aceite, la capa superior es amarilla y la inferior es menos lechosa.
10.0%	14.4	Separación de aceite, capa superior mas amarilla que la anterior, y la capa emulsionada es menos lechosa.
10.0%	15.0	Separación de aceite, capa superior es la más amarilla y la capa emulsionada es más lechosa.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

\* Emulsión que resiste la prueba.

\*

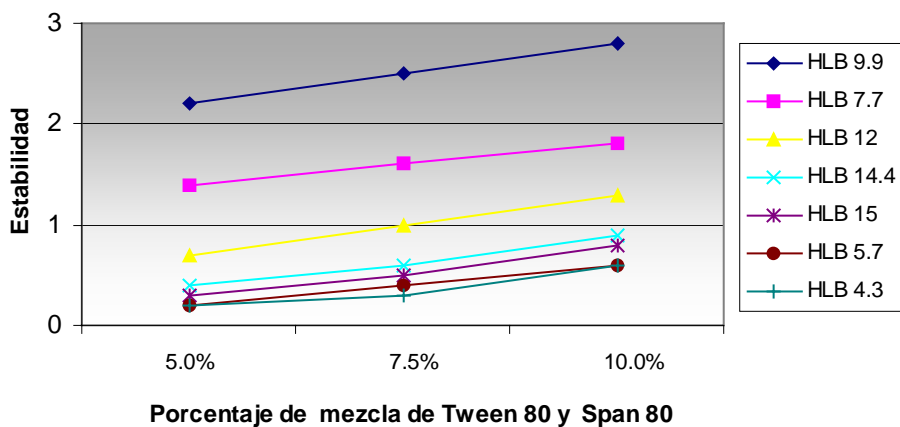
**Tabla 20 Prueba de centrifugación de las emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao a 2500 r.p.m.**

<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	4.3	Separación de fases.
5.0%	5.7	Cremado amarillo claro y solución lechosa.
5.0%	7.7	Cremado de color amarillo y solución lechosa.
5.0%	9.9*	Cremado amarillo tenue y solución inferior lechosa.
5.0%	12.0**	Cremado similar al anterior pero con solución más blanca.
5.0%	14.4	Cremado amarillo intenso y solución menos lechosa.
5.0%	15.0	Separación de fases.
7.5%	4.3	Separación de fases.
7.5%	5.7	Cremado amarillo claro y solución lechosa.
7.5%	7.7	Cremado de color amarillo y solución lechosa.
7.5%	9.9*	Cremado amarillo tenue y solución inferior lechosa.
7.5%	12.0**	Cremado similar al anterior pero con solución más blanca.
7.5%	14.4	Cremado amarillo intenso y solución menos lechosa.
7.5%	15.0	Separación de fases.
10.0%	4.3	Separación de fases.
10.0%	5.7	Cremado amarillo claro y solución lechosa.
10.0%	7.7	Cremado de color amarillo y solución lechosa.
10.0%	9.9*	Cremado amarillo tenue y solución inferior lechosa.
10.0%	12.0**	Cremado similar al anterior pero con solución más blanca.
10.0%	14.4	Cremado amarillo intenso y solución menos lechosa.
10.0%	15.0	Separación de fases.

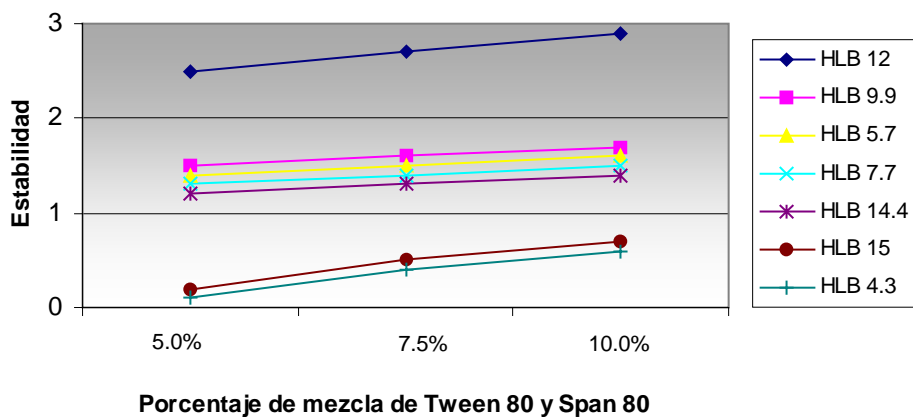
\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

\* Emulsión que resiste la prueba





**Figura 10 Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao.**



**Figura 11 Gráfica de prueba de centrifugación a 2500rpm a emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao.**

Valores de eje Y	0 - 1	1 - 2	2-3
Significado	Emulsiones que no resisten	Emulsiones que resisten	Emulsiones que mejor resisten

En los resultados de ambas pruebas los HLB que resistieron fueron 7.7, 9.9 y 12. Por lo que se seleccionaron dos valores de HLB que se encontraran dentro de este rango: **HLB seleccionados: 7.7, 9.1, 9.9, 10.7, 12.**

Se seleccionó el valor de 9.1 que se encuentra cercano a 7.7 y a 9.9, de igual forma el valor de 10.7 se encuentra entre los valores de HLB de 9.9 y 12.

Al someter estas emulsiones con HLB preliminares a las pruebas de estabilidad, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 21 Prueba de almacenamiento a -5°C a emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao (HLB preliminares)**

<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	9.1	Separación de aceite, capa superior de color amarillo intenso, presentan difusión.
5.0%	9.9*	No hay clara separación de aceite, presentan mayor difusión que las anteriores.
5.0%	10.7**	No hay clara separación de aceite, hay difusión, la capa superior se observa más amarilla que la anterior y la capa inferior se observa muy emulsionada.
7.5%	9.1	Separación de aceite, capa superior de color amarillo intenso, presentan difusión.
7.5%	9.9*	No hay clara separación de aceite, presentan mayor difusión que las anteriores.
7.5%	10.7**	No hay clara separación de aceite, hay difusión, la capa superior se observa más amarilla que la anterior y la capa inferior se observa muy emulsionada.
10.0%	9.1	Separación de aceite, capa superior de color amarillo intenso, presentan difusión.
10.0%	9.9*	No hay clara separación de aceite, presentan mayor difusión que las anteriores.
10.0%	10.7**	No hay clara separación de aceite, hay difusión, es la que se observa más emulsionada de todas las anteriores.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

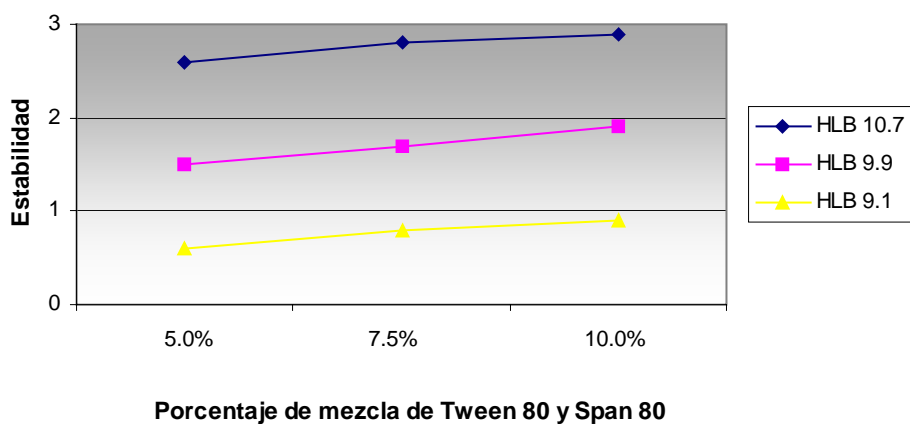
\* Emulsión que resiste la prueba.

**Tabla 22 Prueba de centrifugación a emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao a 2500 r.p.m. (HLB preliminares)**

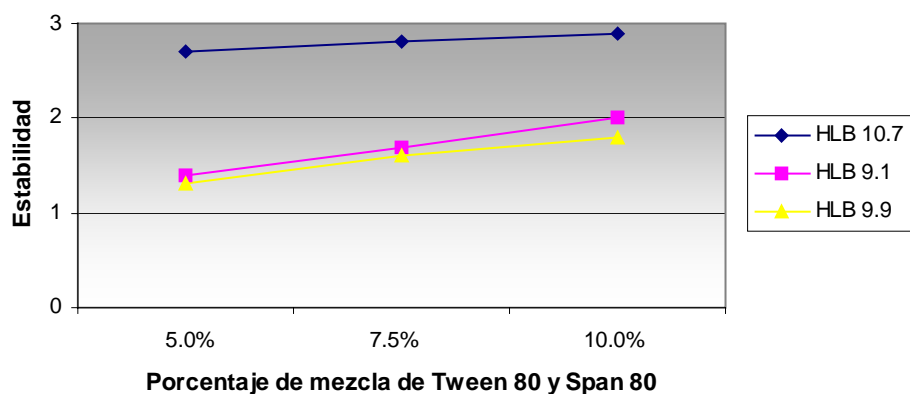
<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	9.1*	Cremado amarillo tenue y solución lechosa
5.0%	9.9	Cremado parecido al anterior, pero la solución y el cremado son menos blancas
5.0%	10.7**	Cremado y la solución son más blancas que las anteriores. Casi no se distingue separación entre el cremado y la solución.
7.5%	9.1*	Cremado amarillo tenue y solución lechosa
7.5%	9.9	Cremado parecido al anterior, pero la solución y el cremado son menos blancas
7.5%	10.7**	Cremado y la solución son más blancas que las anteriores. Casi no se distingue separación entre el cremado y la solución.
10.0%	9.1*	Cremado amarillo tenue y solución lechosa
10.0%	9.9	Cremado parecido al anterior, pero la solución y el cremado son menos blancas
10.0%	10.7**	Cremado y la solución son más blancas que las anteriores. Casi no se distingue separación entre el cremado y la solución.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

\* Emulsión que resiste la prueba.



**Figura 12 Gráfica de prueba de almacenamiento a -5°C a emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao. (HLB Preliminares)**



**Figura13 Gráfica de prueba de centrifugación a 2500rpm a emulsiones de Aceite de Hígado de Bacalao. (HLB Preliminares)**

Valores de eje Y	0 - 1	1 - 2	2-3
Significado	Emulsiones que no resisten	Emulsiones que resisten	Emulsiones que mejor resisten

En ambas pruebas las emulsiones con HLB de 10.7 resultaron ser las mejores, por lo que, se seleccionó este HLB como el posible requerido por el Aceite de Hígado de Bacalao para obtener emulsiones de tipo aceite en agua.

#### 4.3.4 Manteca de cerdo

Cada set de las emulsiones preparadas se sometió a las pruebas rápidas de estabilidad acelerada obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 23 Prueba de almacenamiento a – 5°C a emulsiones de Manteca de Cerdo.**

<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	4.3	Separación de fases.
5.0%	5.7**	No hay separación de fases la emulsión se observa homogénea.
5.0%	7.7*	No hay separación clara de fases pero se observan pequeños grumos.
5.0%	9.9	No hay separación clara de fases pero se observan pequeños grumos.
5.0%	12.0	Separación de fases.
5.0%	14.4	Separación de fases.
5.0%	15.0	Separación de fases.
7.5%	4.3	No hay separación de fases pero se observan pequeños grumos.
7.5%	5.7**	No hay separación de fases la emulsión se observa homogénea.
7.5%	7.7*	No hay separación clara de fases pero se observan pequeños grumos.
7.5%	9.9	No hay separación clara de fases pero se observan grumos un poco más grandes que la anterior.
7.5%	12.0	Separación de fases.
7.5%	14.4	Separación de fases.
7.5%	15.0	Separación de fases.
10.0%	4.3	No hay separación de fases pero se observan pequeños grumos
10.0%	5.7**	No hay separación de fases la emulsión se observa más homogénea que la anterior.
10.0%	7.7*	No hay separación clara de fases pero se observan pequeños grumos.
10.0%	9.9	No hay separación clara de fases pero se observan grumos un poco más grandes que la anterior.
10.0%	12.0	Separación de fases.
10.0%	14.4	Separación de fases.
10.0%	15.0	Separación de fases.

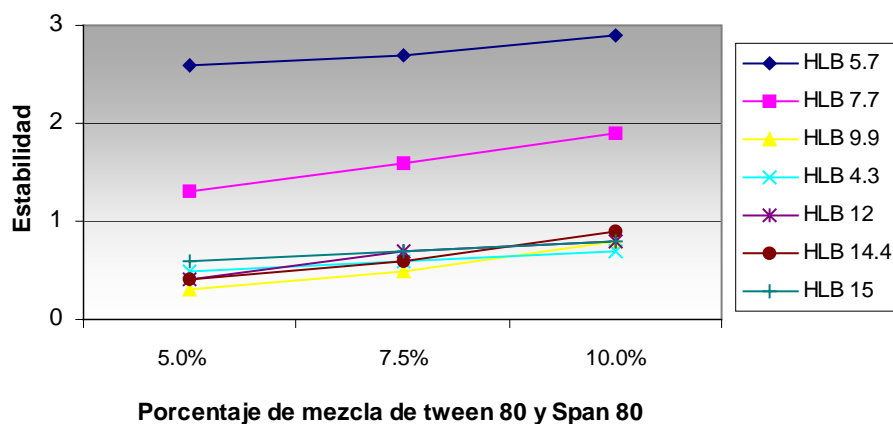
\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba. \* Emulsión que resiste la prueba

**Tabla 24 Prueba de centrifugación a emulsiones de Manteca de Cerdo  
a 2500 r.p.m.**

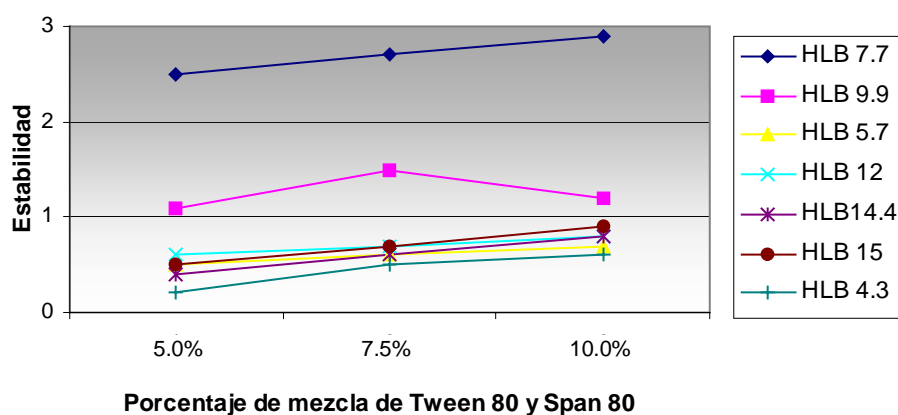
<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	4.3	Separación de fases.
5.0%	5.7	Separación de fases.
5.0%	7.7**	Cremado más claro y solución más lechosa.
5.0%	9.9*	Cremado no muy homogéneo de color blanco
5.0%	12.0	Separación de fases.
5.0%	14.4	Separación de fases.
5.0%	15.0	Separación de fases.
7.5%	4.3	Separación de fases
7.5%	5.7	Separación de fases
7.5%	7.7**	Cremado muy blanco y solución lechosa
7.5%	9.9*	Cremado parecido al anterior pero solución menos clara.
7.5%	12.0	Separación de fases.
7.5%	14.4	Separación de fases.
7.5%	15.0	Separación de fases.
10.0%	4.3	Separación de fases
10.0%	5.7	Separación de fases
10.0%	7.7**	Cremado muy blanco y solución lechosa
10.0%	9.9	Leve separación de fase grasa
10.0%	12.0	Separación de fases
10.0%	14.4	Separación de fases.
10.0%	15.0	Separación de fases.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

\* Emulsión que resiste la prueba.



**Figura 14 Gráfica de prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Manteca de Cerdo.**



**Figura 15 Gráfica de prueba de centrifugación a 2500rpm a emulsiones de Manteca de Cerdo.**

Valores de eje Y	0 - 1	1 - 2	2-3
Significado	Emulsiones que no resisten	Emulsiones que resisten	Emulsiones que mejor resisten

En los resultados de ambas pruebas los HLB que resistieron fueron 5.7 , 7.7 y 9.9. Por lo que se seleccionaron dos valores de HLB que se encontraran dentro de este rango: **HLB seleccionados: 5.7,6.4, 7.7 , 8.6, 9.9.**

Se seleccionó el HLB de 6.4 que se encuentra entre los valores de 5.7 y 7.7, y el HLB de 8.6 que se encuentra entre 7.7 y 9.9.

Al someter estas emulsiones con HLB preliminares a las pruebas de estabilidad, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 25 Prueba de almacenamiento  $-5^{\circ}\text{C}$  a emulsiones de Manteca de Cerdo (HLB preliminares)**

<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	6.4**	No hay separación de fases, la emulsión se observa homogénea.
5.0%	7.7	Separación de fases, se observan grumos.
5.0%	8.6	Separación de fases, se observan grumos.
7.5%	6.4**	No hay separación de fases, la emulsión se observa homogénea.
7.5%	7.7	Separación de fases, se observan grumos.
7.5%	8.6	Separación de fases, se observan grumos.
10.0%	6.4**	No hay separación de fases, la emulsión se observa homogénea.
10.0%	7.7	Separación de fases, se observan grumos.
10.0%	8.6	Separación de fases, se observan grumos.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

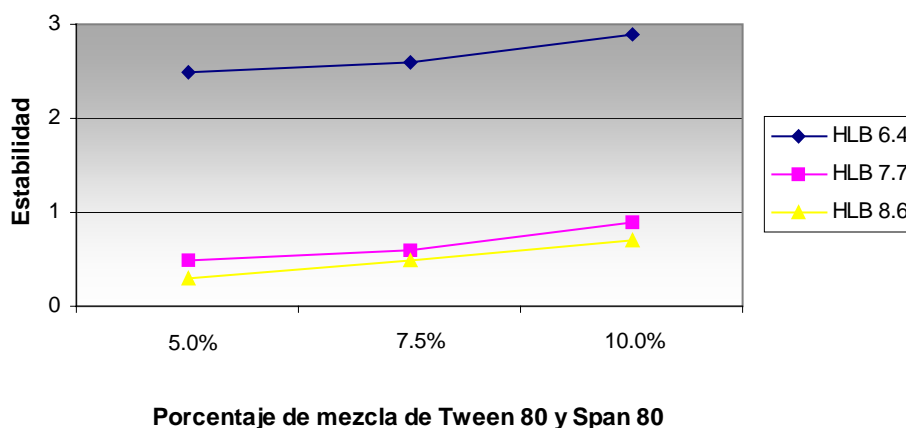


**Tabla 26 Prueba de centrifugación a emulsiones de Manteca de Cerdo  
2500 r.p.m. (HLB preliminares)**

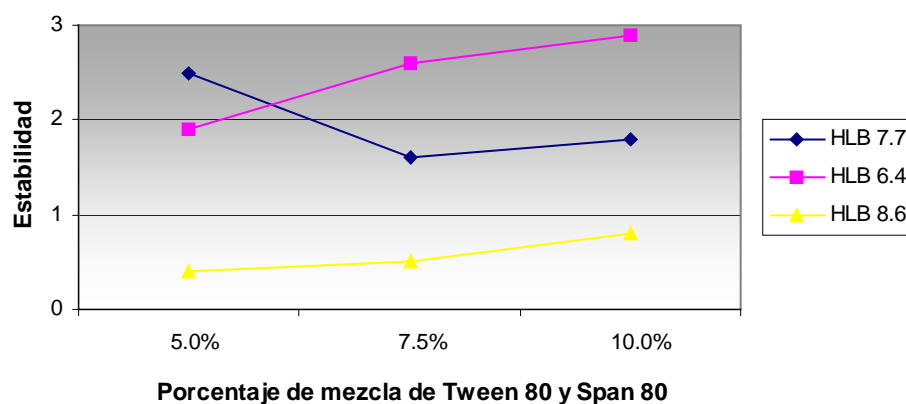
<b>% DE MEZCLA DE TWEEN 80 Y SPAN 80</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
5.0%	6.4*	Poca separación de aceite sobre el cremado.
5.0%	7.7**	No hay clara separación de aceite, el cremado es de color amarillo pálido, solución inferior menos lechosa.
5.0%	8.6	Separación de fases.
7.5%	6.4**	El cremado es blanco, no hay separación de aceite, la solución inferior es la más lechosa.
7.5%	7.7*	El cremado es más amarillo que la anterior sin clara separación de aceite.
7.5%	8.6	Separación de fases.
10.0%	6.4**	El cremado es blanco, no hay separación de aceite, la solución inferior es la más lechosa.
10.0%	7.7*	Separación de aceite sobre el cremado, y la solución es menos lechosa que la anterior.
10.0%	8.6	Separación de fases.

\*\* Emulsión que mejor resiste a la prueba.

\* Emulsión que resiste la prueba.



**Figura 16 Gráfica de prueba de almacenamiento a -5°C a emulsiones de Manteca de Cerdo. (HLB Preliminares)**



**Figura 17 Gráfica de prueba de centrifugación a 2500rpm a emulsiones de Manteca de Cerdo. (HLB Preliminares)**

Valores de eje Y	0 - 1	1 - 2	2-3
Significado	Emulsiones que no resisten	Emulsiones que resisten	Emulsiones que mejor resisten

En ambas pruebas las emulsiones con HLB de 6.4 resultaron ser las mejores, por lo que, se seleccionó este HLB como el posible requerido por la Manteca de Cerdo para obtener emulsiones de tipo aceite en agua.

De acuerdo a los resultados obtenidos los HLB seleccionados de las Grasas analizadas fueron:

**Tabla 27 HLB seleccionados**

<b>GRASA</b>	<b>HLB REQUERIDO</b>
Aceite de Maíz	6.0
Aceite de Oliva	9.9
Aceite de Hígado de Bacalao	10.7
Manteca de Cerdo	6.4

#### **4.4 Resultados y análisis de la aplicación de pruebas de estabilidad acelerada (temperatura, almacenamiento y centrifugación) a las emulsiones con valores de HLB encontrados.**

Después de haber encontrado el HLB práctico de cada una de las grasas, se procedió a utilizarlos en ensayos para confirmar que es el valor de HLB requerido para ser utilizados en emulsiones de tipo aceite en agua (O/W). Se prepararon emulsiones por triplicado con el valor de HLB requerido y se sometieron a las siguientes pruebas de estabilidad acelerada:

1. Almacenamiento a 4 °C. Observar un mes <sup>(14)</sup>. Utilizando Refrigeradora Convencional marca General Electric.
2. Centrifugación entre 2000 y 3000 rpm por 10 minutos <sup>(14)</sup>.

3. Almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  por una semana, con evaluación después del descongelamiento. (14).

4. Almacenamiento a Temperatura ambiente por un mes (14).

Obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 28 Prueba de almacenamiento a  $4^{\circ}\text{C}$  por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Maíz**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub> -E <sub>2</sub> -E <sub>3</sub>	5.0%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>4</sub>	7.5%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>5</sub>	7.5%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>6</sub>	7.5%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>7</sub>	10.0%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>8</sub>	10.0%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>9</sub>	10.0%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas

**Tabla 29 Prueba de centrifugación a 2500 r.p.m. de emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Maíz**

EMULSION	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub> - E <sub>2</sub> - E <sub>3</sub>	5.0%	6.0	El cremado es más blanco que los demás porcentajes, entre ellas no hay diferencias.
E <sub>4</sub> -E <sub>5</sub> -E <sub>6</sub>	7.5%	6.0	El cremado es de color crema más pálido que el porcentaje anterior pero la solución resulta más blanca, entre ellas no hay diferencias.
E <sub>7</sub>	10.0%	6.0	No hay diferencias claras entre ellas y el cremado se mantiene
E <sub>8</sub>	10.0%	6.0	No hay diferencias claras entre ellas y el cremado se mantiene
E <sub>9</sub>	10.0%	6.0	No hay diferencias claras entre ellas y el cremado se mantiene

**Tabla 30 Prueba de almacenamiento a  $-5^{\circ}\text{C}$  por una semana a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Maíz**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub> – E <sub>2</sub> – E <sub>3</sub>	5.0%	6.0	No hay clara separación de aceite o de dos capas pues presenta mucha difusión.
E <sub>4</sub>	7.5%	6.0	No hay clara separación de aceite presenta mayor difusión que las anteriores.
E <sub>5</sub>	7.5%	6.0	No hay clara separación de aceite presenta mayor difusión que las anteriores
E <sub>6</sub>	7.5%	6.0	No hay clara separación de aceite presenta mayor difusión que las anteriores
E <sub>7</sub>	10.0%	6.0	No hay clara separación de aceite, la difusión es tal que casi parecen ser homogéneas.
E <sub>8</sub>	10.0%	6.0	No hay clara separación de aceite, la difusión es tal que casi parecen ser homogéneas.
E <sub>9</sub>	10.0%	6.0	No hay clara separación de aceite, la difusión es tal que casi parecen ser homogéneas.

**Tabla 31 Prueba de almacenamiento a temperatura ambiente por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Maíz**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub> – E <sub>2</sub> – E <sub>3</sub>	5.0%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas.
E <sub>4</sub>	7.5%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>5</sub>	7.5%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>6</sub>	7.5%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>7</sub>	10.0%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>8</sub>	10.0%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>9</sub>	10.0%	6.0	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas

**Tabla 32 Prueba de almacenamiento a 4°C por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Oliva**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub> – E <sub>2</sub> – E <sub>3</sub>	5.0%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas.
E <sub>4</sub>	7.5%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>5</sub>	7.5%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>6</sub>	7.5%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>7</sub>	10.0%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>8</sub>	10.0%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>9</sub>	10.0%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas

**Tabla 33 Prueba de centrifugación a 2500 r.p.m. de emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Oliva**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub> – E <sub>2</sub> – E <sub>3</sub>	5.0%	9.9	El cremado resulta más claro y homogéneo que en los demás porcentajes y entre ellas no existe diferencia.
E <sub>4</sub>	7.5%	9.9	La solución resulta ser la más lechosa que en los demás porcentajes y entre ellas no hay diferencia.
E <sub>5</sub>	7.5%	9.9	La solución resulta ser la más lechosa que en los demás porcentajes y entre ellas no hay diferencia.
E <sub>6</sub>	7.5%	9.9	La solución resulta ser la más lechosa que en los demás porcentajes y entre ellas no hay diferencia.
E <sub>7</sub>	10.0%	9.9	Las soluciones son menos lechosas que las de porcentaje de 7.5 sin diferencia clara entre ellas.
E <sub>8</sub>	10.0%	9.9	Las soluciones son menos lechosas que las de porcentaje de 7.5 sin diferencia clara entre ellas.
E <sub>9</sub>	10.0%	9.9	Las soluciones son menos lechosas que las de porcentaje de 7.5 sin diferencia clara entre ellas.

**Tabla 34 Prueba de almacenamiento a – 5°C por una semana a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Oliva**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub> – E <sub>2</sub> – E <sub>3</sub>	5.0%	9.9	No hay clara separación de aceite, presenta mucha difusión.
E <sub>4</sub>	7.5%	9.9	No hay clara separación de aceite presenta mayor difusión que las anteriores.
E <sub>5</sub>	7.5%	9.9	No hay clara separación de aceite presenta mayor difusión que las anteriores.
E <sub>6</sub>	7.5%	9.9	No hay clara separación de aceite presenta mayor difusión que las anteriores.
E <sub>7</sub>	10.0%	9.9	No hay clara separación de aceite, la difusión es mayor que en las anteriores.
E <sub>8</sub>	10.0%	9.9	No hay clara separación de aceite
E <sub>9</sub>	10.0%	9.9	No hay clara separación de aceite

**Tabla 35 Prueba de almacenamiento a temperatura ambiente por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Oliva**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub>	5.0%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas.
E <sub>2</sub>	5.0%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>3</sub>	5.0%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>4</sub>	7.5%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>5</sub>	7.5%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>6</sub>	7.5%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>7</sub>	10.0%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>8</sub>	10.0%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>9</sub>	10.0%	9.9	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas

**Tabla 36 Prueba de almacenamiento a 4°C por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Hígado de Bacalao**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub>	5.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas.
E <sub>2</sub>	5.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>3</sub>	5.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>4</sub>	7.5%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>5</sub>	7.5%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>6</sub>	7.5%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>7</sub>	10.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>8</sub>	10.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>9</sub>	10.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas

**Tabla 37 Prueba de centrifugación a 2500 r.p.m. de emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Hígado de Bacalao**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub>	5.0%	10.7	Emulsiones muy similares. Solución inferior lechosa. Cremado un poco amarillo.
E <sub>2</sub>	5.0%	10.7	Emulsiones muy similares. Solución inferior lechosa. Cremado un poco amarillo
E <sub>3</sub>	5.0%	10.7	Emulsiones muy similares. Solución inferior lechosa. Cremado un poco amarillo
E <sub>4</sub>	7.5%	10.7	Emulsiones muy similares. Solución inferior lechosa. Cremado un poco amarillo.
E <sub>5</sub>	7.5%	10.7	Emulsiones muy similares. Solución inferior lechosa. Cremado un poco amarillo
E <sub>6</sub>	7.5%	10.7	Emulsiones muy similares. Solución inferior lechosa. Cremado un poco amarillo
E <sub>7</sub>	10.0%	10.7	Emulsiones muy similares. Cremado más blanco, solución inferior es la más lechosa.
E <sub>8</sub>	10.0%	10.7	Emulsiones muy similares. Solución inferior lechosa. Cremado un poco amarillo
E <sub>9</sub>	10.0%	10.7	Emulsiones muy similares. Solución inferior lechosa. Cremado un poco amarillo



**Tabla 38 Prueba de almacenamiento a – 5°C por una semana a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Hígado de Bacalao**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub>	5.0%	10.7	No hay clara separación de aceite, presenta mucha difusión.
E <sub>2</sub>	5.0%	10.7	No hay clara separación de aceite
E <sub>3</sub>	5.0%	10.7	No hay clara separación de aceite
E <sub>4</sub>	7.5%	10.7	No hay clara separación de aceite presenta mayor difusión que las anteriores.
E <sub>5</sub>	7.5%	10.7	No hay clara separación de aceite presenta mayor difusión que las anteriores.
E <sub>6</sub>	7.5%	10.7	No hay clara separación de aceite presenta mayor difusión que las anteriores.
E <sub>7</sub>	10.0%	10.7	No hay separación de aceite, la emulsión se observa homogénea
E <sub>8</sub>	10.0%	10.7	No hay separación de aceite, la emulsión se observa homogénea
E <sub>9</sub>	10.0%	10.7	No hay separación de aceite, la emulsión se observa homogénea

**Tabla 39 Prueba de almacenamiento a temperatura ambiente por un mes a emulsiones con el HLB requerido del Aceite de Hígado de Bacalao**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub>	5.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas.
E <sub>2</sub>	5.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>3</sub>	5.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>4</sub>	7.5%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>5</sub>	7.5%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>6</sub>	7.5%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>7</sub>	10.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>8</sub>	10.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>9</sub>	10.0%	10.7	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas

**Tabla 40 Prueba de almacenamiento a 4°C por un mes a emulsiones con el HLB requerido de la Manteca de Cerdo**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub>	5.0%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas.
E <sub>2</sub>	5.0%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas.
E <sub>3</sub>	5.0%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas.
E <sub>4</sub>	7.5%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>5</sub>	7.5%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>6</sub>	7.5%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>7</sub>	10.0%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>8</sub>	10.0%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>9</sub>	10.0%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas

**Tabla 41 Prueba de centrifugación a 2500 r.p.m. a emulsiones con el HLB requerido de la Manteca de Cerdo**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub> - E <sub>2</sub> - E <sub>3</sub>	5.0%	6.4	Emulsiones muy similares. Casi no se observa separación entre el cremado y la solución lechosa.
E <sub>4</sub>	7.5%	6.4	Emulsiones muy similares. Casi no se observa separación entre el cremado y la solución resulta ser la más lechosa.
E <sub>5</sub>	7.5%	6.4	Emulsiones muy similares. Casi no se observa separación entre el cremado y la solución resulta ser la más lechosa.
E <sub>6</sub>	7.5%	6.4	Emulsiones muy similares. Casi no se observa separación entre el cremado y la solución resulta ser la más lechosa.
E <sub>7</sub>	10.0%	6.4	Emulsiones muy similares. Casi no se observa separación entre el cremado y la solución lechosa.
E <sub>8</sub>	10.0%	6.4	Emulsiones muy similares. Casi no se observa separación entre el cremado y la solución lechosa.
E <sub>9</sub>	10.0%	6.4	Emulsiones muy similares. Casi no se observa separación entre el cremado y la solución lechosa.

**Tabla 42 Prueba de almacenamiento a – 5°C por una semana a emulsiones con el HLB requerido de Manteca de Cerdo**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub> – E <sub>2</sub> – E <sub>3</sub>	5.0%	6.4	No hay separación de fases, emulsiones blancas, fluidas y no presentan grumos
E <sub>4</sub>	7.5%	6.4	No hay separación de fases, emulsiones blancas, fluidas y no presentan grumos
E <sub>5</sub>	7.5%	6.4	No hay separación de fases, emulsiones blancas, fluidas y no presentan grumos
E <sub>6</sub>	7.5%	6.4	No hay separación de fases, emulsiones blancas, fluidas y no presentan grumos
E <sub>7</sub>	10.0%	6.4	No hay separación de fases, emulsiones blancas, fluidas y no presentan grumos
E <sub>8</sub>	10.0%	6.4	No hay separación de fases, emulsiones blancas, fluidas y no presentan grumos
E <sub>9</sub>	10.0%	6.4	No hay separación de fases, emulsiones blancas, fluidas y no presentan grumos

**Tabla 43 Prueba de almacenamiento a temperatura ambiente por un mes a emulsiones con el HLB requerido de Manteca de Cerdo.**

Emulsión	% DE MEZCLA DE TENSIOACTIVOS	HLB REQUERIDO	OBSERVACIONES
E <sub>1</sub> – E <sub>2</sub> – E <sub>3</sub>	5.0%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>4</sub>	7.5%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>5</sub>	7.5%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>6</sub>	7.5%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>7</sub>	10.0%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>8</sub>	10.0%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas
E <sub>9</sub>	10.0%	6.4	No hay separación de fases las emulsiones se mantienen homogéneas

**Tabla 44 Resultados de pruebas de estabilidad confirmativas**

<b>Grasa o Aceite</b>	<b>Valores de HLB Requerido</b>	<b>Centrifugación 2500 rpm por 10 minutos</b>	<b>Congelamiento (- 5°C ) por una semana</b>	<b>Almacenamiento (4° C) por un mes</b>	<b>Almacenamiento (T° ambiente) por un mes</b>
Aceite de Maíz	6.0	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
Aceite de Oliva	9.9	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
Aceite de hígado de bacalao	10.7	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
Manteca de cerdo	6.4	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

Después de haber realizado las pruebas de estabilidad acelerada a las emulsiones de cada una de las grasas con los HLB seleccionados se observó, tal como muestra la Tabla 44, que todas conservaron las características iniciales, confirmando que estos valores de HLB encontrados son los requeridos por las grasas analizadas para obtener una emulsión de tipo aceite en agua. Con los resultados obtenidos se concluye que entre los porcentajes de 5.0%, 7.5% y 10.0% de mezcla de emulsionante, existe mayor estabilidad al utilizar un 10.0% de esta.

**CAPITULO V**

**CONCLUSIONES**

## 5.0 CONCLUSIONES

1. Al realizar los análisis físico-químicos de la Manteca de Cerdo y de los aceites de Maíz y Oliva se confirma que estas materias primas son aptas para ser utilizadas en la preparación de emulsiones de tipo aceite en agua, ya que, cumplen con las normas establecidas para grasas y aceites comestibles.
2. Después de comparar los resultados obtenidos en el análisis físico-químico del aceite de Hígado de Bacalao con los datos teóricos establecidos por Krischenbauer en su libro “Grasas y Aceites”, se concluye que puede ser utilizado para la elaboración de emulsiones de tipo aceite en agua.
3. Los emulsionantes no iónicos Tween 80 y Span 80 constituyen una buena opción para la preparación de emulsiones con estas grasas, por ser compatibles, presentar buena estabilidad y por ser líquidos pues disminuyen costos de producción.
4. Los valores del balance hidrófilo-lipófilo que requieren las sustancias grasa analizadas para la preparación de emulsiones de tipo aceite en agua son:
  - Aceite de Maíz 6.0
  - Aceite de Oliva 9.9
  - Aceite de Hígado de Bacalao 10.7
  - Manteca de Cerdo 6.4
5. Al someter las emulsiones con los valores de HLB determinados para cada aceite y grasa, a pruebas de temperatura, almacenamiento y centrifugación,

ninguna presentó rompimiento de fases, confirmándose que los valores de HLB seleccionados son los que estas grasas requieren para producir emulsiones estables de tipo aceite en agua.

6. Las pruebas de estabilidad mostraron que las emulsiones preparadas con la Manteca de Cerdo y los aceites de Maíz, Oliva e hígado de Bacalao son más resistentes a la prueba de centrifugación a 2500 r.p.m bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente y a 4°C, que a la prueba de almacenamiento a temperatura extrema de -5 °C.
7. Después de realizar las diferentes pruebas de estabilidad a las emulsiones preparadas se determinó que las emulsiones con un 10% de mezcla de emulsificante resultan más estables.

**CAPITULO VI**

**RECOMENDACIONES**



## 6.0 RECOMENDACIONES

1. Realizar otras pruebas físico-químicas y microbiológicas que se establecen en los libros oficiales para la Manteca de Cerdo y los Aceites de Maíz, Oliva e Hígado de Bacalao, que por falta de recursos y equipo no se realizaron en esta investigación, para confirmar si cumplen con los
2. requisitos de pureza para ser utilizados como materia prima en un preparado farmacéutico o cosmético.
3. Determinar el HLB requerido por estas grasas y aceites pero elaborando emulsiones de tipo agua en aceite, ya que, al cambiar el tipo de emulsión, el HLB requerido por las grasas tiende a Modificarse.
4. Una vez encontrado el HLB requerido por las sustancias grasas se pueden utilizar diferentes tipos de emulsionantes, siempre y cuando sean de tipo no iónico, preferiblemente de la misma familia química y seleccionar uno con un valor de HLB superior del requerido por la grasa y otro con HLB inferior para obtener por medio de cálculos un HLB final igual al que requiere la grasa.
5. Para obtener resultados más concluyentes que confirmen los valores de HLB encontrados para cada sustancia grasa, se recomienda realizar más pruebas de estabilidad considerando otras temperaturas, tiempos y condiciones de almacenamiento.

6. Realizar investigaciones con las mismas condiciones establecidas en este trabajo, es decir, las mismas técnicas de elaboración de emulsiones, los mismos emulsificantes y sus porcentajes, pero utilizando grasas de mayor pureza, sin aditivos, para determinar si la presencia de estos influye en el valor de HLB que requieren para emulsionar.
7. Si las sustancias grasas analizadas formarán parte de un preparado farmacéutico o cosmético se recomienda realizar estudios de preformulación, formulación, estabilidad acelerada y a largo plazo para determinar el tiempo de vida útil de la fórmula realizada.
8. Seleccionar un tipo de envase que mejor conserve las características originales del preparado, es decir, que lo proteja de la luz, el aire y que no interactúe con sus componentes.
9. Se recomienda mantener las emulsiones preparadas en ambientes con temperaturas mayores o iguales a 4°C., ya que no resistieron muy bien ante temperaturas extremadamente bajas.

# BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

1. AB Publishers. Guía Completa de la Medicina Natural. Grupo 8. Ficha 15. Impreso en EEUU.
2. Boyd R. N. y otros. 1998 *Química Orgánica* Quinta ed. Primera edición en español. México D.F. Editorial Addison Wesley Longman. p. 863 – 865, 1243 – 1250, 1364 – 1365.
3. Científica Médica Editorial Barcelona. Enciclopedia del Pozo. 1963. Tomo I. p. 123,150
4. Espinal Mahano D. M. 1961 *Grasas*. Trabajo de graduación Facultad de Farmacia y Química. León, Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. p.13 – 15, 19 – 20, 33 – 44.
5. .Franco D. 2001. *Características del aceite de maíz*. (en línea)Argentina. Consultado 15 de Mayo 2003. Disponible en:  
<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/agricu/publicaciones/aceite/carac.html>
6. González Fernández J. A. y otros. Secretaria de Salud. Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. 2000. Séptima ed. México DF. Tomo I. p.177, 346
7. ICI Interamericana INC 1963. *El Sistema ATLAS H.L.B.* USA Florida.
8. Internacional Estándar ISO 3960:1998(E) *Animal and vegetable fats and oils- Determination of peroxide value*.

9. Krischenbauer H. G. 1964 *Grasas y Aceites. Química y Tecnología*. Segunda ed., Primera ed. en español. México D. F. Editorial Continental S.A. p. 208-210, 248-255.
10. Larousse Ediciones S.A. de C.V. *Diccionario Pequeño Larousse ilustrado*. 1993. Decimoséptima edición.
11. Lombarda F. y otros. 2001 *Estabilidad de emulsiones agua en Aceite conteniendo extractos vegetales* (en línea) Chile. Consultado 9 de mayo 2003. Disponible en:  
<http://www.aqfu.org.uy/nueva/revistas/32/revista>.
12. OMS Organización Mundial de la Salud. Codex Alimentarius. Volumen 8 "Grasas y Aceites y Productos Derivados". Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma 1993.
13. OMS Organización Mundial de la Salud. Codex Alimentarius. Volumen 13 "Métodos de análisis y muestreo". Segunda Edición. Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius.
14. Ponce de León L. F y otros. *Diseño, Formulación de Emulsiones y Formas Farmacéuticas Líquidas*. Departamento de Farmacia, Facultad de Ciencias Químicas UN de Colombia, p.10 – 18.
15. Remington J.P. y otros. 1998 *Remington Farmacia*. 19<sup>a</sup> ed. Buenos Aires, Argentina Editorial Médica Panamericana S.A. Tomo 1. p. 387 – 389, 1337,1684, 2135.

16. Samayoa L. M. 1965 *Aplicaciones de los agentes tensioactivos en diversos productos farmacéuticos*. Trabajo de graduación Doctorado en Química y Farmacia. El salvador, Universidad de El Salvador. p. 9 – 15.
17. Ziller S. 1996 *Grasas y Aceites alimentarios*. Primera ed. Zaragoza, España Editorial Acriba S.A. p. 3 - 5, 42 – 48, 64.

# GLOSARIO

## **GLOSARIO** <sup>(10)</sup>

**ESCRUFULOSIS:** Adenopatía tuberculosa que se localiza con preferencia en el cuello.

**GLÓBULO:** Cuerpo esférico muy pequeño.

**HLB:** Balance Hidrófilo Lipófilo, es una expresión de la relativa simultaneidad de atracción de un emulsificante por el agua o por el aceite.

**HIDRÓFOBO:** Toda sustancia que no presenta afinidad con el agua.

**HIDROTROPICO:** Toda sustancia capaz de absorber varias veces su peso en agua.

**INTERFASE:** Límite común a dos sistemas que permite intercambio entre ellos.

**LIPOFOBO:** Toda sustancia que no presenta afinidad con el agua.

**MUCÍLAGO O GOMA:** Son líquidos densos viscosos y adhesivos que se producen dispersando gomas en agua o extrayendo con agua los principios mucilaginosos de sustancias vegetales.

**NEURASTENIA:** Síndrome que asocia diversos trastornos funcionales sin que existan lesiones (astenias, cefaleas, trastornos cardíacos o digestivos) y trastornos síquicos (angustias, depresión).

**RAQUITISMO:** Enfermedad propia de la infancia, que se caracteriza por la existencia de alteraciones en los tejidos de sostén, secundaria a un trastorno



complejo del metabolismo del fósforo y del calcio, y que se trata específicamente con la vitamina D.

**REFRACCIÓN:** Fenómeno de la desviación que sufre un rayo de luz al penetrar en un medio en que su velocidad de propagación es diferente con respecto al medio original.

**TENSIOACTIVO:** Toda sustancia que modifica la tensión superficial del líquido del que se encuentra disuelto.

# **ANEXOS**

## ANEXO N° 1

### MATERIAL Y EQUIPO:

- Agitadores
- Agitador mecánico
- Balanza analítica
- Beakers de 250ml
- Buretas
- Centrifuga HERMLE Z 200A
- Cocina
- Condensador
- Hot Plate
- Mangueras
- Matraz con tapón esmerilado
- Pinzas de sostén
- Pinzas de extensión
- Pinzas para buretas
- Pipetas Mohr
- Probeta de 25mL
- Probeta de 100mL
- Refrigeradora
- Soportes
- Tubos de ensayo
- Termómetro

### REACTIVOS:

- Ácido Acético glacial
- Ácido clorhídrico 0.5N
- Alcohol etílico
- Eter
- Fenolftaleína
- Hidróxido de potasio 0.1N
- Hidróxido de potasio 0.5N
- Isooctano
- Ioduro de potasio
- Solución de almidón
- Tiosulfato de Sodio 0.01N

### MATERIA PRIMA:

- Aceite de Oliva
- Aceite de Maíz
- Aceite de Hígado de Bacalao
- Manteca de Cerdo
- Metil Paraben
- Propil Paraben
- Span 80
- Tween 80

## ANEXO N° 2

### PREPARACIÓN DE REACTIVOS

- INDICE DE ACIDEZ

Hidróxido de Potasio 0.1N: Pesar 5.6g de KOH y disolver en agua libre de CO<sub>2</sub>. Aforar a un litro.

Estandarización de KOH 0.1N: Pesar 5g de Biftalato de Potasio, previamente secado a 120<sup>0</sup>C por 2 horas, y disolver en 75mL de agua libre de CO<sub>2</sub>. Adicionar 2 gotas de Fenolftaleína TS y titular con solución de Hidróxido de Potasio hasta la producción de un color rosa permanente.

- INDICE DE SAPONIFICACIÓN

Ácido Clorhídrico 0.5N:

Pureza: 37.2%

Densidad: 1.18g/mL

Medir 10.4mL de Ácido Clorhídrico y llevar a 250mL con agua destilada.

Estandarización de HCL 0.5N: Pesar exactamente 200mg de Carbonato de Sodio anhidro, previamente secado a 270<sup>0</sup>C por 1 hora. Añadir 100mL de agua, mezclar y agregar 2 gotas de rojo de metilo y titular con solución de HCl 0.5N, hasta coloración rosa pálida, calentar a ebullición por 1 minuto, enfriar y seguir titulando hasta rosa pálido, repetir hasta que la coloración ya no desaparezca.

Fenolftaleína: Disolver 1g de Fenolftaleína en 100mL de etanol.

- INDICE DE PEROXIDO

Ácido acético/solución de iso-octano (60:40 v/v): Mezcla de tres volúmenes de ácido acético glacial con dos volúmenes de iso-octano.

Solución saturada de ioduro de potasio: La solución permanece saturada indicado por la presencia de cristales insolubles. Almacenar en la oscuridad.

Solución de Tiosulfato de Sodio 0.1M: Disolver 24.9g de Tiosulfato de sodio pentahidratado ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) en agua destilada hervida y enfriada y diluir a un litro.

Solución de Tiosulfato de Sodio 0.01M: Preparada por una solución diluida de la solución 0.1M.

Solución de Almidón: Mezclar 0.5g de almidón y una pequeña cantidad de agua destilada. Adicionar esta mezcla, con agitación, a 100mL de agua hirviendo. Dejar enfriar.

Estandarización de la solución de Tiosulfato de Sodio 0.1M: Pesar aproximadamente 0.210g de estándar primario de Dicromato de Potasio, previamente pulverizado y secado a  $120^\circ\text{C}$  por 4 horas y disolver en 100mL de agua. Tapar y agitar para disolver el sólido, remover la tapadera y cuidadosamente añadir 3g de Ioduro de Potasio, 2g de Bicarbonato de Sodio y 5mL de Ácido Clorhídrico concentrado. Insertar la tapadera suavemente en el erlenmeyer y agitar para mezclar, dejar permanecer en la oscuridad por exactamente 10 minutos. Enjuagar la tapadera y las paredes internas del erlenmeyer con agua y titular la liberación del ión yodo con la solución de Tiosulfato de Sodio, hasta que la solución es verde esmeralda. Añadir 3mL de solución de almidón y continuar la titulación hasta que el color azul desaparezca.

### ANEXO N° 3

#### ESTANDARIZACIÓN DE REACTIVOS

Estandarización de <b>KOH 0.1N</b>	Estandarización de <b>HCl 0.5N</b>	Estandarización de <b>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.1N</b>	Estandarización de <b>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.01N</b>
<p>Estándar primario: Biftalato de Potasio Peso<sub>1</sub>: 0.2040g mL gastados: V<sub>1</sub> = 10.1 N<sub>1</sub>: 0.0989 Peso<sub>2</sub>: 0.2060g mL gastados: V<sub>2</sub>=10.2 N<sub>2</sub>: 0.0989 N<sub>real</sub> = 0.0989 FC = N<sub>real</sub> / N<sub>teórica</sub> FC = 0.0989 / 0.1 FC = 0.9890</p>	<p>Estándar primario: Carbonato de Sodio anhidro Peso<sub>1</sub>: 0.4000g mL gastados: V<sub>1</sub> = 10.1 N<sub>1</sub>: 0.4772 Peso<sub>2</sub>: 0.4050g mL gastados: V<sub>2</sub>=10.3 N<sub>2</sub>: 0.4737 N<sub>real</sub> = 0.475 FC = N<sub>real</sub> / N<sub>teórica</sub> FC = 0.475 / 0.5 FC = 0.95</p>	<p>Estándar primario: Dicromato de Potasio Peso<sub>1</sub>: 0.2110g mL gastados: V<sub>1</sub> = 7.8 N<sub>1</sub> = 0.0919 Peso<sub>2</sub>: 0.2100g mL gastados: V<sub>2</sub> = 7.9 N<sub>2</sub>: 0.09035 N<sub>real</sub> = 0.091 FC = N<sub>real</sub> / N<sub>teórica</sub> FC = 0.091/ 0.1 FC = 0.91</p>	<p>Estándar primario: Dicromato de Potasio Partiendo de la solución madre de 0.1N (N<sub>real</sub>= 0.091) Peso<sub>1</sub>: 0.2100g mL gastados: V<sub>1</sub> = 75 N<sub>1</sub> = 0.009517 Peso<sub>2</sub>: 0.2103g mL gastados: V<sub>2</sub> = 74 N<sub>2</sub>: 0.00966 N<sub>real</sub> = 0.00959 FC = N<sub>real</sub> / N<sub>teórica</sub> FC = 0.00959/ 0.01 FC = 0.959</p>

**ANEXO N° 4**  
**REGISTRO DE PESADA**  
**PARA EMULSIONES DE ACEITE DE MAIZ**

N° de Emulsión de aceite de maíz	Cantidad real de grasa	Cantidad real de Tween	% de Tween	Cantidad real de Span	% de Span	% de mz. de emulsionante	HLB
1	30g	0g	0%	1.502g	100%	5.0%	4.3
2	30g	0.196g	13%	1.306g	87%	5.0%	5.7
3	30g	0.483g	32%	1.023g	68%	5.0%	7.7
4	30g	0.782g	52%	0.721g	48%	5.0%	9.9
5	30g	1.081g	72%	0.421g	28%	5.0%	12.0
6	30g	1.410g	94%	0.093g	6%	5.0%	14.4
7	30g	1.506g	100%	0g	0%	5.0%	15.0
8	30g	0g	0%	2.252g	100%	7.5%	4.3
9	30g	0.293g	13%	1.958g	87%	7.5%	5.7
10	30g	0.723g	32%	1.530g	68%	7.5%	7.7
11	30g	1.172g	52%	1.082g	48%	7.5%	9.9
12	30g	1.621g	72%	0.633g	28%	7.5%	12.0
13	30g	2.115g	94%	0.136g	6%	7.5%	14.4
14	30g	2.251g	100%	0g	0%	7.5%	15.0
15	30g	0g	0%	3.001g	100%	10.0%	4.3
16	30g	0.391g	13%	2.612g	87%	10.0%	5.7
17	30g	0.961g	32%	2.041g	68%	10.0%	7.7
18	30g	1.561g	52%	1.441g	48%	10.0%	9.9
19	30g	2.162g	72%	0.842g	28%	10.0%	12.0
20	30g	2.821g	94%	0.181g	6%	10.0%	14.4
21	30g	3.001g	100%	0g	0%	10.0%	15.0
22	30g	0.226g	15%	1.276g	85%	5.0%	6.0
23	30g	0.338g	15%	1.912g	85%	7.5%	6.0
24	30g	0.451g	15%	2.550g	85%	10.0%	6.0
25	30g	0.374g	25%	1.126g	75%	5.0%	7.0
26	30g	0.565g	25%	1.687g	75%	7.5%	7.0
27	30g	0.749g	25%	2.266g	75%	10.0%	7.0
28	30g	0.225g	15%	1.274g	85%	5.0%	6.0
29	30g	0.224g	15%	1.275g	85%	5.0%	6.0
30	30g	0.227g	15%	1.275g	85%	5.0%	6.0
31	30g	0.340g	15%	1.914g	85%	7.5%	6.0
32	30g	0.340g	15%	1.920g	85%	7.5%	6.0
33	30g	0.339g	15%	1.912g	85%	7.5%	6.0
34	30g	0.462g	15%	2.563g	85%	10.0%	6.0
35	30g	0.451g	15%	2.549g	85%	10.0%	6.0
36	30g	0.454g	15%	2.556g	85%	10.0%	6.0

## ANEXO N° 5

### REGISTRO DE PESADA

#### PARA EMULSIONES DE ACEITE DE OLIVA

N° de Emulsión de aceite de oliva	Cantidad real de grasa	Cantidad real de Tween	% de Tween	Cantidad real de Span	% de Span	% de mz. de emulsionante	HLB
1	30g	0g	0%	1.500g	100%	5.0%	4.3
2	30g	0.228g	13%	1.310g	87%	5.0%	5.7
3	30g	0.485g	32%	1.023g	68%	5.0%	7.7
4	30g	0.675g	52%	0.720g	48%	5.0%	9.9
5	30g	1.092g	72%	0.438g	28%	5.0%	12.0
6	30g	1.408g	94%	0.112g	6%	5.0%	14.4
7	30g	1.504g	100%	0g	0%	5.0%	15.0
8	30g	0g	0%	2.250g	100%	7.5%	4.3
9	30g	0.294g	13%	1.957g	87%	7.5%	5.7
10	30g	0.727g	32%	1.531g	68%	7.5%	7.7
11	30g	1.177g	52%	1.084g	48%	7.5%	9.9
12	30g	1.626g	72%	0.652g	28%	7.5%	12.0
13	30g	2.125g	94%	0.150g	6%	7.5%	14.4
14	30g	2.258g	100%	0g	0%	7.5%	15.0
15	30g	0g	0%	3.003g	100%	10.0%	4.3
16	30g	0.393g	13%	2.616g	87%	10.0%	5.7
17	30g	0.963g	32%	2.042g	68%	10.0%	7.7
18	30g	1.563g	52%	1.441g	48%	10.0%	9.9
19	30g	2.163g	72%	0.846g	28%	10.0%	12.0
20	30g	2.833g	94%	0.190g	6%	10.0%	14.4
21	30g	3.002g	100%	0g	0%	10.0%	15.0
22	30g	0.578g	38%	0.931g	62%	5.0%	8.4
23	30g	0.857g	38%	1.395g	62%	7.5%	8.4
24	30g	1.145g	38%	1.880g	62%	10.0%	8.4
25	30g	0.676g	45%	0.825g	55%	5.0%	9.1
26	30g	1.020g	45%	1.238g	55%	7.5%	9.1
27	30g	1.353g	45%	1.655g	55%	10.0%	9.1
28	30g	0.780g	52%	0.722g	48%	5.0%	9.9
29	30g	0.781g	52%	0.720g	48%	5.0%	9.9
30	30g	0.781g	52%	0.722g	48%	5.0%	9.9
31	30g	1.172g	52%	1.080g	48%	7.5%	9.9
32	30g	1.170g	52%	1.082g	48%	7.5%	9.9
33	30g	1.173g	52%	1.082g	48%	7.5%	9.9
34	30g	1.560g	52%	1.442g	48%	10.0%	9.9
35	30g	1.560g	52%	1.440g	48%	10.0%	9.9
36	30g	1.562g	52%	1.441g	48%	10.0%	9.9



## ANEXO N° 6

### REGISTRO DE PESADA

#### PARA EMULSIONES DE ACEITE DE HIGADO DE BACALAO

N° de Emulsión	Cantidad real de grasa	Cantidad real de Tween	% de Tween	Cantidad real de Span	% de Span	% de mz. de emulsionante	HLB
1	30g	0g	0%	1.5g	100%	5.0%	4.3
2	30g	0.197g	13%	1.307g	87%	5.0%	5.7
3	30g	0.484g	32%	1.015g	68%	5.0%	7.7
4	30g	0.779g	52%	0.721g	48%	5.0%	9.9
5	30g	1.081g	72%	0.421g	28%	5.0%	12.0
6	30g	1.411g	94%	0.090g	6%	5.0%	14.4
7	30g	1.506g	100%	0g	0%	5.0%	15.0
8	30g	0g	0%	2.251g	100%	7.5%	4.3
9	30g	0.293g	13%	1.959g	87%	7.5%	5.7
10	30g	0.723g	32%	1.534g	68%	7.5%	7.7
11	30g	1.170g	52%	1.080g	48%	7.5%	9.9
12	30g	1.621g	72%	0.631g	28%	7.5%	12.0
13	30g	2.115g	94%	0.135g	6%	7.5%	14.4
14	30g	2.254g	100%	0g	0%	7.5%	15.0
15	30g	0g	0%	3.001g	100%	10.0%	4.3
16	30g	0.389g	13%	2.611g	87%	10.0%	5.7
17	30g	0.962g	32%	2.040g	68%	10.0%	7.7
18	30g	1.560g	52%	1.440g	48%	10.0%	9.9
19	30g	2.167g	72%	0.840g	28%	10.0%	12.0
20	30g	2.821g	94%	0.180g	6%	10.0%	14.4
21	30g	3.008g	100%	0g	0%	10.0%	15.0
22	30g	0.907g	60%	0.608	40%	5.0%	10.7
23	30g	1.350g	60%	0.900	40%	7.5%	10.7
24	30g	1.820g	60%	1.230g	40%	10.0%	10.7
25	30g	0.676g	45%	0.825g	55%	5.0%	9.1
26	30g	1.012g	45%	1.237g	55%	7.5%	9.1
27	30g	1.350g	45%	1.650g	55%	10.0%	9.1
28	30g	0.907g	60%	0.605g	40%	5.0%	10.7
29	30g	0.906g	60%	0.608g	40%	5.0%	10.7
30	30g	0.907g	60%	0.606g	40%	5.0%	10.7
31	30g	1.359g	60%	0.910g	40%	7.5%	10.7
32	30g	1.355g	60%	0.911g	40%	7.5%	10.7
33	30g	1.350g	60%	0.913g	40%	7.5%	10.7
34	30g	1.802g	60%	1.204g	40%	10.0%	10.7
35	30g	1.801g	60%	1.204g	40%	10.0%	10.7
36	30g	1.803g	60%	1.203g	40%	10.0%	10.7

## ANEXO N° 7

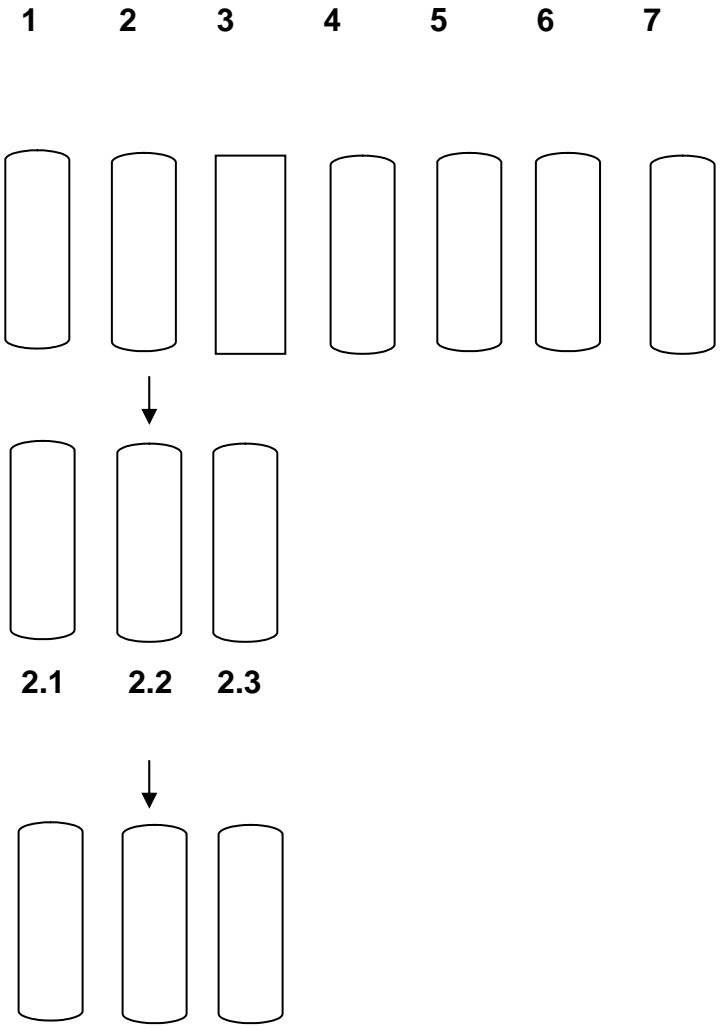
### REGISTRO DE PESADA

#### PARA EMULSIONES DE MANTECA DE CERDO

N° de Emulsión de Manteca de Cerdo	Cantidad real de grasa	Cantidad real de Tween	% de Tween	Cantidad real de Span	% de Span	% de mz. de emulsionante	HLB
1	30g	0g	0%	1.501g	100%	5.0%	4.3
2	30g	0.208g	13%	1.308g	87%	5.0%	5.7
3	30g	0.495g	32%	1.022g	68%	5.0%	7.7
4	30g	0.795g	52%	0.733g	48%	5.0%	9.9
5	30g	1.080g	72%	0.421g	28%	5.0%	12
6	30g	1.409g	94%	0.092g	6%	5.0%	14.4
7	30g	1.510g	100%	0g	0%	5.0%	15
8	30g	0g	0%	2.252g	100%	7.5%	4.3
9	30g	0.294g	13%	1.956g	87%	7.5%	5.7
10	30g	0.726g	32%	1.541g	68%	7.5%	7.7
11	30g	1.171g	52%	1.083g	48%	7.5%	9.9
12	30g	1.621g	72%	0.633g	28%	7.5%	12
13	30g	2.119g	94%	0.134g	6%	7.5%	14.4
14	30g	2.258g	100%	0g	0%	7.5%	15
15	30g	0g	0%	3.005g	100%	10.0%	4.3
16	30g	0.396g	13%	2.614g	87%	10.0%	5.7
17	30g	0.962g	32%	2.040g	68%	10.0%	7.7
18	30g	1.563g	52%	1.442g	48%	10.0%	9.9
19	30g	2.162g	72%	0.845g	28%	10.0%	12
20	30g	2.822g	94%	0.189g	6%	10.0%	14.4
21	30g	3.001g	100%	0g	0%	10.0%	15
22	30g	0.303g	20%	1.205g	80%	5.0%	6.4
23	30g	0.455g	20%	1.800g	80%	7.5%	6.4
24	30g	0.631g	20%	2.403g	80%	10.0%	6.4
25	30g	0.601g	40%	0.902g	60%	5.0%	8.6
26	30g	0.905g	40%	1.357g	60%	7.5%	8.6
27	30g	1.209g	40%	1.804g	60%	10.0%	8.6
28	30g	0.300g	20%	1.203g	80%	5.0%	6.4
29	30g	0.301g	20%	1.204	80%	5.0%	6.4
30	30g	0.302g	20%	1.203g	80%	5.0%	6.4
31	30g	0.452g	20%	1.801g	80%	7.5%	6.4
32	30g	0.450g	20%	1.802g	80%	7.5%	6.4
33	30g	0.451g	20%	1.802g	80%	7.5%	6.4
34	30g	0.602g	20%	2.404g	80%	10.0%	6.4
35	30g	0.602g	20%	2.405g	80%	10.0%	6.4
36	30g	0.601g	20%	2.405g	80%	10.0%	6.4

## ANEXO N° 8

### ESQUEMA DE TRABAJO PARA LA SELECCIÓN DEL HLB REQUERIDO DE LAS SUSTANCIAS GRASAS



Emulsión	1	2	3	4	5	6	7	2.1	2.2	2.21	2.22	2.23
HLB	4.3	5.7	7.7	9.9	12.0	14.4	15	5.0	6.4	6.4	6.4	6.4

## ANEXO N° 9

### TABLA DE VALORES DE HLB RESULTANTES DE LA COMBINACIÓN DE EMULSIFICANTES

HLB VALUES OF BLENDED ICI SURFACTANTS

	100 0	95 5	90 10	85 15	80 20	75 25	70 30	65 35	60 40	55 45	50 50	45 55	40 60	35 65	30 70	25 75	20 80	15 85	10 90	5 95	0 100
SPAN 20/ TWEEN 20	8.6	9.0	9.4	9.8	10.2	10.6	11.0	11.4	11.8	12.3	12.6	13.1	13.4	13.9	14.3	14.7	15.1	15.5	15.9	16.3	16.7
SPAN 40/ TWEEN 40	6.7	7.1	7.6	8.0	8.5	8.9	9.4	9.8	10.2	10.7	11.1	11.6	12.0	12.5	12.9	13.3	13.8	14.2	14.7	15.1	15.6
SPAN 60/ TWEEN 60	4.7	5.2	5.7	6.2	6.7	7.3	7.7	8.3	8.8	9.3	9.8	10.3	10.8	11.3	11.8	12.4	12.9	13.4	13.9	14.4	14.9
SPAN 80/ TWEEN 80	4.3	4.9	5.3	5.9	6.4	7.0	7.5	8.0	8.5	9.1	9.6	10.2	10.7	11.2	11.8	12.3	12.8	13.4	13.9	14.4	15.0
BRJ 30/ BRJ 35	9.7	10.3	10.3	10.7	11.2	11.5	11.8	12.2	12.5	12.8	13.2	13.5	13.8	14.2	14.5	14.8	15.3	15.7	16.0	16.4	16.9
BRJ 52/ BRJ 58	5.3	6.8	6.3	6.8	7.3	7.8	8.4	8.9	9.4	9.9	10.5	11.0	11.6	12.1	12.6	13.2	13.7	14.2	14.7	15.2	15.7
BRJ 72/ BRJ 78	4.9	5.4	5.9	6.4	6.9	7.4	8.0	8.5	9.0	9.5	10.1	10.6	11.2	11.7	12.2	12.8	13.3	13.8	14.3	14.8	15.3
BRJ 72/ BRJ 721	4.9	5.4	6.1	6.5	7.0	7.5	8.1	8.7	9.2	9.7	10.2	10.8	11.3	11.8	12.3	12.8	13.3	13.9	14.4	14.9	15.5
BRJ 93/ BRJ 96	4.9	5.4	5.9	6.4	6.9	7.4	8.0	8.5	9.0	9.5	10.1	10.6	11.2	11.7	12.2	12.8	13.3	13.8	14.3	14.8	15.3

## PRODUCT INFORMATION BULLETIN

### Tween® 80

polysorbate 80

(polyoxyethylene 20 sorbitan monooleate)

GENERAL	Classification :	nonionic emulsifier
:CHARACTERISTICS	Form at 25 DegC :	liquid
	Viscosity at 25 DegC, mPas :	approx 425
	Specific gravity, 25 DegC/25 DegC :	approx 1.08
	Flash point, DegC :	above 149
	Fire Point, DegC :	above 149
	HLB Number :	15.0
	SOLUBILITIES :	Soluble in water, isopropyl alcohol and ethanol. Insoluble in mineral oil and vegetable oil.
SPECIFICATIONS :	Acid number, mgKOH/g :	Max 2.0
	Saponification number, mgKOH/g :	45 - 55
	Hydroxyl number, mgKOH/g :	65 - 80
	Water content, % w/w :	Max 3.0
	Colour, Gardner :	Max 7

TPDS7DG2/15 JUN 95/NJW

REV 1

### Safe Handling Information

## FOR HAZARD COMMUNICATION INFORMATION AND HANDLING INSTRUCTIONS READ THE ICI AMERICAS INC. MATERIAL SAFETY DATA SHEET

**For your protection:** The information and recommendations in this publication are, to the best of our knowledge, reliable. Suggestions made concerning uses or applications are only the opinion of ICI Americas Inc. and users should make their own test to determine the suitability of these products for their own particular purposes. However, because of numerous factors affecting results, ICI Americas Inc. MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED INCLUDING THOSE OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR PARTICULAR PURPOSE, other than the material conforms to its applicable current Standard Specifications. Statements herein, therefore, should not be construed as representatives or warranties. The responsibility of ICI Americas Inc. for claims arising out of breach of warranty, negligence, strict liability, or otherwise is limited to the purchase price of the material. ICI Americas Inc. shall, in no event, be liable for special, incidental or consequential damages, including loss of profits. Statements concerning the use of the products or formulations described herein are not to be construed as recommending the infringement of any patent and seller assumes no liability for infringement arising out of any such use. Standard Specifications, although current at the time of publication, are subject to change without notice. For latest Standard Specifications contact our nearest sales office.

4/01 USA Item No. 22012

TWEEN is a registered tradename, the property of ICI Americas Inc., a subsidiary of Imperial Chemical Industries PLC



Uniqema is an international business of Imperial Chemical Industries PLC. Uniqema operates through ICI affiliated companies in the relevant countries such as ICI Americas Inc., Unichema, a division of Indopco, Inc., and Mona Industries in the USA.

## PRODUCT INFORMATION BULLETIN

### Span® 80 Sorbitan monooleate

GENERAL : CHARACTERISTICS	Classification :	Nonionic emulsifier
	Form at 25 Deg C :	Liquid
	Colour :	Yellow
	Specific gravity, 25 Deg C :	Approx 1.0
	Viscosity at 25 Deg C, mPas :	Approx 1000
	Flash point, Deg C :	Above 149
	Fire point, Deg C :	Above 149
	HLB number* :	4.3
SOLUBILITIES :	Soluble in most mineral oils and vegetable oils, ethyl acetate and 2-ethoxy ethanol.	
	Slightly soluble in toluene, diethyl ether, dioxane, carbon tetrachloride, aniline and lower alcohols.	
	Insoluble in water, acetone, propylene and ethylene glycols.	
SPECIFICATION :	Acid value, mgKOH/g :	Max 8.0
	Saponification value, mgKOH/g :	149 - 160
	Hydroxyl value, mgKOH/g :	193 - 209
	Water content, % w/w :	Max 1.0

\* Hydrophile-lipophile balance rating.

REV 2

TPDS7PR2/LAM/03 APR 98

### Safe Handling Information

## FOR HAZARD COMMUNICATION INFORMATION AND HANDLING INSTRUCTIONS READ THE ICI AMERICAS INC. MATERIAL SAFETY DATA SHEET

**For your protection:** The information and recommendations in this publication are, to the best of our knowledge, reliable. Suggestions made concerning uses or applications are only the opinion of ICI Americas Inc. and users should make their own test to determine the suitability of these products for their own particular purposes. However, because of numerous factors affecting results, ICI Americas Inc. MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED INCLUDING THOSE OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR PARTICULAR PURPOSE, other than the material conforms to its applicable current Standard Specifications. Statements herein, therefore, should not be construed as representatives or warranties. The responsibility of ICI Americas Inc. for claims arising out of breach of warranty, negligence, strict liability, or otherwise is limited to the purchase price of the material. ICI Americas Inc. shall, in no event, be liable for special, incidental or consequential damages, including loss of profits. Statements concerning the use of the products or formulations described herein are not to be construed as recommending the infringement of any patent and seller assumes no liability for infringement arising out of any such use. Standard Specifications, although current at the time of publication, are subject to change without notice. For latest Standard Specifications contact our nearest sales office.

4/01 USA Item No. 22012

SPAN is a registered tradename, the property of ICI Americas Inc., a subsidiary of Imperial Chemical Industries PLC



Uniqema is an international business of Imperial Chemical Industries PLC. Uniqema operates through ICI affiliated companies in the relevant countries such as ICI Americas Inc., Unichema, a division of Indopco, Inc., and Mona Industries in the USA.