

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Felipe de Jesús  
Gómez Díaz

FECHA: 16-abril-2004

FIRMA: [Firma]

**CRITERIOS PARA LA SELECCION EN EMULSIFICANTES**  
**EN FORMULACION DE ALIMENTOS**

**TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS DE EDUCACION CONTINUA  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
INGENIERO QUIMICO  
PRESENTA :**

**FELIPE DE JESUS GOMEZ DIAZ**



**EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUIMICA**

**MÉXICO, D.F.**

**2004**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

**Jurado asignado:**

<b>Presidente</b>	Prof MARCOS FRANCISCO BAEZ FERNANDEZ
<b>Vocal</b>	Prof HUGO RUBEN CARREÑO ORTIZ
<b>Secretario</b>	Prof LUCIA CORNEJO BARRERA
<b>1er.Suplente</b>	Prof RAFAEL CARLOS MARFIL RIVERA
<b>2do.Suplente</b>	Prof ZOILA NIETO VILLALOBOS

**Sitio donde se desarrollo el tema: Fundación Roberto Medellín**

**ASESOR DEL TEMA**



---

Q.F.B.HUGO RUBEN CARREÑO ORTIZ

**SUSTENTANTE**



---

FELIPE DE JESÚS GOMEZ DIAZ

## **DEDICATORIA**

**A un amor que siempre ha vencido  
Todos los obstáculos.  
Al amor de mis padres y hermana.**

**Dedicada con mucho amor a mi princesa ( Flor ) que sin su apoyo sentimental no  
hubiera sido posible el sueño logrado hasta hoy.**

**Con Cariño a mis tíos, tías, primos, primas, y a mis Amigos Francisco y Tulio. No  
importando las distancias.  
Gracias por estar siempre conmigo.**

**Con un Agradecimiento especial a la Familia Ruíz Argumedo. ( Viro y lili )**

**Con Cariño y Admiración  
Felipe G.D.**

# INDICE

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. INFORMACIÓN GENERAL</b>	2
• 2.1 Características generales de las emulsiones	2
• 2.2 Identificación del tipo de emulsión	2
• 2.3. Formación de emulsiones	3
• 2.4. Estabilidad de una emulsión	3
• 2.5. Definición de emulsificante	4
• 2.6. Clasificación de emulsificantes	5
• 2.7. Estructura química	5
• 2.8 Función de emulsificantes	8
• 2.9. Aplicación de emulsificantes	10
<b>3. CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	12
• 3.1 Compatibilidad e Interacciones con el Sistema	13
• 3.2 Criterios legales de selección	18
• 3.3 Criterios Físicoquímicos de selección	19
• 3.4 Balance Hidrofílico-Lipofílico	20
• 3.5 Criterios de calidad de selección	21
<b>4. DISCUSIÓN</b>	22
<b>5. CONCLUSIONES</b>	22
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b>	23

## 1. Introducción

Los agentes emulsificantes son un grupo de aditivos muy utilizados en la industria de alimentos, dicho uso se ha incrementado en los últimos tiempos, originando así, un campo de investigación fértil en la actualidad, con la finalidad de proveer nuevas alternativas de diversidad y economía en el área alimenticia.

Se sabe que la mayoría de los alimentos son sistemas polifásicos complejos y heterogéneos. En las cuales están presentes fases inmiscibles como agua y aceite, y que además pueden contener celdas gaseosas, cristales, proteínas etc.,

Las emulsiones alimentarias al ser termodinámicamente inestables debido a la elevada área interfacial, la incorporación de un emulsificante permite que se sitúe preferentemente en la interfase contribuyendo a la formación y estabilidad de la emulsión manteniendo condiciones óptimas desde el momento de su preparación hasta su consumo.

Dicho lo anterior es evidente que un emulsificante juega un papel importante en cualquier consideración de formación y estabilidad de una emulsión, la que sin duda, es facilitada por la modificación interfacial que se da entre las fases no miscibles.

En muchas ocasiones se requieren de sistemas especiales para estabilizar un Alimento y destinarlo a una aplicación específica.

Dado que se dispone de numerosos emulsionantes alimenticios, se impone al estudio sistemático de los mismos para elegir los apropiados y asegurarse de que se formará rápida y económicamente el tipo de emulsión deseado. Para ello se ha utilizado con éxito el método de HLB de Griffin, las siglas HLB significan "equilibrio hidrófilo-lipófilo" que es la relación de porcentajes, en peso, de grupos hidrófilos e hidrófobos de una molécula de emulsionante.

Los emulsionantes con valores de HLB inferiores a 9 son lipófilos; aquellos cuyos índices de HLB están entre 11 y 20 son hidrófilos y los de HLB entre 8 y 11 son intermedios.

La selección del emulsificante se hace en función de su solubilidad en la fase continua de la emulsión, los emulsificantes con valores altos de HLB tienden a ser más solubles en agua y son más efectivos en emulsiones de grasa en agua.

En este trabajo se ampliará de manera general el panorama de criterio de selección de emulsificantes para la formulación de alimentos.

## **2. Información general**

### **2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS EMULSIONES**

Para poder entrar en materia, es necesario contemplar criterios generales de lo que implica una emulsión, definiciones y aspectos teóricos que involucran a los emulsificantes en general y específicamente aquellos utilizados en la formulación de alimentos.

Una emulsión se define como una suspensión o dispersión de un líquido en otro, siendo las moléculas de los dos líquidos, inmiscibles, o mutuamente antagónicas. ( Badui, 1997).

### **2.2. IDENTIFICACIÓN DEL TIPO DE EMULSION**

Se han utilizado diversos métodos para identificar el tipo de emulsión alimenticia.

#### ***1. Método de la conductividad***

Cuando se introducen dos electrodos en una emulsión, la corriente eléctrica pasa fácilmente a través de una tipo O/A pero difícilmente por una A/O (excepto en las emulsiones en que el volumen de fase dispersa rebasa el 60% )

Se detecta el flujo de corriente en el sistema mediante un amperímetro o con una lámpara.

#### ***2. Método del colorante***

Este método se basa en la capacidad de disolución del colorante en la fase continua. Se mezcla una pequeña cantidad del colorante en polvo (soluble en agua o en aceite) con la emulsión y se examina el sistema emulsión colorante con un microscopio para comprobar la disolución del colorante. Si éste es hidrosoluble, las emulsiones O/A se colorean uniformemente. Por el contrario, si permanece en forma de partículas pequeñas en la fase continua, la emulsión es de tipo A/O. Cualquiera de los colorantes alimentarios de alquitrán de hulla es adecuado como colorante hidrosoluble y se utiliza el Sudán III como liposoluble.

#### ***3. Método de dilución***

La dilución de una emulsión con agua o aceite sirve para determinar el tipo de emulsión. Si se mezcla una gota con algunas gotas de emulsión, no se modifican los caracteres iniciales de la emulsión si es del tipo O/A. El agua no es miscible con la fase continua en una emulsión A/O.



#### 4. Método de la fluorescencia

Dado que los aceites presentan fluorescencia con luz ultravioleta, aparece un campo uniformemente fluorescente en las emulsiones A/O. En cambio, con las O/A el campo no es uniforme. ( Furia, 1982 ).

### 2.3. FORMACIÓN DE EMULSIONES

El primer proceso de la formación de una emulsión es la ruptura de la masa de líquido para producir diminutas gotitas; después es necesario que se estabilicen.

El método más usual para preparar una emulsión es la dispersión mecánica de una fase líquida a otra. Si, por mezclado, se extiende una fracción de una fase líquida en otra, se forman dos gotitas esféricas cuando la longitud de la porción extendida rebasa la de su circunferencia. El paso siguiente en la tarea de emulsionar es la transformación de gotas grandes en gotitas diminutas por rotura, mediante la hoja de una batidora o por tratamiento de la emulsión grosera con un molino u homogeneizador coloidal.

Para formar una emulsión se requiere un trabajo para crear nuevas interfases. El que se necesita para dispersar 1 ml de aceite de oliva en gotitas de 5 $\mu$ m de diámetro en 10 ml de agua es aproximadamente de 247800 erg. En este valor no se incluyen otros trabajos como, por ejemplo, poner en movimiento los líquidos. Si se añade un emulsionante a este sistema aceite de oliva-agua, se reducirá la tensión de interfase de 22.9 a 3 dinas/cm. a 20°C, y el trabajo que se precisará para crear nuevas superficies será únicamente de 36000erg. Obviamente, se ahorra gran cantidad de trabajo con la incorporación de un emulsionante al sistema. Además, los emulsionantes mejoran la formación de diminutas gotitas y disminuyen la velocidad a que dichas gotitas se funden. ( Charalambous, 1996 ).

### 2.4. ESTABILIDAD DE UNA EMULSION

Para formar una emulsión estable es necesario que la cantidad de emulsificante sea la adecuada para adsorberse en la interfase.

La estabilidad de una emulsión no sólo depende del tamaño de las partículas dispersas, sino también de la viscosidad de ambos componentes, de la tensión superficial en la zona de separación, temperatura, fuerza iónica y otros factores.

Cuanto mayor es la superficie de un componente, mayor es también la tensión superficial. Pero cada fase dispersa tiende a reducir al mínimo su superficie, es decir, a formar partículas lo más grande posible. Esto ocasiona la separación de las fases de la emulsión. De aquí que ni siquiera las buenas emulsiones sean absolutamente estables.

### Mecanismos de Inestabilidad de la Emulsión:

La inestabilidad de la emulsión se debe a uno o más de los siguientes factores:

- Floculación.- Formación de Agregados por fuerzas de atracción y repulsión.
- Coalescencia.- Unión de varios agregados que forman una sola gota.
- Densidad.- Esta provoca separación de fases por sedimentación.
- Factores de Ostwald.- Unión de gotas pequeñas a las grandes.

### Los factores que favorecen la estabilidad de una Emulsión son:

- Reducción de tensión superficial.- La película interfacial es una barrera contra la coalescencia.
- Cargas eléctricas.- El uso de Emulsificantes iónicos estabiliza el sistema, además, por interacciones iónicas con otras gotas y la fase continua, aumentando las fuerzas de repulsión y evitando su agregación.
- Estabilización Cristal Líquido.- Se refiere a la formación de estructuras diferentes a la inicial por acción del tiempo. Este fenómeno se conoce como meso morfismo. Las conformaciones más comunes son Esférica, laminar, cúbica y de bloque.
- Estabilización por sólidos.- Macromoléculas se añaden en el sistema y se combinan con el emulsificante o se adsorben a la interfase, siendo una barrera física a la coalescencia. (Charley, 1987 ).

## 2.5. DEFINICIÓN DE EMULSIFICANTE

El reglamento de la ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos define a un emulsificante como cualquier sustancia o mezclas de sustancias que favorecen en forma permanente la suspensión de un producto, así como, los que obran como protectores de la emulsión.

El Codex Alimentarius establece que un emulsionante es aquella sustancia que hace posible la formación o el mantenimiento de una mezcla homogénea de dos o más fases líquidas no miscibles, como el aceite y el agua en un alimento.

El CFR (Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos). Define a un emulsificante como aquella sustancia que modifica la tensión superficial entre las fases componentes de una emulsión, para estabilizarla en una dispersión ó emulsión uniforme.

De acuerdo con lo anterior es evidente que un emulsificante juega un papel importante en cualquier consideración de formación y estabilidad de una emulsión. la que sin duda, es facilitada por la modificación interfacial que se da entre las fases no miscibles, por lo que se llega a la conclusión que:

La función de un emulsificante es estabilizar las mezclas de los líquidos inmiscibles ( Branen, 1990 ).

## 2.6. CLASIFICACIÓN DE EMULSIFICANTES

La clasificación de los Emulsificantes es en base a su estructura química, dividiéndose en:

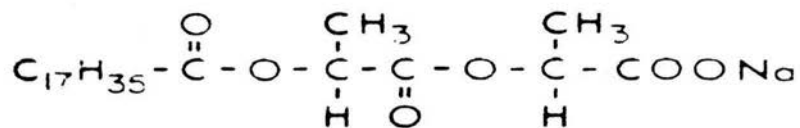
- Lecitina y derivados
- Esteres de glicerina y ácidos grasos
- Esteres de Ácidos carboxílicos y grasos
- Esteres de Poli-glicerol y ácidos Grasos
- Esteres de Propilen o etilenglicol y ácidos grasos
- Derivados Etoxilados de Monogliceroles
- Esteres de Polioles y ácidos grasos
- Otros (proteínas y Carbohidratos)
- Sorbitan Esteres
- Sorbitan Esteres Etoxilados
- Esteres de Poliglicerol

( Furia, 1982 ).

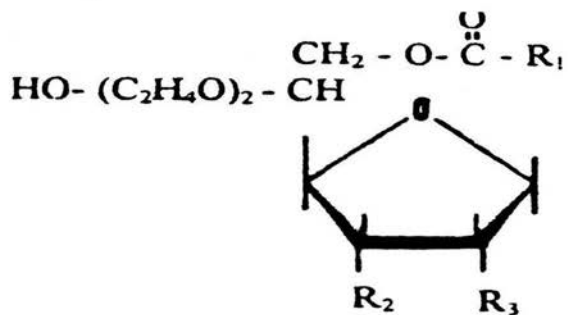
## 2.7. ESTRUCTURA QUÍMICA

Estearil-2-lactilato de sodio, es un emulsionante predominantemente hidrófilo, apropiado para fabricar emulsiones O /A muy estables. capaces de resistir, por lo menos, seis procesos de congelación-descongelación. El producto comercial contiene varios compuestos lactilados, pero el compuesto más usual presenta la estructura siguiente:

Estearil-2-lactilato de sodio



Esteres de polioxietileno de sorbitan



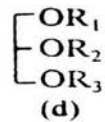
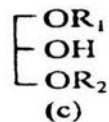
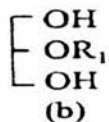
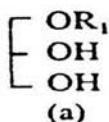
**R<sub>1</sub> = Acido Graso.**

**R<sub>2</sub> = (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)<sub>x</sub> OH**

**R<sub>3</sub> = (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)<sub>y</sub> OH**

$$x+y+2 = 20$$

Mono y diglicéridos de ácidos grasos



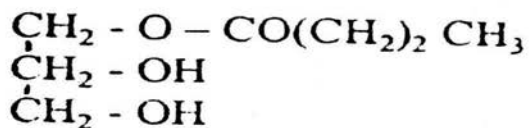
- (a) 1,monoglicérido  
 (b) 2,monoglicérido  
 (c) Diglicérido  
 (d) Triglicérido

**R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> = Ácido Graso:**  
 ac. laúrico, ac. Mirístico  
 ac.palmítico, ac. Oleíco,  
 ac. Esteárico, etc.

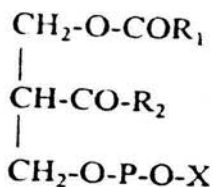
Los mono y diglicéridos pertenecen al grupo de emulsificantes más empleados a nivel mundial, estos compuestos consisten en ácidos grasos químicamente combinados con una molécula de glicerol. Como estos compuestos son productos de una esterificación los mono y diglicéridos se nombran como ésteres indicando la posición y el tipo de ácido graso que presenta.

Ejemplo:

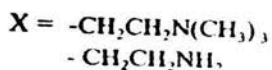
Monoestearato de Glicerilo



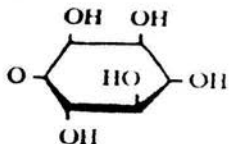
## Lecitina



$R_1$  y  $R_2$  = Acido graso



Fosfatidil Colina (FC)  
Fosfatidil Etanolamina (FE)



Fosfatidil Inositol (FI)

La lecitina es un emulsificante que se encuentra de forma natural en alimentos como: huevo, leche, granos, frutos secos y semillas.

Los componentes más activos de la lecitina son una mezcla de fosfolípidos constituidos por fosfatidil colina, fosfatidil etanolamina y fosfatidil inositol principalmente. El papel que desempeña es el de formación y estabilización de emulsiones.

## 2.8. FUNCION DE EMULSIFICANTES

Una emulsión tiene tres fases. Una, la fase dispersa, consiste de gotitas suspendidas. La segunda fase es la fase continua, en los alimentos ésta es generalmente el agua. Para mantener las gotitas de un líquido suspendidas en otro, en el cual no se puede mezclar se requiere de una tercera sustancia, cuyas moléculas tengan cierta afinidad por ambos líquidos la cual debe ser parcial y desigual.

Una emulsión se forma al forzar la mezcla de las dos fases, con un aumento en el área total entre ambas fases, dependiendo del tamaño y número de gotas formadas.

Al aumentar el número de gotas, la energía que se necesita para mantenerlas separadas aumenta y la estabilidad decrece.

Al añadir un agente de superficie (Surfactante), éste disminuye la tensión superficial de la monocapa que forma cada gota (interfase) y por eso baja la energía necesaria para mantenerla.

Los agentes emulsificantes actúan como una interfase entre dos líquidos no miscibles, ya que se acumulan en la superficie límite entre las dos fases, reduciendo la tensión superficial entre ellas y formando una especie de membrana protectora en torno a las gotitas de la fase interna, impidiendo su segregación.

Estructuralmente, los emulsificantes son moléculas que poseen una parte hidrofílica y otra lipofílica. La parte hidrofílica quizás posee una gran variedad de grupos polares, la parte lipofílica está compuesta por hidrocarburos que tienen enlazados otros grupos a su vez y pueden hasta formar anillos cíclicos.

Estos grupos toman importancia al seleccionar un emulsificante que brinde una emulsión con una estabilidad máxima. El sistema de balance hidrofílico lipofílico (HLB), quizás, el método más ampliamente usado de clasificación y selección de un emulsificante. Basado en un concepto descrito por Griffin en 1948, el sistema HLB brinda una medida de la solubilidad de un emulsificante en sistemas grasos e indica el tipo de emulsión (aceite en agua o agua en aceite, donde el término incluye cualquier fase inmiscible en agua) para el cual el emulsificante realiza la mejor función. Lo valores del HBL se determinan usualmente por métodos empíricos o por cálculos a partir de la estructura molecular de cada emulsificante.

La selección del emulsificante se hace en función de su solubilidad en la fase continua de la emulsión. Los emulsificantes con valores altos de HBL tienden hacer más solubles en agua y son más efectivos en emulsiones de grasa en agua.

Las emulsiones pueden ser desde transparentes hasta lechosas o muy turbias, dependiendo el tamaño de partícula de la Fase interna:

#### APARIENCIA DE LAS EMULSIONES EN RELACION A SU TAMAÑO DE PARTICULA

<b>PARTICULA</b>	<b>APARIENCIA</b>	<b>ESTABILIDAD</b>
0.05 micras	Transparente	Extremadamente estable
0.05 – 0.1 micras	Translúcida	Excelente
0.1 – 1 micras	Blanca - Azulosa	Buena
1 – 10 micras	Blanca lechosa	Tendencia a cremar
10 micras	Gruesa	Mala

(Hughes, 1994).

## 2.9. APLICACIÓN DE EMULSIFICANTES

Desde un punto de vista de aplicación, estos productos se agrupan en dos campos principales. Un grupo de emulsificantes son las especialidades de materias primas para el sector de pastelería, el otro grupo de emulsificantes y estabilizantes para la industria alimenticia en general, con los siguientes cuatro subgrupos: margarinas/mantecas, aderezos, helados y productos lácteos, además de chocolate y cobertura.

<b>EMULSIFICANTES PARA CHOCOLATES</b>	
<b><i>Emulsificante</i></b>	<b><i>Aplicación y Efectos</i></b>
Triglicéridos Hidrogenados	Compuestos, cobertura para helados, nutelas, rellenos y cualquier sistema en base grasa que requiera controlar la migración de grasa.
PGPR Poliglicerol- polirricinoleato	Reduce viscosidad, cobertura para helados.
Fosfátidos de Amonio	Reduce viscosidad, cobertura para helados.
Mono y diglicéridos destilados	Caramelo y chiclosos.
Triesterato de Sorbitan	Efecto antibloom en compuestos de Chocolate.
Esteres de poliglicerol	Chiclosos, rellenos. Efecto aereante en confitería.
Desmoldante en pasta	En procesos de caramelos en cazos.
Desmoldante líquido	Para procesos en moldes, bandas y equipo de fricción que esté en contacto con el producto.
Lecitina	Chocolate en polvo. Ayuda a la hidratación de la cocoa, y la incorporación de la cocoa que contiene fases en sistemas acuosos.
<b>EMULSIFICANTES Y ESTABILIZANTES PARA PRODUCTOS LACTEOS</b>	
<b><i>Emulsificante</i></b>	<b><i>Aplicación y Efectos</i></b>
Mezcla de emulsificantes	Evita la separación de grasas en leche, doble concentración y fórmulas lácteas
Emulsificante destilado con 90% de pureza	Evita la separación de grasas en yogurt, cremas naturales y vegetales así como en quesos.
Emulsificantes y estabilizantes integrados	Proporcionan textura y cuerpo. Evita la separación de grasas en yogurt, cremas naturales y vegetales así como en quesos. Además fórmulas lácteas, UHT y pasteurizados.
Mezcla de emulsificantes	Promotor de aireado, ofrece un control de



	overrun y emulsifica la grasa del sistema en cremas para batir naturales o vegetales.
Mezcla de estabilizantes	Promotor de textura que no genera viscosidad durante el proceso en cremas para batir naturales o vegetales obteniendo excelente cuerpo y resistencia. Evitando sinéresis en puddings y flanes
Estabilizantes y proteínas integradas	Proporcionan abundante espuma fina y estable en productos milk shake

#### **EMULSIFICANTES PARA MARGARINAS**

<b><i>Emulsificante</i></b>	<b><i>Aplicación y Efectos</i></b>
Monoglicéridos destilados de ácidos grasos saturados	Asegura una dispersión fina y estable en las margarinas de mesa.
Mono y diglicéridos, ésteres de ácido cítrico y lecitina	Margarinas de freído y mesa.
Mono y diglicéridos, de ácidos grasos y lecitina	Margarinas de freído y mesa. Margarinas líquidas
Mono y diglicéridos, de ácidos grasos y ésteres de poliglicerol	Imparte plasticidad a las margarinas de hojaldre y asegura una emulsión estable durante el horneado.
De ácidos grasos y ésteres de poliglicerol	Imparte excelentes propiedades de cremado a las margarinas de batido.
Monoglicéridos destilados de ácidos grasos insaturados.	Minarinas bajas en grasa Minarinas muy bajas en grasas.
Poliglicerol polirrecinoleato	Minarinas muy bajas en grasas. Minarinas bajas en grasa
Triglicéridos hidrogenados	Reduce la separación de aceite de las margarinas.

#### **EMULSIFICANTES PARA ADEREZOS**

<b><i>Emulsificante</i></b>	<b><i>Aplicación y Efectos</i></b>
Mezclas de hidrocoloides	Mayonesa y aderezos con 30-50% de grasa, proceso en frío y con huevo. Estabilizante para mostazas. Aderezos con proceso en caliente. Estabilizante para catsup.
Ésteres de ácido cítrico, hidrocolides vegetales y almidón modificado	Salsas y aderezos 50-30% de grasa, estables al calor y congelación.

#### **EMULSIFICANTES Y ESTABILIZANTES PARA PANIFICACION**

<b><i>Emulsificante</i></b>	<b><i>Aplicación y Efectos</i></b>
-----------------------------	------------------------------------

Estearil lactilato de sodio Estearil lactilato de calcio	Reduce retrogradación de almidón en masas de panificación, mejora maquinabilidad, eficiente dispersión de grasa en galletas.
Monoglicéridos destilados	Eficiente dispersión de grasas en agua, reduce retrogradación de almidón en masas para panificación, actúa como aereante en pastelería.
Esteres de poliglicerol	Mejoran el rango de aereado, aereación y estabilidad de espumas en batidos de pastelería y panquelería.
Emulsificantes Activados en polvo	Acción emulsificante y aereantes para premezclas de pastelerías.
Mezcla de emulsificantes	Acción aereante en cremas de relleno para galletas, mejora textura, adherencia, comestibilidad y maquinabilidad del producto. También mejora la dispersión de la grasa, aumenta la crocancia y la resistencia al rompimiento de galletas.

#### **EMULSIFICANTES PARA CONFITERIA**

<i><b>Emulsificante</b></i>	<i><b>Aplicación y Efectos</b></i>
Lecitina	En Goma de Mascar actúa como Suavizante, retiene la humedad, antiadherente, retarda el endurecimiento. En Chocolate actúa como humectante y emulsificante, facilita el mezclado, controla la viscosidad y mejora el desmoldeo.
Monoglicéridos destilados	Facilitan la emulsificación de aceites y grasa en soluciones acuosas y mantiene la mezcla estable. Malvaviscos como aireante
Triesterato de Sorbitán	Antibloom en Chocolates

Antibloom: En chocolates principalmente evita la migración de la manteca de cacao a la superficie del chocolate.

Milk Shake: Productos Batidos.

(Gómez, 2001).

### **3. Criterios de Selección**

A continuación se propone una serie de criterios de selección que bien podrían facilitar elegir el emulsificante más apropiado para la formulación de alimentos.

Para la formulación de alimentos no se basa uno simplemente en las indicaciones de los proveedores, si no que se contemplan aspectos propiamente químicos y diversos factores que involucran analizar el emulsificante a propiedad.

Los criterios de selección a considerar son:

- **Compatibilidad e Interacciones con el Sistema:** Dentro de estos criterios se consideran aspectos generales de los emulsificantes, partiendo de una tabla para la selección de aquellos que se recomiendan para la formulación de alimentos. La diversidad de emulsificantes puede ser muy amplia ya que se parte de cadenas de varios ácidos grasos, de tipos de esterificaciones y de mezclas de éstos entre sí.
- **Legales :** Se debe considerar para que país esta destinado y acatarse a la Norma de ese país.
- **Fisicoquímicos:** Respecto a estos en la selección de emulsificantes es el Balance Hidrofílico Lipofílico, mejor conocido como HLB. Por lo general estos valores se encuentran reportados en la literatura y se calculan mediante una relación que se considera el total de números de grupos hifrofílicos y grupo lipofílicos que constituyen a la molécula del emulsificante. Los emulsificantes que se utilizan en alimentos tienen por lo general un valor de HLB de 4.0 a 6.0 y de 8.0 a 18.0 ya que estas moléculas tienen la función de emulsificar ya sea un sistema O/A o A/O.
- **Calidad:** Por lo general los emulsificantes deben mantenerse en empaques cerrados libres de humedad, luz y temperaturas altas para un mejor control del producto.
- **Costo :** Considerando que los emulsificantes son aditivos alimentarios y que como tales se pueden utilizar en una cantidad muy pequeña, aún siendo el costo alto, el impacto en formulación final puede ser muy bajo. Sin embargo, en ocasiones la cantidad de emulsificante puede ser muy alta y con un costo por lo general por arriba de un solvente.
- **Disponibilidad en el Mercado:** Debido a la gran demanda mundial y el desarrollo de nuevas aplicaciones, se podría llegar a presentar una escasez en alguno de los emulsificantes utilizados. Las empresas que los producen son generalmente Coreanas, Chinas y Japonesas entre otras. ( Bowers, 1995)

### 3.1.COMPATIBILIDAD E INTERACCIONES CON EL SISTEMA

Se propone la siguiente tabla de emulsificantes que pueden ser usados para la formulación de alimentos:

EMULSIFICANTE	HLB	APLICACIÓN	DOSIS RECOMENDADA %	EFFECTOS FUNCIONALES SECUNDARIOS	INTERACCIONES Y COMPATIBILIDAD	COSTOS
Lecitina	3-4	Panadería y pastelería	0.2 a 0.3 b	Emulgente, acondicionador de masa, humectante favorece la acción de las mantecas vegetales.	Sinergismo con los mono-diglicéridos favoreciendo con esto la calidad del producto y disminuyendo costos.	Es uno de los emulsificantes más económicos ya que como aditivo representa del 0.1 al 3% de los costos en la formulación de un producto.
		Galletería	0.2 a 0.3 b	Emulsificante en cremas y chocolate de relleno, resistencia al horneado, disminución de fragilidad.	Sinergismo con proteínas y estabilizantes ( hidrocoloides o almidones) permite la estabilización de sistemas con bajo contenido de material graso.	
		Margarina	0.15 a 0.5 a	Promueve la emulsificación, antisalpicante	Los emulsionantes con valores de HLB inferiores a 9 son lipófilos.	
		Chocolates	0.1 a 0.4 c	Controla la viscosidad, dispersante, aumento de la palatabilidad, retarda la volatilización de agua.		
		Confitería	0.8-1 c	Emulsionante de saborizantes, lubricante evita la adhesión a maquinaria, moldes, envolturas.		
		Helado	0.5 a 3 c	Emulsificante, previene arenosidad, dispersión de saborizantes.		
		Prod. Instantáneo	0.5 a 3 d	Emulsificante, humectante, dispersante.		
		Quesos	0.1 a 2 a	Emulsificante, texturizante, dispersante.		
		Saborizante Preparados vitamínicos Mantequilla cacahuete	1-3 c 1-3 d 1-2 a	Emulsificante, dispersante.		
		Salsas emulsionadas	BPF	Emulsificante, favorece las prop. sensoriales		

EMULSIFICANTE	HLB	APLICACIÓN	DOSIS RECOMENDADA %	EFECTOS FUNCIONALES SECUNDARIOS	INTERACCIONES Y COMPATIBILIDAD	COSTOS
Mono-Diglicéridos (40% de monoéster)	2.8	Panadería	BPF	Codicionante de masas. emulgente, antiendurecedor	Por ser compuestos no iónicos presentan gran estabilidad, de tal forma que el pH no es conicacionante para su aplicación, ni tampoco, la presencia de electrolitos afectan de manera importante su funcionalidad. Sinergismo con otras sustancias como las proteínas y el almidón, que se manifiesta en un producto con mayor volumen y retardando su tendencia a endurecerse, además favoreciendo otras características como textura, suavidad y simetría.	Del costo total de un producto el empleo de estos en una formulación no sobrepasa el 5 %. lo cual se compensa con los beneficios obtenidos en la elaboración y obtención del producto.
		Saborizantes	3 c	Emulsificante		
Mono-diglicéridos	3.8	Quesos de imitación	0.2-0.5 b	Emulgente, estabilizante, texturizante.	Sinergismo con otras sustancias como las proteínas y el almidón, que se manifiesta en un producto con mayor volumen y retardando su tendencia a endurecerse, además favoreciendo otras características como textura, suavidad y simetría.	
		Helados	0.1 a 0.3 a	Emulgente, aireante, estabilizante, sequedad, textura, lubricante, facilita su extrusión, reduce grumos. Emulsificante		
		Caramelos/goma de mascar Chocolate y coberturas	0.5 c	Emulsificante y estabilizante, previene sinéresis		
			0.5 a			
		Mantequilla	0.5 a 1.5 a	Lubricante, complejación con almidón, antiadherente.		
		Pastas	1 b	Lubricante, facilita su extrusión reduce grumos.		
		Cereales y botanas	2 a	Facilita extrusión, reduce fractura, mejora forma.		
		Saborizantes	2.5 c	Emulsificante y estabilizante.		
Esteres de ácido Acético	2-3	Embutidos	1 a 2 c	Emulsificante, cubierta protectora.		
		Caramelo/goma de mascar	1 a 2 c	Dispersión de materia oleosa.		
Esteres de ácido Cítrico	2-3	Panificación	0.5 a	Condicionante de masa, fortalece la red glutínica, mejora de volumen. Se usa en combinación con MG.	Estos productos presentan efecto sinergista con compuestos antioxidantes de grasas, lo que permite emplear en menor cantidad conservadores y permitir una vida de anaquel más larga	
		Mantecas vegetales Margarinas embutidos	2.5 a 3 c 0.3 a 0.3 a 0.5 a	Emulsificante Emulsificante Protector de la Emulsión cárnica, ligador de agua.		

Esteres de ácido Láctico	3-4	Panificación	0.1 a 0.25 b	Aporta firmeza al gluten y la miga es más suave. Control de transición poliforma de manteca de cacao, aporta brillo y palatabilidad en el producto. Aireados y estabilizante.	En productos aireados como pudines o cremas pasteleras, helados o similares contribuyen en conjunto con los MG a situarse en la fase interfacial agua-aire haciendo con esto un sistema más estable.
		Chocolate y coberturas	0.1-0.25 c		
		Cremas pasteleras/pudines	0.3 c		
Esteres de ácido Diacetil tartárico	9.2-10	Panadería	0.5 c	Antiendurecedor, reducción de materia grasa. Condicionante de masa, reductor de materia grasa. Dispersante, emulsificante.	Los esterres de diacetil tartárico en concentración de 1% presentan propiedades dispersantes empleando aquellos en forma física sólida permitiendo una rápida dispersión en agua o leche, de productos tales como saborizantes colorantes o vitaminas. Presentan sinergismo con Citroglicéridos y Estearil Lactilato de Sodio.
		Galletería	0.75 c		
		Alimentos en polvo	1 d		
Sacaroésteres	1-16	Panadería	0.5 a	Condicionante de masa, aumento de volumen en el producto, texturizante. Emulsionante, control de desemulsificación, dispersante, resistencia a la fusión, texturizante. Antiendurecedor y emulsificante. Emulsificación y humectante.	Presentan sinergismo con los Mono y diglicéridos Su amplio rango de HLB permite que se utilicen en sistemas emulsificables aceite en agua o agua en aceite, teniendo características únicas que otros emulgentes no presentan.
		Helados	0.25 a		
		Galletería Prod. instantáneo	1 c 1 a 1.5 d		
Acetato Isobutirato de Sacarosa (SAIB)		Bebidas carbonatadas	3-5 a	Estabilizante, emulgente, enturbiantes, agente de peso.	

Del costo total de un producto el empleo de estos en una formulación varía de 0.1 al 5 %, lo cual se compensa con los beneficios obtenidos en la elaboración y obtención del producto.

Estearoil lactilato de sodio	18-20	Panadería  Crema para café (polvo o líquida) Cremas pasteleras	0.1 a 0.5 a  0.5 a 0.8 d  0.15 a 0.2	Acondicionamiento de masa, antiendurecedor, aumenta volumen, ablanda la corteza. Emulsificante, dispersante. Emulsificantes, estabilizante, aireante.	Estos emulsificantes son los que tienen mejores propiedades hidrofílicas, ya que se emplean preferentemente en la formación de emulsiones tipo aceite/agua. Sinergismo entre el estearoil lactato y el almidón y/o macromoléculas proteicas constituye una de las bases esenciales del empleo de estos emulgentes como agentes antiendurecedores o condicionantes de masa en los productos de cocción.	Representan del 3 al 6 % del costo total de un producto
Estearoil lactilato de calcio	6	Panificación  Galletería  Mezclas para pasteles  Mantecas emulsionadas	0.5 a  0.2 a 0.5 a  0.2 d  1 c	Emulsificante, acondicionador, antiendurecedor. Lubricante  Emulgente, acomplejante, texturizante, mejorador de la funcionalidad de materia grasa. Emulgente, antisalpicante.		
Monoestearato de Sorbitan (Span 60)	4.5	Panificación  Chocolate y coberturas Blanqueadores de café Saborizantes Margarina  Mantecas vegetales	0.5 a  0.2 a 0.8 c  0.2 a 0.5 d  0.5 a 1 c 0.5 a  0.9 a	Emulsificante, antiendurecedor. Antibloom.  Emulsificante y dispersante. Solubilización. Impide el sudado del producto. Aporta palatabilidad y es antisalpicante.	Sinergismo entre los Esteres de Sorbitan y los Polisorbatos estoa facilitan la formación de emulsiones aceite en agua	
Polisorbato 60	15	Panadería  Chocolate Coberturas  Blanqueadores de café  Mantecas vegetales  Saborizantes  Ensaladas	1-2 c  0.8 a  0.8-1 a  0.5 d  0.9 a  0.05 c  0.3 a	Aumento de volumen, firmeza a la masa, texturizante. Emulsificante y antibloom. Controla la viscosidad durante su elaboración. Aumenta su dispersibilidad en líquido. Aporta palatabilidad y antisalpicante. Emulsificación y estabilidad. Estabilidad a la emulsión.		

Polisorbato 80	14-15	Panadería	0.3-0.4 a	Aumenta el volumen y textura de producto. Emulsificante, control de desemulsificación, control de cristalización, aireante, resistencia a la fusión del producto. Emulsificante, antiboom, aporta brillo y palatabilidad en el producto. Emulsificante y dispersante. Emulsificante. Estabilizante y aireante. Solubilización de aceites. Solubilizante de aceites. Emulsificante. Dispersante.	Sinergismo entre los Esteres de Sorbitan y los Polisorbatos, estos facilitan la formación de emulsiones aceite en agua	Representan del 3 al 6 % del costo total de un producto
		Helados	0.05-0.25 a			
		Chocolate	1 c			
		Saborizantes	1-3 a			
		Salsas emulsionadas	0.5 a 0.1 a			
		Cremas batidas	0.05 a			
		Mezcla de bebidas no alcohólicas	0.3 a			
		Encurtidos	0.2-0.4 a 4ppm			
		Aderezos				
		Levadura				

- a) En base al peso total del producto.  
b) En base al peso total de harina.  
c) Sobre la base del peso total de materia grasa.  
d) En base al peso total de Ingredientes Secos.  
BPF) Buenas Prácticas de Manufactura.  
( Hasenhuettl, 1997 ).

### 3.2. CRITERIOS LEGALES DE SELECCIÓN

Cada País a través de sus Magisterios de Salud define que Aditivo permiten para el uso en la industria de alimentos. Las modalidades para dar a conocer que emulsificantes pueden utilizarse por medio de las siguientes modalidades vía publicación son:

- México: Lista positiva y Lista negativa
- EUA: Lista positiva
- Unión Europea: Lista positiva y Lista restrictiva

El Reglamento de la ley general de Salud de los Estados Unidos Mexicanos define a un emulsificante como cualquier sustancia o mezclas de sustancias que favorecen en forma



permanente la suspensión de un producto, así como, los que obran como protectores de la emulsión.

### ESTATUS LEGAL DE LOS EMULSIFICANTES

NOMBRE GENERICO	USA. (C.F.R.)	EUROPA (E.C.)	FAO/WHO	ADI	MEXICO
Mono y diglicéridos Monoesteratos glicerilo	184.1505 184.1324	E471	8.400	No Especificado	Considerados aditivos Alimentarios Por Reglamento de Control Sanitario de productos y Servicios. D.O. 9/Ago/99 Título Vigésimo Tercero Artículo 200-208 Los límites de uso dependen de la aplicación Art. 202
Mono y diglicéridos	184.1505				
Monoglicéridos Destilados	184.1505			No especificado	
Monoglicéridos Destilados Acetilados	172.828	E472a	8.401		
Esteres de Propilenglicol Destilado de Ácidos grasos	172.856	E477	8.431	0-25	
Esteres de Poliglicerol de Ácidos grasos	172.854	E475	8.416		
Esteres de Sorbitan de Ácidos grasos	s-60: 172.842	S-60:E491 O-80:E494	S-60:8.436 O-80:8.439		
Lecitina	184.1400	E322	8.376	No especificado	
Monoglicérido succinilatado	172.830	----	----	----	

U.S.A.: (CFR)= Code of Federal Regulations.

FAO/WHO. FAO = Organización Mundial de la Alimentación y Agricultura. WHO= (WORLD'S HEALTH ORGANIZATION): Organización Mundial de la Salud.

E.C.: EEC Number. Comunidad Europea.

ADI: Consumo de Ingesta Diaria Aceptable (mg / kg. Peso corporal).

( Barron, 2002 ).

### 3.3. CRITERIOS FISICOQUÍMICOS DE SELECCIÓN

Para decidir que emulsificante es el más apropiado para un producto, se desarrollaron sistemas para clasificar los emulsificantes de acuerdo con sus propiedades fisicoquímicas. El esquema de clasificación ha sido desarrollado considerando la solubilidad de los emulsificantes en aceite y/o agua ( Regla de Brancroft, Método empírico utilizado para clasificar a los emulsificantes encontrando la relación entre la estructura molecular de un emulsificante y su habilidad para formar una emulsión estable. El radio de los grupos hidrofílicos y lipofílicos, y su geometría molecular. Finalmente todas estas propiedades dependen de la estructura química del emulsificante y los esquemas de clasificación son relativamente cerrados. ( Becher, 1995 ).

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

### 3.4. BALANCE HIDROFÍLICO-LIPOFÍLICO HLB

Dado que se dispone de numerosos emulsionantes alimenticios, se impone al estudio sistemático de los mismos para elegir los apropiados y asegurarse de que se formará rápida y económicamente el tipo de emulsión deseado. Para ello se ha utilizado con éxito el método de HLB de Griffin, las siglas HLB significan "equilibrio hidrófilo-lipófilo" que es la relación de porcentajes, en peso, de grupos hidrófilos e hidrófobos de una molécula de emulsionante.

Los emulsionantes con valores de HLB inferiores a 9 son lipófilos; aquellos cuyos índices de HLB están entre 11 y 20 son hidrófilos y los de HLB entre 8 y 11 son intermedios.

La selección del emulsificante se hace en función de su solubilidad en la fase continua de la emulsión, los emulsificantes con valores altos de HLB tienden a ser más solubles en agua y son más efectivos en emulsiones de grasa en agua.

Los emulsionantes cuyo valores de HLB estén entre 3 y 6 facilitarán las emulsiones A/O, mientras que las emulsiones O/A se forman con emulsionantes cuyos valores de HLB se hallan comprendidos entre 8 y 18.

La siguiente tabla muestra que la solubilidad de un emulsionante esta relacionada con su valor de HLB. Para conseguir una emulsión estable se precisa, por lo general una mezcla de dos o más emulsionantes (combinaciones de compuestos lipofilos e hidrófilos).

<b>VALORES HLB DE LOS EMULSIFICANTES</b>	
Emulsionante	Valor HLB
Oleato de potasio	20.0
Oleato de sodio	18.0
Monoleato de polioxietilén Sorbitan	15.0
Emulsionante	Valor HLB
Monoestearato de polioxietilén Sorbitan	14.9
Triestearato de polioxietilén Sorbitan	10.5
Monoestearato de Sorbitan	4.7
Mono y diglicéridos	3.5
Monoestearato de glicerina	3.4
Monoestearato de propilenglicol	3.4
<b>DISPERSIÓN EN EL AGUA DE EMULSIONANTES DE DIVERSOS VALORES HLB</b>	
Dispersión	Intervalo HLB
No hay dispersión	1-4
Poca dispersión	3-6
Dispersión lechosa por agitación	6-8
Dispersión lechosa estable	8-10
Dispersión de translúcida a clara	10-13
Solución clara	13+

A determinado valor de HLB, la estabilidad de la emulsión puede ser variable en función de los emulsionantes utilizados. Cada par de emulsionantes es capaz de originar distinto grado de estabilidad, así, pues, se ha de evaluar una serie de emulsiones, preparadas a partir de varias mezclas de emulsionantes con idénticos valores de HLB, para determinar el par de emulsionantes más aconsejables.

El valor de HLB del emulsionante seleccionado depende del tipo de emulsión deseado ( O/A, A/O) y del tipo de aceite. Para formar emulsiones O/A con aceites vegetales se necesita un sistema emulsionante con valores de HLB entre 7 y 12. Sin embargo, una emulsión A/O preparada con aceite de algodón reclama un emulsionante cuyo HLB sea 5.

Los Emulsificantes de acuerdo a su número de HLB tienen diferentes Funciones como se puede apreciar en la siguiente Tabla:

Funcion de Algunos Emulsificantes de Acuerdo a su Valor de HLB	
HLB	Función
1.5 - 3.0	Antiespumante
4.0 - 6.0	Emulsificante A/O
7.0 - 9.0	Agente Humectante
8.0 - 18.0	Emulsificante O/A
13.0 - 15.0	Detergente
15.0 - 18.0	Solubilizante

( Lauridsen 1976 ).

### 3.5. CRITERIOS DE CALIDAD DE SELECCIÓN

#### Antecedentes

Considero destacar tres aspectos importantes al momento de selección de los emulsificantes:

- La Legislación vigente tanto en el país de origen como el país destino.
- La funcionalidad del aditivo.
- Conocimiento del proveedor.

Tomando las dos primeras consideraciones anteriores podemos determinar la calidad del emulsificante como materia prima y la tercera, nos evitaremos fraudes y problemas legales o compra de aditivos no grado alimenticio.

#### Costos de aplicación

Invariablemente los costos son determinantes para la selección de emulsificantes.

El costo lo determina el origen de las materias primas, el proceso de obtención, país de origen del emulsificante, la demanda, la cantidad a consumir y los impuestos establecidos de cada país.

Disponibilidad en el Mercado

En México hay muy poca disponibilidad de este tipo de materia prima, por lo que en su mayoría proviene de otro país y en ocasiones las demandas de un producto en específico son bajas por lo que hace difícil conseguir los materiales.  
( Lewis, 1991 ).

#### **4. DISCUSIÓN**

La importancia en la selección de emulsificantes adecuados para la formulación de alimentos cae directamente en la obtención de un producto aceptable para el consumidor, en la cual se encuentran involucrados factores tales como: la calidad, las buenas prácticas de manufactura y aseguramiento de un producto apto para consumir, donde se cuida la salud del consumidor principalmente.

Los emulsificantes otorgan a los productos una textura consistente y evitan que se separen las fases.

Es claro que en emulsiones alimentarias presentan una compleja funcionalidad, que va desde la emulsificación de componentes, hasta el favorecimiento de otras características como el de facilitar operaciones de proceso, mejorar las características sensoriales del producto y en muchas ocasiones lo más importante reducir los costos de manufactura, ya que su incorporación permite reemplazar otros ingredientes sin afectar la calidad del alimento, de igual manera facilita operaciones mecánicas como la de el mezclado, implicando menos gastos de energía que son reflejados en el costo final del producto.

#### **5. CONCLUSIONES**

Los criterios considerados para la selección de emulsificantes en formulación de alimentos tales como: Compatibilidad e Interacciones con el sistema, Efectos funcionales secundarios, legales, Físicoquímicos, Calidad, Costos de aplicación y Disponibilidad en el Mercado que en conjunto forman las bases fundamentales para una buena selección, dependiendo del tipo de alimento a formular.

Los criterios seleccionados tienen como objeto estudiar cada emulsificante, su mecanismo de acción, así como, sus propiedades físicoquímicas, su eficiencia en los diferentes tipos de sistemas alimentarios, al igual que sus interacciones con los mismos y su estabilidad.

El uso de estos criterios pueden evitar problemas tales como; ( separación de fases); sensoriales ( percepción desagradable de sabores, mal apariencia, mal olor ); de calidad ( variación del producto que se ofrece desde un principio por parte del proveedor ) y todos los aspectos que implican la excelencia de un buen producto.

Es importante aplicar todos los criterios aquí expuestos, para una buena selección y buen resultado en la formulación de alimentos.

Propongo la información contenida en el presente trabajo como guía en la práctica para la selección de emulsificantes en problemas que se presentan en la industria alimentaria.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Badui Dergal Salvador. (1996). Diccionario de Tecnología de los Alimentos. Editorial Alambra. México. pág. 648.
- 2.- Barron Arteaga Carlos. (2002). Criterios para la Selección de Emulsificantes utilizados en la elaboración de Saborizantes. Tesis de Licenciatura de Química de Alimentos. UNAM. pág. 40-51.
- 3.- Belitz and Gras. (1988). Química de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza España. pág. 372.
- 4.- Becher Paul. (1995). Emulsions Theory and Practice. Robert E. Krieger Publishing Company. pág. 647
- 5.- Becher Paul (1983). Encyclopedia of Emulsion Technology Volume 2. Marcel Dekker, Inc. pág. 102-105.
- 6.- Branen L.A and Davidson S. (1990). Food Additives. Editorial Marcel Dekker. pág. 347-385.
- 7.- Bowers, Jane. ( 1995). Food, Theory and Applications Macmillan Publishing, co. New York. pág. 45-55.

- 8.- Charalambous George and Doxastakis George. (1996). *Food Emulsifiers*. Elsevier Science Publishers B.V. New York. pág. 110-143.
- 9.- Charley H. (1987). *Tecnología de Alimentos . Procesos Químicos y Físicos en la Preparación de Alimentos*. Editorial Limusa. México. pág. 355.
- 10.- Furia Thomas. (1982). *Handbook of Food Additives*. Editorial CRC Press, Inc. New York. pág. 397-428.
- 11.- Gerhardt Virich. (1992). *Aditivos e Ingredientes*. Editorial Acribia. Zaragoza España. pág. 52-71.
- 12.- Gómez del Campo Beatriz. (2001). *Diccionario de Especialidades para la Industria Alimentaria*. Ediciones PLM. México. pág. 227-230.
- 13.- Hasenhuettl Gerard L. (1997). *Food Emulsifiers and Their Applications*. Champman and Hall. New York. pág. 50-56.
- 14.- Hughes Christopher. (1994). *Guía de Aditivos*. Editorial Acribia. Zaragoza España. pág. 496-498.
- 15.- Lauridsen J.B. (1976). *Food Emulsifiers*. Editorial CRC Press. New York. pág. 125.
- 16.- Lewis Richard J. (1991). *Food Additives Handbook*. Ed.De Van Nostrand Reinhold New York pág. 119.
- 17.- McClements David Julian. (1999). *Food Emulsions. Principles, Practice and Techniques*. Editorial CRC Press. New York. pág. 185-209.
- 18.- Smith Jim. (1991). *Food Additive User's Handbook*. Editorial Avi. New York. pág. 196-197.
- 19.- Wong W.S Dominic. (1998). *Química de los Alimentos. Mecanismos y Teoría*. Editorial Acribia. Zaragoza España. pág. 35-48.

## Internet

- 20 . Córtes Eduardo. Emulsificantes Funcionales. [www.industriaalimenticia.com](http://www.industriaalimenticia.com) . Febrero 2003.
- 21.- Food Emulsifiers . [www.ific.org/sp/publications/brochures/additivesbrochsp.cfm](http://www.ific.org/sp/publications/brochures/additivesbrochsp.cfm). Enero 2004
- 22.- Food Emulsifiers. [www.fda.com](http://www.fda.com) . Enero 2004.
- 23.- Food Emulsifiers. [www.jecta.com](http://www.jecta.com) , Febrero 2004.
- 24.- Emulsifiers , [www.ise.co.kr/viewproduct\\_e.html](http://www.ise.co.kr/viewproduct_e.html) , Abril 2002 .
- 25.- Productos Adiplex [www.adiplex.com](http://www.adiplex.com) , Mayo 2003.
- 26.- Ginza Chuo-ku . Introduction of Sugar Esters, [www.mfc.co.jp/english/whatsee.htm](http://www.mfc.co.jp/english/whatsee.htm) , Octubre 2003 .
- 27.- Bravo Benjamín. Emulsifiers . [www.foodadditives.com](http://www.foodadditives.com) Abril 2002