

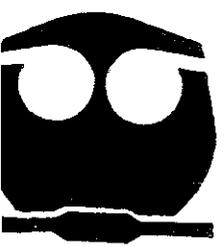


# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

CRITERIOS PARA LA SELECCION DE EMULSIFICANTES UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE SABORIZANTES

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS DE EDUCACION CONTINUA QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: QUIMICO DE ALIMENTOS PRESENTA: CARLOS BARRON ARTEAGA



MEXICO, D. F.



2002

SECRETARÍA DE EDUCACION PUBLICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



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.

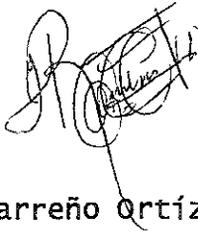
Jurado Asignado:

Presidente: HUGO RUBEN CARREÑO ORTIZ  
Vocal: FRANCISCO JAVIER CASILLAS GOMEZ  
Secretario: DULCE MARIA GOMEZ ANDRADE  
1er. Suplente: MARIA VICTORIA COUTIÑO COVARRUBIAS  
2do. Suplente: ZOILA NIETO VILLALOBOS

sitio donde se desarrolló el tema:

TAKASAGO DE MEXICO S.A. DE C.V.

Asesor:



Q.F.B. Hugo Rubén Carreño Ortiz

Sustentante:



Carlos Barrón Arteaga

Gracias Dios por mantenerme de pie y haberme permitido culminar con una misión más de las tantas que me faltan.

Gracias Dios por bendecirme con estos dos Grandiosos Angeles que me otorgaron la fortuna de vivir y ser su hijo

Los Amo Papá y Mamá

Definitivamente sin su apoyo y presencia no creces,

Y si no creces, no avanzas.

Por estar a mi lado y ser sangre de la buena sangre...

Pediría a Dios repetir mi vida con ustedes.

Chivis, Kepler, Caty y Chuy

Cree en tus sueños, confía en ti, y prepárate para vivir hermosas realidades...

Como la Alegría que ilumina mi camino, despeja mi mente y alienta mi alma.

Como esa música eterna que vive melodiosamente en todo mi Universo.

DIDI

Después de grandes tormentas

Vienen grandes días soleados

Y tú, llegaste como esa luz que

Rompe la neblina y permite entender

Que hay mucho más allá de lo que

Se alcanza a ver

PITA

Parte de nosotros siempre revive

En un alma pura y buena, donde

La Magia de su risa e inocencia

Nos hace recordar que lo bueno

Lo conocemos y que ese espíritu

Siempre estará

Chicharín, Keplercito, Kimby y

Los tres mosqueteros

No importa cuanto tiempo estés en la Tierra,  
Si no que tan efectivo hiciste ese tiempo  
No importa irte lejos, sino que tan cerca  
Quedas de ellos.

La vida te alimenta y llena tu corazón y tu  
Memoria de aquellas personas que viven  
Siempre en ti, por estar en mí: MIL GRACIAS  
Tomate, Güera, Rocío y Aarón, Nivón, Sardaneta,  
Heyra y Charly, Pedro, Liz, Chew, Edith, Tere,  
La Escuelita, Ivonne P., Selenita, Adrianita,  
Chatita, Abigail, Jijasso, Quique,  
Carranza, Chopis, Lillianita, Elmita, Coquito,  
Papá Beto y Familia, Paty, Sonia, y para pronto, a esa  
Magnífica Generación 93.

Divagas generalmente solo por esta  
vida, te tropiezas y te levantas, gritas y  
te callas, lloras y ríes, sueñas y vives,  
Nunca te olvidas porque siempre estás  
contigo. Pasan las mejores épocas de  
tu vida y tú, sigues siendo eterno, sin  
nada que te supere y superando la  
etapa anterior,

Puedes ver un gran precipicio y  
aventarte con adrenalina pura de  
despreocupación, porque sabes que no  
te va a pasar nada.

Nada es para siempre pero tú, tú  
puedes ser eterno.

Mi Laura, mi angelito de la guarda.

Cuidado cuando piensas que estas cerca de la Meta,  
Porque al acercarte a ella te darás cuenta que el camino  
Es aún más largo y difícil; no olvides respirar y disfrutar  
Lo que hay alrededor de ello.

Nunca pierdas el gusto de hacer las cosas y pelea por  
Hacer lo que te gusta. Todo tan simple como creer en ti

Y aventurarte a conocer el buen sabor de la vida,  
Palatéalo, disfrútalo, y prepara tu mente para crear

Siempre algo mejor.

CBA

# I N D I C E

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINAS</b>
Introducción	1
Objetivo	4
Características Generales de las Emulsiones	4
Definición de Emulsión	4
Estabilidad de una Emulsión	5
Ley de Stokes	5
Definición de Emulsificante	7
Clasificación de Emulsificantes	9
Propiedades Funcionales de los Emulsificantes	11
Tipos de Emulsificantes	13
Criterios de selección	14
1. Criterios Teóricos de selección	15
Emulsificantes propuestos y utilizados en la elaboración de Saborizantes	16
Retención del Sabor	22
2. Criterios Legales de selección	23
3. Criterios Fisicoquímicos de selección	26
Regla de Bancroft	26
Balance Hidrofílico Lipofílico (HLB)	27
Geometría Molecular y la Temperatura de la Fase de Inversión	30
Otros factores Fisicoquímicos a considerar	31

# I N D I C E

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGINAS</b>
4. Criterios de Calidad de selección	33
Especificaciones	33
Confiabilidad del proveedor	34
Proceso	35
5 Otros criterios de selección	36
Costos	36
Disponibilidad en el Mercado	36
Tipo de Aplicación de Producto Final	37
Pruebas de Estabilidad	37
Cantidad requerida	38
Propiedades Sinérgicas o Adicionales de los	
Emulsificantes	38
Criterios Modernos de selección	40
Discusión	41
Conclusiones	54
Bibliografía	55

## **INTRODUCCION**

En la Industria Alimentaria, una de las principales atracciones para la aceptación del producto por parte del consumidor es el sabor, entre otros (color, empaque, textura). El termino **sabor** se refiere a la percepción simultánea de estímulos sensoriales en el área olfativa y cavidad bucal. La percepción del sabor es un proceso muy complejo e integrado de la combinación de fenómenos fisicoquímicos, biológicos y psicológicos.

En un saborizante, la mayoría de los componentes de la base de sabor son sustancias orgánicas con gran afinidad lipofílica, es decir, tiene mayor afinidad por fases de origen graso, que aunque pueden llegar a tener cierta afinidad por el agua, (generalmente químicos aromáticos volátiles o ligeros e insaturados) al presentarse en una fase oleosa, la afinidad por ésta es mayor. Cuando se requiere saborizar alimentos de origen hidrofílico, (bebidas, gelatinas, yogurts, jarabes, etcétera), se presenta la necesidad de incorporar esta base de sabor al producto, que puede causar problemas de separación por incompatibilidad de fases o de densidades, en este caso una fase oleosa en agua. En algunos casos las bases de sabor son diluidas en solventes orgánicos con afinidad hidrofílica como son el Propilenglicol, alcohol etílico, alcohol bencílico entre otros y fácilmente pueden incorporarse al producto. Pero en otras ocasiones la base saborizante no es compatible con el solvente, que podría incluso ser agua, o que aún siendo solventes orgánicos la base de sabor por su naturaleza no se incorpora a éstos, tal es el caso de bases de sabor

que contienen aceites esenciales de frutos cítricos (naranja, limón, toronja y mandarina), en donde los terpenos de los aceites son los principales causantes del problema. Llega, entonces, a ser necesario el uso de una tercera sustancia que incremente la compatibilidad de la fase de contacto o interfase de dos componentes no miscibles entre sí. La sustancia que se usa para incrementar la compatibilidad de la base de sabor y el solvente, y de esta forma lograr incorporarse al alimento deseado es llamado **emulsificante**.

En muchas ocasiones se requieren de sistemas especiales para estabilizar un sabor y destinarlo a una aplicación específica. Los sabores aplicados deben estar estabilizados en formas distintas, de lo contrario se pueden encontrar diversos problemas en los productos terminados tales como:

- ◆ Separación de fases en bebidas listas para consumir.
- ◆ Sabor desagradable por la separación de fases o por oxidación de componentes del sabor.
- ◆ Pérdida del sabor o de compuestos volátiles en productos de confitería.
- ◆ Pérdida del perfil inicial del sabor.
- ◆ Vida de anaquel del sabor o del producto final reducida.
- ◆ Pérdida de compuestos volátiles en el secado de un sabor.
- ◆ Mala integración de compuestos del sabor que pueden causar una disolución no homogénea.
- ◆ Interacciones de compuestos volátiles con el material de empaque del alimento.

- ◆ Interacciones de compuestos del sabor con el alimento, causando sabores desagradables.
- ◆ Percepción visual desagradable del producto; entre otros.

En este trabajo se ampliará el panorama del criterio de selección de emulsificantes para la elaboración de saborizantes.

Dichos criterios son muy importantes para evitar los problemas antes mencionados y deben ser considerados desde aspectos teóricos del emulsificante (naturaleza química, compatibilidad con el sabor, almacenaje, condiciones de manejo, aplicación del producto final); aspectos legales (estatus legal, límites de uso, legislación de un país en específico, restricciones); aspectos fisicoquímicos (Balance Hidrofílico Lipofílico HLB); aspectos de calidad (Confiabilidad del proveedor, consistencia y calidad entre lote y lote, proceso, especificaciones) y sin dejar de considerar aspectos modernos de tecnología de punta y aspectos experimentales que dejen el resultado buscado.

Los emulsificantes útiles en la elaboración de sabores pueden ser aquellos que caigan en un valor de Balance Hidrofílico Lipofílico (HLB) de 8 a 18 y la diversidad de éstos puede ser tan amplia como la química lo permita y tan limitada como se encuentre la demanda, producción o disponibilidad en el mercado.

## **OBJETIVO:**

- ✦ Establecer los criterios para la selección de emulsificantes utilizados en la elaboración de saborizantes, basándose en datos bibliográficos y experiencia profesional.

## **CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS EMULSIONES.**

Para poder entrar en tema, es necesario contemplar criterios generales de lo que implica una emulsión, definiciones y aspectos teóricos que involucran a los emulsificantes en general y específicamente a aquellos que sirven en la elaboración de sabores.

Una emulsión es un sistema heterogéneo de dos o más fases inmiscibles entre sí, dispersas en partículas (gotas) de 0,1  $\mu$ m o mayores. Consiste en el equilibrio entre dos o más fases en otra fase, generalmente aceite/agua, con uno de los líquidos dispersado como pequeñas esferas en la otra fase. Las emulsiones pueden ser clasificadas de acuerdo a la distribución del aceite en la fase acuosa. Un sistema el cual consiste de gotas de aceite dispersas en fase acuosa es llamado una emulsión aceite en agua o O/W (Oil/Water), (ejemplo: mayonesa, leche, crema salsas). Un sistema el cual consiste de gotas de agua dispersadas en una fase oleosa es llamado emulsión agua en aceite o W/O (ejemplo: margarina, mantequilla). A la fase

de mayor volumen se le llama fase continua, y a la de menor volumen discontinua.

(5)

Es posible formar una emulsión por una simple homogeneización entre el aceite y el agua, pero ambas fases se separarían rápidamente por la diferencia de densidades. Esto es porque las moléculas tienden a atraerse con las de su misma naturaleza. Es posible formar emulsiones que son cinéticamente estables (metaestables) por un periodo razonable de tiempo (unos días, semanas, meses o años), incorporando sustancias conocidas como EMULSIFICANTES. Una vez formada la emulsión se realiza una aplicación, por ejemplo en bebida, en donde el sistema solo sufre un cambio de dilución, la emulsión conserva su estructura de estabilidad solo dispersa en el agua o medio acuoso en el que se integra.

La estabilidad de una emulsión está limitada por la posible separación de fases, este sistema de separación gravitacional está descrito por la llamada LEY DE STOKES.

En general, las micelas de fase dispersa en una emulsión tienen diferente densidad y por gravedad las fases tienden a separarse. Al aumentar el número de micelas, la energía que se necesita para mantenerlas separadas aumenta y la estabilidad decrece.

La Ley de Stokes explica la base física de la separación gravitatoria y está dada a la siguiente ecuación:

$$V = - \frac{2gr^2 (\rho_2 - \rho_1)}{9\eta_1}$$

Donde:

$V$  = Velocidad de separación.

$r$  = radio de la fase dispersa

$g$  = aceleración de la gravedad

$\rho_1, \rho_2$  = densidades de las fases continua y dispersa

$\eta$  = viscosidad de la fase continua.

Al fenómeno que ocurre cuando las fases se van separando se le conoce como cremación y sedimentación, siendo más común la cremación, manifestada por la formación de anillo blanquisco en las bebidas.

Cabe señalar que con el paso del tiempo ha habido modificaciones de la Ley de Stokes ya que ésta es usada estrictamente para calcular la velocidad de partículas esféricas suspendidas en un líquido ideal. En la práctica, existen varias desviaciones de la velocidad de cremación determinada por Stokes y las medidas experimentales de cremación involucran ciertos sistemas no ideales como: Fluido de las gotas, Sistema no diluido, polidispersión, floculación de las gotas, movimientos no newtonianos de la fase continua, cargas eléctricas, cristalización de grasas, etcétera.

(5). Destacando que estas desviaciones se encuentran en sistemas de alimentos más complejos que las bebidas o que los sabores líquidos hidrosolubles. El Sistema que se estudia en este trabajo es la base de sabor disuelta o dispersa en un medio acuoso, por lo que la Ley de Stokes puede ser útil para determinar la estabilidad de la emulsión

Hay otra forma de hacer emulsiones de saborizantes que implica el uso de agentes estabilizantes que son hidrocoloides, los cuales mejoran la estabilidad de la emulsión (goma acacia o arábica, almidones modificados).

Los *agentes estabilizantes* son ingredientes que se usan para incrementar la viscosidad de la fase continua de las emulsiones y aumentan la estabilidad de la emulsión retardando el movimiento de las micelas. Los agentes estabilizantes más comunes a utilizar son polisacárido (hidrocoloides).

Definición de emulsificante: Los emulsificantes son aquellos aditivos que se utilizan en los sistemas alimentarios con las diversas funciones de:

- ◆ Emulsificar
- ◆ Estabilizar
- ◆ Dispersar
- ◆ Airear
- ◆ Mejorar batido
- ◆ Suavizar
- ◆ Mejora cuerpo
- ◆ Controla viscosidad
- ◆ Mejora solubilidad
- ◆ Humectante
- ◆ Inhibir cristalización
- ◆ Antioxidante
- ◆ Mejorar harinas
- ◆ Reducción de grasa
- ◆ Sustitución de grasa
- ◆ Antiadherente
- ◆ Antiespumante
- ◆ Estabilizante de sabores
- ◆ Inhibe cristalización de azúcar
- ◆ Otras más...

Los emulsificantes son moléculas que actúan en la superficie o interfase del sistema formando una membrana protectora la cual previene la separación de fases. La mayoría de los emulsificantes son moléculas anfífilas (tienen regiones polares y no polares). Los emulsificantes más comunes en la elaboración de saborizantes son: (Esteres de monoglicérido de ácido cítrico, ésteres de sorbitán etoxilados, ésteres de poliglicerol); sin embargo existen otros emulsificantes que al menos teóricamente podrían usarse en la elaboración de sabores, y de los cuales se discutirá en este trabajo.

### Clasificación de emulsificantes:

Puede haber emulsificantes naturales y artificiales. Los emulsificantes naturales son proteínas y fosfolípidos. En un fosfolípido la molécula de fosfato terminal es soluble en agua, y el lípido soluble en grasa. Los emulsificantes artificiales son productos sintetizados químicamente o bien pueden provenir de productos naturales purificados o tratados químicamente para tener una función específica. Estos pueden ser, entre otros, mono y di glicéridos de ácidos grasos, ésteres de monoglicéridos de ácidos grasos, monoglicéridos fosfatados, etcétera.

Los emulsificantes se caracterizan por tener una parte hidrofílica y una hidrófoba.

### GRUPOS HIDROFÍLICOS:

Los grupos hidrofílicos de un emulsificante pueden ser iónicos (aniónico, catiónico, aniónico y catiónico (anfotérico)), y no iónico.

La función de los emulsificantes iónicos es formar una doble capa iónica en la fase acuosa, éstos reaccionan con varios iones presentes en un sistema para formar complejos con un poder emulsificante reducido y baja solubilidad en ambas fases líquidas.

Los emulsificantes aniónicos como el esteroil-2-lactilato de sodio o ésteres de monoglicéridos de ácido diacetiltartárico tienen uno o más grupos funcionales que se disocian en soluciones acuosas dentro de agentes negativamente cargados en la

interfase activa (aniones) con su contrario (cationes). Estos son muy activos para reducir la tensión interfacial cuando la fase acuosa contiene proteínas. (1)

Los emulsificantes más comunes usados en la industria de alimentos son los no iónicos. (Ejemplo: glicerol, poliglicerol, ácidos grasos de propilenglicol, monoacilgliceroles, ácidos grasos de ésteres de sacarosa, ácidos grasos de sorbitan polioxietilados), los cuales no forman iones en solución acuosa pero la molécula completa es responsable para el efecto de la interfase activa. A su vez se clasifican en:

- a) Dispersables: Se dispersan cuando se agitan en agua.
- b) No dispersables: No se pueden dispersar en agua o se dispersan muy poco.
- c) Hidrosolubles: Solubles en agua; la solución formada permanece clara u opalescente.

### GRUPOS HIDROFÓBICOS:

Los grupos hidrofóbicos consisten en una o más cadenas de hidrocarburos, entre 10 y 20 átomos de carbono por cadena.

Los emulsificantes se agregan a la solución para formar una variedad de estructuras termodinámicamente estables conocidas como asociación de coloides (ejemplo: micelas, vesículas y micelas invertidas). Estas estructura son adoptadas porque minimizan el contacto desfavorable entre los grupos no polares de las moléculas de los emulsificantes y el agua. El tipo de la asociación del coloide formado por un emulsificante depende principalmente de la polaridad y la geometría molecular. Las

asociaciones de los coloides se mantienen unidas por interacciones físicas que son relativamente débiles comparadas con su energía térmica y por lo tanto tienen estructuras altamente flexibles y dinámicas. Estas estructuras son sensibles a cambios en condiciones ambientales tales como temperatura, pH, fuerzas iónicas y tipos de iones. (1 y 5)

#### Propiedades funcionales de los emulsificantes:

1. Concentración crítica de micela.
2. Punto de turbidez.
3. Solubilización. Esta propiedad de los surfactantes se refiere a su capacidad de dispersión de sustancias insolubles en agua, en un medio acuoso sin que presenten turbidez. La aplicación más importante se refiere a la solubilización de aceites esenciales en medios acuosos. El proceso de solubilización se lleva a cabo mediante la formación de micelas de tensoactivos o surfactantes, en las cuales quedan englobados el material insoluble.
4. Actividad de la interfase y estabilización de las micelas. La capacidad de formar emulsiones estables, o sea mantener unidos íntimamente a dos líquidos inmiscibles, es el rasgo distintivo de los emulsificantes, es lo que los define como tales. Cuando en un sistema el emulsificante es usado con el propósito de que forme una emulsión, éste dispersará en forma de micelas muy diminutivas a uno

de los líquidos en el otro. 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 micra	Blanca-Azulosa	Buena
1-10 micras	Blanca lechosa	Tendencia a cremar
10 micras	Gruesa	Maía

**TABLA 1. TIPOS DE EMULSIFICANTES**

Los emulsificantes mostrados en esta tabla son definidos como aditivos alimentarios aprobados por FDA (FOOD AND DRUGS ADMINISTRATION) y clasificados GRAS (GENERALLY RECOGNIZE AS SAFE).

TIPO DE EMULSIFICANTE	NOMBRE COMUN	HLB	ESTADO FISICO
Esteres de glicerina y ácidos grasos	Monoglicérido (MG)	2.5- 10.0	Polvo, gel, sólidos y líquidos.
Esteres de monoglicéridos y ácido acético	Monoglicérido acetilados (AMG)	2.5- 3.7	Sólidos blancos, pasta blanca y líquido amarillento
Esteres de monoglicéridos de ácido láctico	Monoglicérido lactilado (LMG)	5.3- 7.5	Sólido amarillento
Esteres de monoglicéridos de ácido cítrico	CMG	8.0- 9.2	Polvo blanco a pastas
Esteres de monoglicéridos de ácido succínico	SMG	5.3- 8.5	Polvo blanco
Esteres de monoglicéridos de ácido diacetil tartárico	DATEM	9.2- 10.0	Sólido amarillento
Esteres de poliglicerol de ácidos grasos	Esteres de poliglicerol (PGE)	3.0 - 15.5	Sólidos, líquidos viscosos y líquidos
Poliglicerol poliricmoleato	PGPR	9.1	Semi líquido
Esteres de sorbitan de ácidos grasos	Esteres de Sorbitan (SOE)	1.8 - 8.6	Polvo a líquido amarillento
Esteres de propilenglicol de ácidos grasos	PG Ester (PGME)	3.0 - 3.9	Líquidos a bloques de cera
Esteres de sucrosa de ácidos grasos	Esteres de azúcar (SE)	1 - 18 (depende del éster)	Polvo a líquido
Estearoil Di Laciato de Calcio	CSL	21	Polvo líquido
Lecitina	Lecitina (LC)	Variable	Sólido a líquido
Lecitinas digeridas por enzimas	Lecitinas tratadas enzimáticamente	Variable	Líquidos viscosos a sólidos
Esteres de Sorbitán etoxilados	Tweenes	10-18	Líquidos amarillentos

(4), (10) HLB = Balance Hidrofílico lipofílico. Índice de predicción de la preferencia de un emulsificante determinado

por el agua o por el aceite

## CRITERIOS DE SELECCION

Reconociendo la necesidad de mejorar la tecnología de emulsiones de sabores, se han considerado aspectos importantes para la selección de emulsificantes para la elaboración de sabores que no solo se basan en las recomendaciones de los fabricantes, si no que se contemplan aspectos teóricos de tecnología de alimentos, aspectos propiamente químicos y diversos factores que involucran analizar el emulsificante a profundidad.

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

Considerando que el sistema que se requiere estabilizar en la elaboración de sabores es un sistema Aceite en Agua (O/W), donde la fase dispersa es la base de sabor y la continua los solventes o incluso la aplicación del producto final, y se requieren evitar problemas físicos (separación de fases); sensoriales (percepción desagradable de sabor, mala apariencia, mal olor); de calidad (variación del producto que se ofrece y todos los aspectos que implican la excelencia de un buen producto); legales y tecnológicos se han propuesto los siguientes criterios de selección:

## 1. CRITERIOS TEORICOS DE SELECCIÓN

Dentro de los criterios teóricos de selección de emulsificantes para elaboración de sabores se incluyen aquellos aspectos químicos que involucran la naturaleza del emulsificante, interacciones probables con el sabor, condiciones de manejo, almacenaje, origen del emulsificante entre otros.

La información requerida para estos aspectos pueden adquirirse por medio del proveedor y por bibliografía, para conocer estructuras químicas de los emulsificantes y todo lo relacionado a ellos, pero hay que considerar que varios de estos emulsificantes no han sido utilizados en la elaboración de sabores.

Se propone la siguiente tabla de emulsificantes que se usan o que pueden ser usados para este caso particular.

**TABLA 2. EMULSIFICANTES PROPUESTOS Y UTILIZADOS EN LA  
ELABORACION DE SABORIZANTES**

<b>NOMBRE GENÉRICO DEL EMULSIFICANTE</b>	<b>NOMBRE ESPECIFICO DEL EMULSIFICANTE</b>	<b>HLB Y ESTADO FISICO</b>
Esteres de poliglicerol de ácidos grasos	Tetraglicerol monoestearato	5.6 (sólido)
	Tetraglicerol monooleato	6.3 (pasta viscosa)
	Diglicerina monooleato	7.5 (líquido)
	Diglicerina monolaurato	8.0 (sólido)
	Decaglicerina monoestearato	12.0 (pasta café)
	Decaglicerina distearato	11.0 (pasta café)
	Decaglicerina monooleato	14.0 (semilíquido café)
Esteres de ácidos orgánicos de Monoglicéridos	Decaglicerina monolaurato	15.5 (semilíquido café)
	Monoglicérido de ácido cítrico	8.0 (polvo blanco)
	Monoglicérido de ácido succínico	8.5 (polvo blanco)
	Monoglicérido lactilato (ác. Láctico)	7.5 (sólido amarillo)
Lecitina	Monoglicéridotartárilato (ác. Tartárico)	10.0 (sólido amarillo)
	Lecitina de soya	11-12 (líquido amarillo)
Esteres de Sacarosa	Estearatos de Sacarosa	11.0, 15.0 y 16.0 (polvo)
	Oleato de sacarosa	15.0 (pasta)
	Palmitato de sacarosa	15.0, 16.8 (polvo)
	Miristirato de sacarosa	16.0 (polvo)
	Laurato de sacarosa	16.0 (polvo)
Esteres de Sorbitán de Ácidos Grasos	Sorbitán monolaurato	8.6 (líquido amarillo)
	Sorbitán monopalmitato	6.7 (polvo amarillento)
Esteres de Sorbitán Etoxilados de Ácidos Grasos	Sorbitán monooleato	16.7 (líquido amarillo)
	Sorbitán monoestearato	14.9 (líquido amarillo)
	Sorbitán monooleato	15.0 (líquido amarillo)
	Sorbitán triestearato	10.5 (líquido amarillo)
	Sorbitán trioleato	11.0 (líquido amarillo)

(9,10)

De la tabla anterior existen emulsificantes que han sido ampliamente usados en sabores, sin embargo existen otros que pueden reunir las características que se requieren para emulsificar una fase de base de sabor en una fase acuosa (O/W). La cantidad de estos emulsificantes puede ser tan amplia como la química lo permita ya que existe una probabilidad de combinaciones de esterificación de ácidos grasos y de ácidos grasos en sí tan amplia que sin duda pueden haber más de los emulsificantes aquí propuestos, sin contar las combinaciones que pueden surgir al mezclar dos o más de ellos.

A continuación se dan algunos aspectos teóricos de los emulsificantes propuestos en la Tabla No. 2:

a) Esteres de poliglicerol de ácidos grasos:

Se crean por la esterificación del ácido graso con poliglicerina. Sus valores de HLB se estimaron por la polimerización de la glicerina, el tipo de ácido graso y los niveles de esterificación.

- ◆ Útiles para emulsiones O/W.
- ◆ Dispersan sabores y colores.
- ◆ Sustituyen a los polisorbatos (esteres de sorbitán de ácidos grasos).
- ◆ Aplicables para emulsiones para bebidas con color traslúcido, para grageado en confitería.
- ◆ Incrementa vida de anaquel del sabor.
- ◆ Sabores con color para lácteos.
- ◆ Mantiene los sabores durante su distribución y alarga la vida de anaquel.

- ◆ Son estructuras similares a los ésteres de sorbitán y sacarosa.
- ◆ Son resistentes a medios ácidos y bajas temperaturas.

b) Esteres de ácidos orgánicos de monoglicéridos:

Se crean por la reacción de ácidos orgánicos con monoglicéridos. El éster del ácido cítrico es extremadamente hidrofílico y aniónico, es parcialmente soluble en aceites y grasas. El del ácido succínico es producido por la reacción del succínico anhídrido con monoglicéridos. No se ha reportado su uso para sabores.

- ◆ Estabiliza emulsiones O/W.
- ◆ Útil en la elaboración de sabores con color
- ◆ Estabiliza aceites de cítricos en sabores hidrosolubles, sin embargo se ve limitados por la cantidad de aceites.
- ◆ Pueden tener efectos sinérgicos con antioxidantes en el caso del éster de ácido cítrico de monoglicerol.
- ◆ Resiste medios muy ácidos.

c) Lecitinas:

El tipo de lecitina propuesta es especialmente formulada para ser fluida con buena dispersabilidad en agua. La mayor proporción de fosfolípidos que contiene es: Fosfatidilcolina (12%), fosfatidilentalonamina (10%), fosfatidilinositol (8%) y ácido fosfatídico (4%). Aporta 800 calorías de las cuales 675 son de las calorías de las grasas, teniendo un total de 75g de grasas (16 g de grasas saturadas, 13g de grasas

monosaturadas, 46g de grasas poliinsaturadas. Tiene un total de carbohidratos de 4g (azúcar 2g). Además de sodio y potasio contiene calcio, hierro, Vitamina E y magnesio.

#### d) Esteres de Sacarosa:

Los Esteres de Sacarosa son compuestos de Sacarosa y ácidos grasos derivados de diversas grasas y aceites. Como la Sacarosa tiene un total de 8 grupos hidroxilos, se pueden producir compuestos de uno a ocho ésteres de ácidos grasos.

Los ésteres de sacarosa pueden ser mezclas de ésteres de azúcar con varios grados de esterificación. Cuando el número o tipo de ácido graso cambia, los valores de HLB también lo hacen, por lo que los valores de HLB pueden ser también muy variables.

Los ésteres de Sacarosa pueden contener también carbonatos de Calcio, carbonatos de Potasio y carbohidratos; otros pueden contener mezclas de otros emulsificantes como ésteres de glicerina de ácidos grasos, ésteres de sorbitán de ácidos grasos, sorbitol, etanol y agua.

Las funciones de los ésteres de azúcar pueden ser los siguientes:

- ◆ Emulsificación (sistemas O/w y W/O)
- ◆ Incremento o inhibición de cristalización.
- ◆ Efectos antibacteriales
- ◆ Lubricación
- ◆ Soluble en aceites, propilenglicol, alcohol etílico, etcétera.

e) Esteres de Sorbitán de ácidos grasos:

El sorbitán es un derivado del aceite de sorbitol por la deshidratación y luego la esterificación de ácidos grasos.

- ◆ Estabilizan emulsiones O/W.
- ◆ Sabores con o sin color translúcido para bebidas y confitería.
- ◆ En confitería produce brillo.
- ◆ Estabiliza a los aceites de cítricos en sabores hidrosolubles.
- ◆ Protección de compuestos volátiles dentro del sabor.
- ◆ Incrementa la vida de anaquel del sabor.
- ◆ Evita la reacción de volátiles contra el material de empaque.
- ◆ Protege el sabor en jarabe de relleno en gomas de mascar.
- ◆ Facilita la integración de compuestos pesados a sabores hidrosolubles.

f) Esteres de Sorbitán etoxilados de ácidos grasos:

Las propiedades hidrofílicas de los ésteres de sorbitán se pueden incrementar por la etoxilación de los grupos hidroxilos libres. Son completamente solubles en agua donde forman micelas.

- ◆ Forman emulsiones O/W.
- ◆ Emulsifican y dispersan sabores.
- ◆ Emulsifican y dispersan colores.
- ◆ Protegen componentes volátiles dentro del sabor.

- ◆ Incrementa la vida de anaquel del sabor.
- ◆ Evita la reacción de componentes volátiles contra el material de empaque.
- ◆ Protege al sabor en jarabes para relleno para goma de mascar.

Existen otros tipos de aditivos que si bien no funcionan como emulsificantes, logran estabilizar sistemas de sabores como emulsiones turbias con o sin color. Estos son los agentes estabilizantes de los que se hablaba al principio de la introducción. Estos agentes estabilizantes son hidrocoloides que se encargan de mantener las fases dispersas y dispersantes a cierta distancia debido a una especie de red o complejo de micelas, dependiendo el hidrocoloide, que forma con la base saborizada. Dentro de estos hidrocoloides, el más común es la goma arábiga. La característica de estas emulsiones es que su vida de anaquel se ve reducida por el acumulamiento de micelas debido al movimiento de la suspensión.

## RETENCION DEL SABOR (CRITERIO TEORICO DE SELECCIÓN)

invariablemente la naturaleza del sabor es muy importante para llegar a tener una emulsión estable, una buena retención del sabor y una buena protección contra el deterioro. Los sabores con cantidades altas de ácidos orgánicos como son ácido acético, ácido propiónico, ácido heptanoico, ácido levulínico, etcétera; pueden llegar a desnaturalizar al emulsificante, es decir, pueden hidrolizar las cadenas de ácidos grasos (cadena lipofílica) del emulsificante y éste perdería su funcionalidad.

Los emulsificantes que se seleccionen para la elaboración de sabores (Tabla 2), no deben intervenir en la percepción del sabor ni disminuir la salida inicial aromática de químicos volátiles. La emulsión que se forme debe orientar perfectamente los químicos aromáticos a la fase acuosa y no retenerlos en la fase oleosa ya que esto impediría la salida inmediata del sabor. Cabe aclarar que la retención del sabor también estará determinada por el tipo de aplicación que se realice, ya que no será la misma percepción que se tenga en una bebida o en una gelatina lista para consumir, o en una bebida láctea y un flan o natilla listos para consumir.

## **2. CRITERIOS LEGALES DE SELECCIÓN**

### **ESTATUS LEGAL DE LOS EMULSIFICANTES.**

Como se mencionó anteriormente los emulsificantes catiónicos no son usados en alimentos ya que por lo general son sales cuaternarias y éstas son bactericidas o bacteriostáticas, es decir son detergentes o sanitizantes por lo que se usan en otras industrias.

La FDA controla los niveles de uso, pero cuando un emulsificante es GRAS, entonces no hay límite de uso.

Los emulsificantes interaccionan con las grasas, colesterol, vitaminas en el torrente sanguíneo de cuerpo humano, por lo que podrían llegar a tener efectos hemolíticos.

El Estatus Legal de los emulsificantes es el siguiente:

**TABLA 4. ESTATUS LEGAL DE LOS EMULSIFICANTES**

NOMBRE GENÉRICO	U.S.A. (C.F.R.)	EUROPA (E.C.)	FAO/WHO	ADI	MEXICO
Mono y diglicéridos Monoesteratos de 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
Mono y diglicéridos Monoglicéridos destilados	184.1505 184.1505				
Monoglicéridos destilados acetilados	172.828	E472a	8.401		
Esteres de propilenglicol destilado de ácidos grasos	172.856	E477	8 431	0 -- 25	Los límites de uso dependen de la aplicación. Art. 202
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	No especificado	
Lecitina	184.1400	E322	8.376		
Monoglicérido succinilato	172.830	-	-	-	

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

FAO/WHO : Code of FAO/WHO, 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 Aceptable (mg/kg. peso corporal).

- ◆ Hablando de emulsificantes utilizados en la elaboración de sabores, la FDA los considera tanto ingredientes como aditivos alimentarios.
- ◆ Todos son GRAS

- ◆ La Legislación Mexicana los considera Aditivos Alimentarios de acuerdo a la Secretaría de Salud en el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. Título Vigésimo Tercero. Artículos 200 al 208.
- ◆ Los límites de aplicación BFP (Buenas Prácticas de Manufactura) o de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana del producto en que se aplique.
- ◆ La Comunidad Económica Europea los considera Aditivos Alimentarios.
- ◆ Límites de aplicación BFP.

### 3. CRITERIOS FISICOQUIMICOS DE SELECCION

Para decidir que emulsificante es el más apropiado para un producto, ha habido varios intentos para desarrollar sistemas para clasificar los emulsificantes de acuerdo a sus propiedades fisicoquímicas. El esquema de clasificación ha sido desarrollado considerando la solubilidad de los emulsificantes en aceite y/o agua (**Regla de Bancroft**), el radio de los grupos hidrofílicos y lipofílicos (**Número de HLB**), y su **geometría molecular**. Finalmente todas estas propiedades dependen de la estructura química del emulsificante y los esquemas de clasificación son relativamente cerrados

#### REGLA DE BANCROFT

Fue una de las primeras reglas empíricas desarrolladas para describir el tipo de emulsión que puede ser estabilizada por un emulsificante. La regla dice que la fase en la cual el emulsificante es más soluble formará la fase continua de una emulsión. Por lo tanto un emulsificante soluble en agua puede estabilizar emulsiones aceite en agua, mientras que un emulsificante soluble en aceite debe estabilizar emulsiones agua en aceite. Esta regla es aplicable a gran parte de los emulsificantes, aunque hay que considerar las siguientes excepciones; por ejemplo, muchas moléculas anfifílicas son altamente solubles en ambas fases, pero no forman emulsiones estables porque no hay una interfase particular activa o no protege las micelas

contra la agregación. La regla de Bancroft es un método empírico para clasificar a los emulsificantes encontrando la relación entre la estructura molecular de un emulsificante y su habilidad para formar una emulsión estable. (5)

### BALANCE HIDROFÍLICO-LIPOFÍLICO (HLB)

El HLB es un índice de predicción de la preferencia de un emulsificante determinado por el agua o por el aceite. A cada emulsificante se le asigna un valor de HLB de acuerdo a su estructura química. Una molécula con un alto valor de HLB tiene un radio grande de grupos hidrofílicos, es decir los emulsificantes con valor alto de HLB la molécula será más polar o hidrofílica (por lo general valores de 8 a 18), esto es que el emulsificante se disolverá preferentemente en agua, estabilizando emulsiones aceite en agua, formando micelas en agua. Entre más bajo sea el valor de HLB, la molécula será más no polar o hidrofóbica, (por lo general valores de 3 a 6), se disuelven preferentemente en aceites, estabilizando emulsiones agua en aceite y forma micelas invertidas en aceite.

Los emulsificantes con un valor intermedio de HLB (6 a 8), no tienen una preferencia particular y las emulsiones que forman tienden a ser muy inestables porque la tensión interfacial es muy baja y se necesita de muy poca energía para romper la membrana.

Las moléculas con valores debajo de 3 o arriba de 18 no tienen una interfase particular activa y tienden a acumularse en forma de agregados en la fase oleosa o en la fase acuosa por lo que no existe una protección contra la coalescencia.

La máxima estabilidad de las emulsiones es obtenida por una emulsión aceite en agua usando emulsificantes con un HLB alrededor de 10 a 12, los cuales son los ideales para estabilizar sabores con color en los que se busca que la aplicación en bebidas sea translúcida, o bien para integrar bases de sabor oleosas a un solvente acuoso. Los emulsificantes que caen dentro de estos intervalos son: ésteres de sorbitán etoxilados (sorbitán monolaurato, sorbitán monoestearato, sorbitán monooleato); ésteres de poliglicerol (monostearato de decaglicerina, distearato de decaglicerina, entre otros), algunos tipos de lecitinas, ésteres de monoglicéridos de ácido cítrico, ésteres de monoglicéridos de ácido diacetil tartárico (monoglicérido tartarilato), monoglicérido succinilato. (Ver tabla 2). Teóricamente estos son los emulsificantes que podrían usarse en la elaboración de sabores, sin embargo, en la práctica y los más comunes a usar en la industria de sabores, son los ésteres de sorbitán etoxilados y ésteres de poliglicerol. Además que hay otros que no están muy disponibles en el mercado, de lo cual se discutirá más adelante.

Es posible ajustar el valor de HLB efectivo usando la combinación de dos o más emulsificantes con diferentes valores de HLB.

El valor de HLB puede ser calculado conociendo el número y tipo de grupos hidrofílicos y lipofílicos que contienen las moléculas, o bien, pueden ser calculados por medidas experimentales de su punto de turbidez. Por lo general los valores de HLB de muchos emulsificantes, se pueden encontrar tabulados en la literatura. Un

método semiempírico para calcular el valor de HLB de los emulsificantes es el siguiente:

$$HLB = 7 + \Sigma(\text{número de grupos hidrofílicos}) - \Sigma(\text{número de grupos lipofílicos})$$

Una de las mayores desventajas del concepto de HLB es que no considera que las propiedades de los emulsificantes son alteradas por cambios de temperatura o condiciones de las soluciones. El concepto de HLB puede ser extendido para incluir efectos de temperatura por la determinación de números grupos en función de la Temperatura. (5).

Se han establecido diferentes fórmulas para calcular los números de HLB: a partir de datos de composición de los emulsificantes, pero pueden también determinarse experimentalmente, por ejemplo, a partir de medidas de aparición del punto de turbidez.

El número óptimo de HLB para formar una emulsión depende en cierta medida de la naturaleza del sistema que se trate, para los sabores en específico es, por lo general, un sistema aceite/agua.

De acuerdo a su número de HLB, los emulsificantes tienen diferentes funciones, y los que se aplican a alimentos y sabores son los que tienen los siguientes valores.

#### **VALOR DE HLB**

4.0 – 6.0

8.0 – 18.0

#### **FUNCION**

Emulsificante Agua/Aceite

Emulsificante Aceite/Agua

Esta escala de valores permite seleccionar el emulsificante adecuado para la aplicación que nos interesa. Como se puede observar los emulsificantes con valores de 8 a 18 de HLB pueden ser útiles para elaborar sabores con características Aceite/Agua, ya que la fase continua será la acuosa y la fase dispersa será la base de sabor que es de carácter lipofílico. Sin embargo, se ha comprobado que la máxima estabilización de emulsiones de sabor es con emulsificantes de valores de HLB de 10-12.

### GEOMETRIA MOLECULAR Y LA TEMPERATURA DE LA FASE DE INVERSION

La geometría molecular de un emulsificante puede ser descrita por un parámetro de empaquetamiento ( $p$ ). (5):

$$p = v / la_0$$

Donde  $v$  y  $l$  son el volumen y la longitud de la cola hidrofóbica y  $a_0$  es el área de la sección cruzada de la cabeza del grupo hidrofílico. Cuando las moléculas de los emulsificantes se asocian entre sí, tienden a formar monocapas que tienen una curvatura, la cual permite el mejor empaquetamiento de las moléculas. En esta óptima curvatura las monocapas tienen su menor energía libre y cualquier desviación de la curvatura requiere de mayor gasto de energía. La curvatura óptima ( $H_0$ ) de una monocapa depende del parámetro de empaquetamiento del emulsificante: para  $p = 1$ , las monocapas con curvatura cero ( $H_0 = 0$ ), son

preferidas; para  $p < 1$ , la óptima curvatura es convexa ( $H_0 < 0$ ); y para  $p > 1$ , la curvatura óptima es cóncava ( $H_0 > 0$ ).

Las consideraciones de la geometría simple indican que las micelas esféricas son formadas cuando  $p$  es menor de un tercio, las micelas no esféricas cuando  $p$  está entre un tercio y un medio y bicapas cuando  $p$  está entre un medio y uno. A valores de  $p$  arriba de uno, se forman micelas inversas en las cuales los grupos de las cabezas hidrofílicas son localizados en el interior (fuera del aceite) y los grupos de las colas hidrofóbicas son localizados en el exterior (en contacto con el aceite). El parámetro de empaquetamiento indica, por lo tanto, el tipo de asociación de coloides que una molécula de emulsificante forma en solución.

El parámetro de empaquetamiento es también usual porque cuenta con la dependencia de la temperatura de las propiedades fisicoquímicas de las soluciones de los emulsificantes, convertidas de un sistema micelar a un sistema micelar invertido o una emulsión aceite en agua cambia a una emulsión agua en aceite. A este fenómeno se le conoce como: Temperatura de la Fase de Inversión (PIT)(5).

## OTROS FACTORES FISICOQUIMICOS A CONSIDERAR

El esquema de clasificación mencionado anteriormente provee información acerca del tipo de emulsión que el emulsificante tiende a estabilizar (agua en aceite o aceite en agua), pero no provee acerca del tamaño de las micelas las cuales se van a formar durante la homogeneización, la cantidad de emulsificante requerida para formar una emulsión estable, o la estabilidad de las micelas de la emulsión una vez

formada. Dichos factores deben ser también considerados. La velocidad a la cual un emulsificante se adsorbe en la interfase de las gotas de la emulsión producidas durante la homogeneización determina el tamaño mínimo de micelas que pueden ser producidas: la rapidez del grado de adsorción, el tamaño más pequeño.

De los tres factores antes mencionados (regla de Bancroft, HLB y Geometría Molecular), el más utilizado para caracterizar al emulsificante en el caso de elaboración de sabores es el HLB. (3)

La concentración de emulsificante también es importante para tener una buena percepción del sabor. En el caso de ésteres de sorbitán etoxilados y ésteres de poliglicerol, el exceso de estos emulsificantes en el sabor puede disminuir la salida inicial de químicos volátiles o bien aportar un sabor extra (amargo y/o aceitoso) de la naturaleza del sabor.

## 4. CRITERIOS DE CALIDAD DE SELECCIÓN

Dentro de los aspectos de calidad a considerar se tienen los siguientes:

### ESPECIFICACIONES:

Las especificaciones de los emulsificantes contemplan parámetros distintos dependiendo la naturaleza y el estado físico del emulsificante. Los emulsificantes utilizados para sabores pueden ser líquidos, polvo, pasta, líquido viscoso.

Diffícilmente se pueden obtener emulsificantes 100% puros, por lo que es importante revisar pureza (cromatografía); que otros componentes tienen de más (grasas, azúcares, vitaminas, proteínas); aspectos fisicoquímicos para su análisis (densidad, refractometría); sensorial (olor, sabor, color).

Se pueden incluir dentro de las especificaciones el tipo de almacenaje que debe tener el emulsificante en específico. Para el caso de lecitinas por ejemplo influye también la cantidad a almacenar para el tipo de empaque adecuado que puede ser:

PESO DE LECITINA	TIPO DE EMPAQUE
6 GALONES	Cubetas de plástico
55 GALONES	Tambor de acero
2239 LIBRAS	Contenedores de cartón con polietilén

La forma de almacenar es por lo general: Manteniendo los empaques cerrados, en cuartos con poca humedad (en el caso de las lecitinas de soya y ésteres de sacarosa son muy hidrosfópicos); la temperatura en ocasiones no debe ser mayor a 25 grados centígrados. Si llegara a existir algún tipo en específico de almacenaje como refrigeración, no exponerlo a la luz o no estar cerca de materiales que puedan contaminar el emulsificante, tendría parte a considerar para la selección del emulsificante.

### CONFIABILIDAD DEL PROVEEDOR

En la mayoría de los casos los productos son de importación y los podemos conseguir por medio de distribuidores o incluso los que se fabrican en México deben siempre de ofrecer la calidad constante entre lote y lote, y asegurarnos que nos ofrezcan siempre el mismo producto, o en caso de ser combinaciones de emulsificantes que sean siempre las mismas cantidades. Acreditando a un proveedor o certificándolo nos puede dejar un paso más confiable para seleccionar sus productos.

## PROCESO

Los emulsificantes utilizados en sabores son muy solubles en agua, debido a su parte polar de la molécula. Para su uso, se pueden adicionar primero en su fase de sabor para que interactúe en primera instancia con la fase a dispersar y posteriormente agragar los solventes hidrosolubles. En ocasiones se pueden adicionar al final del proceso, dependiendo de la fuerza de emulsificación y de la cantidad de base de sabor final. Cabe señalar que es muy importante desarrollar una experimentación confiable antes de hacer un producto final. Para el caso de emulsificantes en polvo o pasta pueden llegar a calentarse hasta 160 F; tal vez más pero depende del emulsificante que se use y revisar hasta que temperatura puede desnaturalizarse.

## 5. OTROS CRITERIOS DE SELECCIÓN

### COSTOS

Invariablemente los costos son determinantes para la selección de emulsificantes.

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

### DISPONIBILIDAD EN EL MERCADO

En México hay muy poca disponibilidad de los emulsificantes mencionados en la Tabla No. 2, la mayoría de ellos son productos de importación y en ocasiones las demandas de un producto en específico son bajas por lo que hace difícil conseguir los materiales.

Japón, China y Singapore son productores mundiales número uno en emulsificantes, seguidos de Estados Unidos, Canadá, Alemania e Inglaterra.

## TIPO DE APLICACIÓN DE PRODUCTO FINAL

Los productos a los que se pueden aplicar los sabores con emulsificantes pueden ser:

- ◆ Bebidas translúcidas con o sin color.
- ◆ Bebidas turbias con o sin color.
- ◆ Bebidas carbonatadas.
- ◆ Bebidas con jugo (comúnmente de cítricos).
- ◆ Bebidas lácteas con color.
- ◆ Helados y sorbetes.
- ◆ Gelatinas translúcidas con o sin color.
- ◆ Jarabes para rellenos de confitería o grageado.
- ◆ Sabores especiales (refrescantes, picantes) para todas las aplicaciones antes mencionadas.

## PRUEBAS DE ESTABILIDAD

Una aplicación o un sabor siempre debe estar bajo condiciones de estabilidad para conocer su eficiencia. Debe considerarse:

- ◆ Interacción nula con material de empaque.
- ◆ Mínima pérdida del impacto de sabor inicial.
- ◆ Conservación del perfil de sabor.

- ◆ Nula precipitación o presentación de flóculos.
- ◆ Nula precipitación del color.
- ◆ Conservación de notas especiales del sabor (frescura, pungencia).

### CANTIDAD REQUERIDA

La cantidad requerida de emulsificante para estabilizar una emulsión depende del total del área de la interfase de las micelas, así como el área de la interfase cubierta por unidad de masa del emulsificante. La magnitud y el grado de interacciones repulsivas generados por una capa interfacial del emulsificante, así como la viscoelasticidad determinan la estabilidad de la emulsión.

### PROPIEDADES SINERGETICAS O ADICIONALES DE LOS EMULSIFICANTES

Las características adicionales que puedan brindar los emulsificantes utilizados para saborizantes son muy importantes ya que estos serán un criterio considerable para sustituir o eliminar un emulsificante seleccionado.

Los emulsificantes con valor de HLB de 12 a 17 pueden crear ciertos problemas como la formación de espuma durante la agitación con el sabor, cuando las cantidades son arriba del 5%. Generalmente los siguientes emulsificantes pueden causar este problema:

- ◆ decaglicerina distearato (HLB 11.0)
- ◆ decaglicerina monooleato (HLB 14.0)
- ◆ decaglicerina monolaurato (HLB 15.5)
- ◆ decaglicerina monoestearato (HLB 12.0)
- ◆ ésteres de sacarosa (HLB 11.0-16.0)
- ◆ ésteres de sorbitán etoxilados de ácidos grasos (HLB 10.5 A 16.7)

Respecto a características sinérgicas se tienen casos especiales como los ésteres de sacarosa los cuales pueden ser de efectos antibacteriales: se ha reportado que el monolaurato de sacarosa puede inhibir el crecimiento de *Escherichia coli*. Los ésteres de sacarosa son efectivos contra *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus coagulans*, *Desulfotomaculum nigrificans* o la espora anaeróbica de varios tipos de *Clostridium*. La cantidad requerida de efectos antibacterianos de los ésteres de sacarosa es mínima; (de 100 a 400 ppm).

Algunos emulsificantes como los monoglicéridos de ácido cítrico, monoglicérido de ácido succínico y monoglicérido de ácido tartárico llegan a tener propiedades sinérgicas con algunos antioxidantes. (4,10).

## CRITERIOS MODERNOS DE Selección

En algunas ocasiones el cálculo del HLB basado en la fórmula molecular causa problemas ya que la mayoría de las veces no se obtienen moléculas 100% puras, pero habiendo compuestos análogos como los ésteres se puede calcular y aproximar el valor de HLB.

Existen técnicas estadísticas que requieren de diseños factoriales, en donde todas las variables son cambiadas simultáneamente. Esto puede ayudar a seleccionar el emulsificante apropiado para una aplicación particular y el trabajo experimental del laboratorio puede reducirse notablemente.

La disponibilidad de programas de computadoras han sido usados para encontrar las posibles combinaciones a través de diseños experimentales con poca realización de experimentos. (6).

## **DISCUSION.**

La importancia de selección del emulsificante adecuado en la elaboración de sabores cae directamente en la obtención de un producto aceptable por el consumidor, en lo cual se encuentra involucrado la calidad, las buenas practicas de manufactura y aseguramiento de un producto apto para consumir, donde invariablemente se cuida la salud del consumidor.

En esta ocasión se enfoca a la elaboración de sabor, lo cual es parte importante de la aceptación del producto. El sistema de calidad, la vida de anaquel, los costos, la compatibilidad con los componentes del sabor, el almacenaje, las condiciones de uso y el tipo de aplicación a la que se destina el sabor, son algunos de los criterios que se consideran para la selección de emulsificantes en la elaboración de sabores.

Los emulsificantes son aditivos alimentarios que actúan en la superficie o interfase del sistema reduciendo la tensión superficial, lo cual permite que se establezca un sistema termodinámicamente estable. Los emulsificantes son moléculas anfifílicas, es decir que tienen una parte de su estructura polar y una no polar, y también actúan en la interfase para reducir la tensión superficial de dos sistemas no compatibles entre sí. Estos aditivos se utilizan en la elaboración de sabores ya sea para integrar dos fases (aceite en agua), para mejorar la solubilidad, para encapsular sabores o para proteger ciertos compuestos aromáticos en los que no se quiere que interactúe o se pierdan en la aplicación final o en la vida de anaquel tanto del sabor como del producto final.

Una emulsión es un sistema heterogéneo de dos o más fases inmiscibles entre sí, termodinámicamente inestables, dispersas en partículas o micelas que pueden llegar a causar la inestabilidad. Los emulsificantes aumentan el área de contacto total entre ambas fases permitiendo tener un sistema más estable. La representación de este sistema puede hacerse por medio de formación de micelas, vesículas y micelas invertidas. Todas estas estructuras se forman dependiendo de la naturaleza del emulsificante, el cual puede tener una parte polar o hidrofílica y una no polar o hidrofóbica, cada una asociándose a su capa compatible y formando una unión de sistemas.

De acuerdo a la clasificación de emulsificantes, los más utilizados en alimentos son los no iónicos, en los que las moléculas se encargan de estabilizar el sistema mediante la formación de una capa o formación de interfase. Por ser utilizados en alimentos, son también los elegidos para la elaboración de sabores en donde se quiere que la fase dispersa sea la base de sabor y la dispersante el medio acuoso (emulsión aceite en agua, O/W). Por otro lado, de utilizar algún otro emulsificante, iónico por ejemplo, se estaría hablando de detergentes, bactericidas, ya que éstos son sales cuaternarias que además pueden causar problemas de reacciones con los componentes del sabor.

Un sabor puede estar compuesto por: 1) base de sabor (mezcla de químicos aromáticos, aceites esenciales, oleorresinas); 2) solvente (agua, alcohol etílico, alcohol benzílico, propilenglicol, triacetina, aceites vegetales, glicerina); 3) colorantes naturales o artificiales (FDyC = Food, Drug and Cosmetic). De aquí se observa la diferencia de compatibilidades de algunos de los componentes, principalmente de

bases de sabor, solventes y colorantes. Las bases de sabor por lo general tienen gran afinidad por los solventes liposolubles como la triacetina o aceites vegetales, sin embargo, hay ciertos componentes volátiles que son afines a soluciones acuosas (agua, etanol) por lo general alcoholes, ésteres, cetonas, aldehídos, incluso hay aromáticos que son aún más liposolubles que otros o bien que tienen un límite de solución en determinado solvente como son: terpenos (d-limonene, mircene, cubineol, etcétera), pirazinas (alkilpirazinas, hidroxipirazinas, piridinas), aromáticos de naturaleza sólida (maltol, isomaltol, vainillina, etilvainillina, raspberry ketone, ciclotene, etcétera), resinas (tulu balsam, benzoin), por mencionar solo algunos de los miles de compuestos aromáticos que existen disponibles para la elaboración de sabores.

Por lo antes mencionado, se puede quedar una clara idea que en más de una ocasión es necesaria la aplicación de emulsificantes para estabilizar por un lado el sabor, haciendo que disperse las moléculas lipofílicas en el sistema acuoso, estabilizarlo y al ser aplicado diluir esa misma estabilización; y por otro para que éste sea compatible con el tipo de alimento al que se aplicará el sabor lo cual puede ser desde una bebida, un caramelo, un yogurt, un malvavisco, relleno para goma de mascar, una gelatina, etcétera.

Como en otros productos o para otros aditivos, en los criterios de selección de emulsificantes para saborizantes se consideran el conjunto de varios criterios, difíciles de separar o de dar por alto algunos de ellos, para la selección se hacen las propuestas siguientes esperando sirvan como una especie de guía para trabajos posteriores.

1. Criterios teóricos de selección. Dentro de estos criterios se consideraron aspectos generales de los emulsificantes desde su estructura química hasta sus funciones como tales. Se puede partir de una tabla para la selección de emulsificantes seleccionando aquellos que se recomiendan para la elaboración de sabores, sin embargo, hay muchos emulsificantes que no se especifican que puedan servir para elaborar saborizantes y que tienen varias características para cumplir con esta función. La diversidad de emulsificantes puede ser muy amplia ya que se parte de cadenas de varios ácidos grasos, de varios tipos de esterificaciones y de mezclas de éstos entre sí.

La primera función a considerar es la de emulsificar el sistema requerido para elaborar saborizantes, el cual es aceite en Agua (O/W), en donde la base de sabor es la fase dispersa y los solventes o la aplicación final la fase dispersante.

a) Estructura química. Analizar su estructura química servirá para verificar que tan estable es la molécula y que probables interacciones podrán tener el emulsificante con los componentes de la base de sabor; la Temperatura y el pH que resisten antes de su desnaturalización y así determinar sus límites de uso.

El contenido de otros componentes como azúcares, proteínas, vitaminas, solventes (alcohol, propilenglicol), también pueden verificarse para evitar problemas en un saborizante final.

b) Compatibilidad con otros ingredientes. Este punto en sabores es bien importante ya que se está hablando de muchos químicos aromáticos y diversas sustancia que

pueden interactuar entre sí y que por lo tanto sea seguro que el emulsificante solo cumpla su función y no más. Para el caso de sabores con contenido alto de ácidos grasos podría resultar muy práctico utilizar monoglicérido de ácido cítrico, monoglicérido de ácido tartárico, ya que estos son resistentes a pH ácidos y no desnaturalizan al emulsificante. En el caso de la lecitina de soya propuesta puede resultar difícil su uso ya que como se observó ésta contiene algunos metales como magnesio, calcio y hierro y podrían causar problemas de decoloración en sabores con color. También contienen algunos azúcares que pueden causar reacciones indeseables con los componentes del sabor, así como las aminas de los fosfolípidos con los componentes del sabor.

c) Su facilidad de manejo y dispersión. A niveles industriales se requiere de cierta facilidad de manejo para elaborar un sabor. Por lo general el Laboratorio de Desarrollo es el encargado de indicar cómo y en qué proceso se debe utilizar el emulsificante.

d) La Retención de sabor, es decir, que no intervenga en el impacto inicial de sabor, que no baje notas originales de sabor y que no imparta notas extras al saborizante. Algunos de los emulsificantes como los ésteres de Sorbitán etoxilados aportan un sabor amargo extra que en altas concentraciones es perceptible por los consumidores, así también el resto de ellos pueden aportar un sabor graso extra que puede ser desagradable. Cabe señalar que en aplicaciones acuosas como bebidas,

gelatinas y jarabes el sabor extra del emulsificante por exceso de dosis es muy delatable.

2. Estatus legal. Se debe brindar al consumidor un aditivo seguro para su consumo; se debe considerar para que país esta destinado y acatarse a la Normas de ese país. Respecto a los emulsificantes utilizados en sabores todos son aprobados por la FDA, GRAS, aprobados en México. (Ver tabla 4). Al menos los que están propuestos en la Tabla No. 2, han sido sometidos a pruebas para aceptarse como aditivos alimentarios.

3. Criterios Físicoquímicos de Selección: Respecto a los aspectos fisicoquímicos de selección de emulsificantes para sabores uno de los más importantes y utilizado 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 considera el total de números de grupos hidrofílicos y grupos 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 a estos valores tienen la función de emulsificar ya sea un sistema O/W o W/O. Dada la afinidad de la base de sabor por la fase lipofílica, y donde el sabor se requiere de naturaleza hidrofílica, la emulsión buscada es O/W. Se debe buscar un sistema que emulsifique la base de sabor en pequeñas micelas en solventes de carácter hidrofílico como son alcohol, propilenglicol o incluso agua cuando el sabor es con color. Para sabores con color son ideales los emulsificantes

con valores de HLB de 10 a 12. Esto indica que la emulsión formada será del tipo O/W y la emulsión tendrá una máxima estabilidad. La acción que tienen en estos casos los emulsificantes es que la tensión superficial del agua la reducen y la tensión superficial del aceite la aumentan formando una interfase entre ambas fases y logrando un equilibrio en el sistema. El caso de Solubilización de estos emulsificantes es mediante la formación de micelas de emulsificante, en los cuales queda englobado el material insoluble que es la base de sabor.

Los emulsificantes con valores de HLB de 6 a 8 pueden ser utilizados en la elaboración de sabores tales como tetraglicerol monoestearato (HLB 5.6), tetraglicerol monooleato (HLB 6.3), diglicerina monooleato (HLB 7.5), diglicerina monolaurato (HLB 8), éster de ácido cítrico (HLB 8), monoglicérido lactilato (HLB 7.5), sorbitán monopalmitato (HLB 6.7). Teóricamente forman emulsiones O/W, sin embargo está reportado que los emulsificantes con valores de 6 a 8 no tienen una preferencia particular para la formación de emulsión y las emulsiones que forman son inestables por que la tensión interfacial es muy baja, por lo que se necesita de poca energía para romper el sistema. En este caso pueden ser útiles si se combinan con otros emulsificantes de HLB más alto como los ésteres de sorbitán etoxilados o ésteres de sacarosa.

Se reporta que la máxima estabilidad de las emulsiones se logra con emulsificantes de valores de HLB de 10 a 12 y dentro de este intervalo caen los siguientes emulsificantes: Decaglicerina monoestearato (HLB 12), decaglicerina distearato (HLB 11), monoglicérido tartarilato (HLB 10), Sorbitán triestearato (HLB 10.5) y Sorbitán trioleato (HLB 11). Aunque algunos de ellos no son aplicados a sabores

éstos no se descartan de la posibilidad de funcionar en el sistema. Independientemente de que en teoría se puedan utilizar, deben de hacerse pruebas de laboratorio para determinar su efectividad, concentración y tipos de sabores en los que sí funciona el emulsificante seleccionado.

El resto de los emulsificantes que quedan en los intervalos de HLB de 12 a 16.7 pueden utilizarse para la elaboración de sabores pero habrá que determinar su concentración y los tipos de sabores en los que funciona cada uno de ellos.

Otros métodos de clasificación han sido estudiados pero no resultan prácticos en la selección del emulsificante. Estos son: Geometría Molecular y Regla de Bancroft.

4. Criterios de Calidad: Las Especificaciones marcarán parámetros de análisis de los emulsificantes así como sus condiciones de almacenamiento y manejo. Por lo general los emulsificantes deben mantenerse en empaques cerrados libres de humedad, luz y temperaturas altas. Así también lejos de materiales que puedan contaminarlos por aromas. Los ésteres de Sacarosa y las lecitinas especialmente son altamente higroscópicas por lo que es muy importante controlar la humedad de su almacenamiento.

a) Su vida de anaquel. Por lo general en producción se tiene cierto stock de materia prima y en ocasiones resulta más barato comprar grandes cantidades que tan solo unos kilos, y esto debe considerarse para saber cuánto va a durar el emulsificante como materia prima y en que condiciones debe almacenarse, (contra luz, refrigeración, sin cámaras de oxígeno).

b) Confiabilidad del proveedor. Esto es bien importante ya que mediante la certificación del emulsificante, su especificación y su MSDS, nos garantiza que siempre vamos a tener una materia prima de calidad. Así mismo garantizamos que el emulsificante es siempre el mismo.

Consistencia y calidad entre lote y lote. Se refiere también a la confiabilidad del proveedor. La calidad debe ser constante.

c) Su proceso. Para una buena funcionalidad del emulsificante el proceso es parte esencial. Los emulsificantes como los sorbitan monolaurato, sorbitan triestearato, se adicionan en la parte del sabor o en la oleosa, o en la fase que se busca proteger; o bien deben ir primero en la fase acuosa como los ésteres de ácidos orgánicos de monoglicéridos. En donde el emulsificante es poco soluble en fase oleosa y tiene mayor compatibilidad con la fase acuosa. Las consideraciones hacia el proceso (método de incorporación, propiedades funcionales especiales, tipo de proceso, condiciones de proceso, compatibilidad con otros componentes de los alimentos y posible sinergia con otros emulsificantes u otros aditivos como antioxidantes). El método de incorporación del emulsificante es de suma importancia para obtener una máxima funcionalidad en el sabor así como sus condiciones de proceso para no desnaturalizar al emulsificante y romper con la estabilidad de la emulsión.

6. Otros criterios de selección: Siendo muy difícil la clasificación exacta de criterios de selección se propone un general que abarca aspectos importantes como los siguientes:

- a) Su costo. Muchas veces el sabor está limitado a cierto costo que pide el cliente. Como en muchas ocasiones se pide algo bueno, bonito y barato. Las proporciones pueden llegar a ser relativamente altas y el costo del producto final debe de cuidarse, además hay que considerar que en ocasiones se adiciona un costo extra por manufactura del sabor o por embarque del emulsificante si es del extranjero. 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 arriba de un solvente (propilenglicol, alcohol etílico, alcohol bencílico).
- b) Disponibilidad. 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. Especialmente para emulsificantes para sabores en México está muy limitada la disponibilidad de ciertos emulsificantes como son los ésteres de poliglicerol de ácidos grasos, algunos ésteres de monoglicéridos de ácidos grasos. Las empresas que los producen son generalmente Koreanas, Chinas, Japonesas.
- c) La aplicación a la que va destinado el sabor, consideraciones hacia el producto final (tipo de empaque y condiciones de almacenamiento). De aquí, las propiedades ópticas y la apariencia juegan un papel importante. No se puede aplicar por ejemplo una emulsión de naranja para bebida a un caramelo duro, o

bien un sabor muy refrescante para goma de mascar a una bebida translúcida con color. La emulsión aplicada depende de las condiciones requeridas del producto y de lo que se busque dar con la emulsión lo cual puede ser:

- ◆ Sabor, color y turbidez.
- ◆ Sabor y color. Para alimentos translúcidos, (bebidas y gelatinas). Generalmente ésteres de poliglicerol, ésteres de sorbitan etoxilados, ésteres de monoglicéridos de ácidos grasos y ésteres de sorbitán de ácidos grasos.
- ◆ Sabor y color. Para confitería. Coberturas, Malvaviscos, Glaseados. Pueden ser ésteres de sorbitán etoxilados.
- ◆ Sabores especiales (refrescante o picantes) para confitería. Gomas de mascar, caramelo suave, caramelo duro. Muy efectivo el sorbitán trioleato.
- ◆ Sabores cítricos hidrosolubles. En donde se aplican a bebidas o gelatinas. Resultan efectivos los emulsificantes con HLB de 10 a 12 como son decaglicerina monoestearato (HLB 12), decaglicerina distearato (HLB 11), monoglicérido tartarilatado (HLB 10), sorbitán triestearato (HLB 10.5) y sorbitán trioleato (HLB 11).
- ◆ Sabores muy concentrados para confitería. Donde los ésteres de sorbitán etoxilados pueden resultar efectivos en el control de reacciones de los aromáticos o en la pérdida de compuestos volátiles durante el almacenaje del sabor.
- ◆ Sabores que se encuentran en medios acuosos como lavados de cítricos o los llamados aromas, que quieran emplearse en confitería. Este caso especial puede resultar poco práctico ya que las dosis en el caramelo o goma de mascar sería muy alta para alcanzar el perfil deseado, sin embargo puede hacerse.

- d) Pruebas de estabilidad: Vida de anaquel estimada y propiedades fisicoquímicas del producto final. Esto es porque las emulsiones pueden ser susceptibles a cambios de pH y Temperaturas, así mismo los emulsificantes pueden desnaturalizarse por estos factores y perder total o parcialmente su función en el sabor.
- e) Cantidad requerida: Niveles de uso. Invariablemente este factor depende de la emulsión en específico que se vaya a elaborar. Puede haber una formulación estándar, pero las condiciones de cada sistema llegan a ser diferentes.
- f) La concentración de sabor también es importante para determinar la cantidad del emulsificante que se va a utilizar, ya que como se observó anteriormente los sistemas O/W, requieren adicionarse primero al sabor, y depende de éste la cantidad de emulsificante que vaya a formar la interfase para la estabilización.
- g) Propiedades Sinérgicas o adicionales de los emulsificantes: La función más importante que no hay que perder de vista es la emulsificación de la base de sabor con la fase acuosa o hidrosoluble, sin embargo, si éstos pueden aportar algo extra para bien puede considerarse, tal es el caso de los ésteres de sacarosa que de 100 a 400 ppm pueden tener efecto antibacterial. Puede ser importante si la aplicación final es en productos de bebidas lácteas enlatadas o si se van a saborizar frutas o mermeladas o sopas enlatadas, en donde el

*Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium thermoaceticum* puede estar presente.

- h) Efectos sinérgicos con antioxidantes como los tienen los monoglicéridos de ácido cítrico, succínico y tartárico, también pueden ayudar mucho en el caso de sabores cítricos con aceites esenciales de frutos cítricos como naranja, limón, mandarina y toronja. En donde los terpenos son los componentes más sensibles a la oxidación.

La formación de espuma de algunos emulsificantes como los ésteres de sorbitán etoxilados puede ser una limitante para el nivel de uso en sabores con color ya que no es recomendable en ocasiones que durante la agitación del saborizante se produzca mucha espuma y abarque más volumen del que se tenía previsto en el recipiente lo que implica una mala práctica de manufactura; o un rendimiento final no previsto por lo que se queda en emulsión con la espuma.

- i) Criterios Modernos de selección. Invariablemente hay que hacer uso de ellos, programas por computadoras de Diseños experimentales factoriales. Puede resultar muy práctico y ahorrar tiempo de experimentación, sin embargo, hay que recordar que estamos hablando de sistemas muy diferentes por lo que implica la naturaleza, cantidad y reacción de los materiales de la base de sabor (químicos aromáticos), así como la aplicación final destinada; así es que la experimentación no puede eliminarse del todo. Habrá emulsificantes que resulten excelentes integrantes de saborizantes cítricos pero tal vez no funcionen de la misma forma en sabores clásicos de vainilla, chocolate o nuez; o tal vez en algunos frutales como fresa, plátano o cereza.

## CONCLUSIONES.

Los criterios que se consideran para la selección de emulsificantes utilizados en la elaboración de saborizantes aquí propuestos son los siguientes:

- ◆ Emulsificantes que integren fase aceite en agua (O/W).
- ◆ Características químicas y especificaciones de cada emulsificante.
- ◆ Compatibilidad y posibles interacciones con el sabor. Las cuales no deben ser desfavorables para la base de sabor.
- ◆ Estatus legal.
- ◆ Balance hidrofílico lipofílico (HLB) del emulsificante. (Valores de 5.6 a 16.0).
- ◆ Aspectos de Calidad.
- ◆ Costos.
- ◆ Disponibilidad en el mercado.
- ◆ Aplicación a la que se va a destinar el sabor.
- ◆ Niveles de uso.
- ◆ Concentración de sabor.

## 6. BIBLIOGRAFIA.

1. Bowers, Jane. FOOD, THEORY AND APPLICATIONS. 2<sup>nd</sup>, Edition. Macmillan Publishing Co. New York (1992). Pps.45-55.
2. Gary, Reineccius. SOURCE BOOK OF FLAVORS. 2<sup>nd</sup>. Edition. Chapman and Hall. New York (1981). Pps. 572-579, 605-620.
3. Heat, Henry B.y Bush Boake Allen. SOURCE BOOK OF FLAVORS. The AVI Publishing Co. Connecticut U.S.A. (1992). Pps.522,523.
4. <http://www.riken-vita.co.jp/int/emuls/index.htm> (RIKEN Co.).
5. McClements, David Julian. FOOD EMULSIONS: PRINCIPLES, PRACTICE AND TECHNIQUES. CRC Press. U.S.A. (1999)
6. T. E. Furia. HANDBOOK OF FOOD ADDITIVES. 2<sup>ND</sup>. Eddition. CRC Press. Palo Alto, California. (1972). Pps. 404,405,408,409.
7. Varnam, Alan and Sutherland. BEVERAGES (TECHNOLOGY, CHEMISTRY AND MICROBIOLOGY). Vol. 2. Chapman and Hall. Great Britain (1994). Pps.90,91,116,117.
8. Valdés-Buratti, L.A. "Guía para seleccionar el Hidrocoloide adecuado". Tecnología de Alimentos (México). Vol. 25, No. 4. Pps. 16-18.
9. [www.kwangilfood.co.kr/eng/product/p1/pe1-3.htm](http://www.kwangilfood.co.kr/eng/product/p1/pe1-3.htm) (KWANG IL CO.LTD)
10. [www.ise.co.kr/viewproduct\\_e.html](http://www.ise.co.kr/viewproduct_e.html) (IL SHIN EMULSIFIER Co.,Ltd.).