



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**ASPECTOS FUNDAMENTALES EN LA  
ELABORACION DE EMULSIONES PARA BEBIDAS**

TRABAJO ESCRITO VIA CURSOS  
DE EDUCACION CONTINUA QUE  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICA DE ALIMENTOS  
PRESENTA LIDIA MARTINEZ BELLO

MEXICO, D.F.



AÑO 2006



EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUÍMICA

Página 1

M. 93884



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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:** Prof. Pedro Valle Vega  
**Vocal:** Prof. Marcos Francisco Báez Fernández  
**Secretario:** Prof. Lucia Cornejo Barrera  
**1er Secretario:** Prof. María de Lourdes Gómez Ríos  
**2do Secretario:** Prof. Zoila Nieto Villalobos

**ASESOR**

**M. en C. LUCIA CORNEJO BARRERA**



---

**SUSTENTANTE**

**LIDIA MARTÍNEZ BELLO**



---

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Dios por haberme dado la vida, inteligencia para buscar metas y alcanzar logros permitiéndome tener y disfrutar las satisfacciones y fracasos que me han dejado enseñanza en mi vida.*

*A mis padres, por ser los mejores padres del mundo, tan sensibles e inteligentes y por haberme dado ejemplos de vida tan valiosos como el amor a la vida, a la familia, al trabajo, y por haber construido juntos la familia que quiero, respeto y que está en mi corazón y en mi mente en cada momento de mi vida . ¡Gracias Papi!, que desde donde estás se que nos cuidas y velas por nosotros, a ti Mami ¡gracias! por todo el amor que nos das, la confianza, apoyo y sobre todo la fortaleza de seguir adelante en lo próspero y lo adverso; los quiero.*

*A mis hermanas Luz Ma y Zita por ser mujeres ejemplares, inteligentes, trabajadoras, con fortaleza, excelentes madres y esposas y con gran iniciativa. Gracias por tantos apoyos que he recibido de ustedes y todas las muestras de cariño recibidas de las dos, las quiero, las respeto y admiro. ¡Gracias!*

*A mis hermanos Eduardo y Primo porque me enseñaron a definirme como profesionalista y a valorar el trabajo; gracias por su apoyo, comprensión y cariño, que me han demostrado; los quiero mucho, los admiro y respeto. ¡Gracias!*

*A mis cuñadas y cuñados Ruth, Blanca, Javier y Ramón; gracias por su cariño y amor, cuidado, lealtad a la familia, compañía, paciencia, por acudir a darme su apoyo en momentos de alegría y tristeza, los quiero mucho, los respeto y ¡Muchas Gracias!*

*A mis sobrinas y sobrinos, Mariana, Fernanda, Eduardo, Edgar, Isaac, Eric, Ulises, Rodrigo y Ricardo, porque con su llegada a este mundo en cada uno de ustedes experimenté una nueva forma de dar amor, cariño, comprensión, tolerancia y sobre la dicha de formar parte de la misma familia, los admiro y quiero mucho .*

*A mis Amigas Susana, Lorena y Diana, ¡gracias! porque en cada momento importante de mi vida siempre están presentes dándome su apoyo, comprensión y sus consejos aun estando en desacuerdo conmigo. Las quiero; ¡Gracias amigas!*

*A mis Profesores y amigos de la Facultad; gracias por su gran apoyo, comprensión y solidaridad en algún momento de mi vida como estudiante, ¡Muchas gracias!*

*A mis compañeros de trabajo por trasmitirme sus experiencias profesionales y por todo su apoyo en el trabajo. ¡Gracias!*

*A todos los que se han cruzado en mi vida, que he querido y me han querido dejándome una enseñanza y una huella en mi vida ¡Gracias!*

*Uno se hace ilusiones que luego se pierden;*

*las ilusiones están hechas para ser perdidas una a una .*

*¿Y si no tienes ilusiones?*

*Si no tienes ilusiones, invéntalas,*

*debes tratar de tener siempre muchas ilusiones,*

*para que te puedas dar el lujo de perder una cada día.*

**Pita Amor**

## **ÍNDICE**

Introducción.....	7
Objetivo.....	7
<b>1.- Definición de bebida.....</b>	<b>8</b>
1.1. Clasificación de bebidas.....	9
1.1.1. Bebidas alcohólicas.....	9
1.1.2 .Bebidas no alcohólicas.....	10
1.1.2.1 Bebidas carbonatadas.....	11
1.1.2.2 Bebidas no carbonatadas.....	12
1.1.2.3 Bebidas en polvo.....	13
1.1.2.4 Bebidas deportivas, enriquecidas y nutraceuticas.....	14
1.2 Formula típica de una bebida.....	15
<b>2.- Definición de emulsión.....</b>	<b>16</b>
<b>3.- Definición de Emulsificante .....</b>	<b>18</b>
3.1 Clasificación de emulsificantes.....	19
3.1.1 Catiónicos.....	20
3.1.2 Aniónicos.....	20
3.1.3 No iónicos.....	20
3.1.4 Anfotéricos .....	20

<b>4.- Función de los emulsificantes.....</b>	<b>21</b>
<b>5.- Propiedades de las emulsiones.....</b>	<b>23</b>
<b>6.- Clasificación de las emulsiones para bebidas.....</b>	<b>25</b>
<b>7.- Elaboración de una emulsión para bebidas.....</b>	<b>26</b>
7.1. Ingredientes empleados en la elaboración de una emulsión para bebidas.....	26
7.2. Definición y características de cada Ingrediente.....	26
7.3. Diagrama de elaboración de una emulsión para bebidas.....	41
7.4. Preparación de fases para la elaboración de emulsiones para bebidas.....	42
<b>8.- Estabilización de emulsiones para bebidas .....</b>	<b>51</b>
<b>9.- Factores que afectan la estabilidad de las emulsiones.....</b>	<b>53</b>
<b>10.- Desestabilización de una emulsión.....</b>	<b>56</b>
10.1. Cremado.....	58
10.2. Floculación.....	58
10.3. Coalescencia.....	60
<b>11.- Parámetros fisicoquímicos para el control de una emulsión.....</b>	<b>61</b>
<b>12.- Pruebas de funcionalidad.....</b>	<b>63</b>
<b>14.- Conclusiones.....</b>	<b>64</b>
<b>15.- Bibliografía.....</b>	<b>65</b>

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años la industria de bebidas, ha tenido un gran repunte en el gusto de los consumidores, los cuales buscan en las bebidas ciertas características como son sabores, olores y colores con una tendencia a lo natural. Las características antes mencionadas se obtienen de los concentrados para bebidas, los cuales se pueden clasificar en mezclas, las cuales pueden ser con color y/o claras, polvos, extracciones y emulsiones. Para lograr obtener concentrados con las características que a los consumidores les interesan es necesario utilizar materias primas de alta calidad, que cumplan con las normas oficiales mexicanas e internacionales. Los concentrados de tipo emulsión aparte de dar las características de color, sabor, olor, también imparten turbidez y cuerpo a la bebida; este tipo de concentrados tipo emulsión se aplican principalmente para sabores cítrico (limón, naranja, toronja, mandarina) y otros como (mango, piña y tamarindo).

En la elaboración de emulsiones para bebidas es necesario establecer técnicas especializadas para su producción, asegurando su calidad, cumpliendo con las cantidades adecuadas de materias primas, como agentes de peso, emulsificantes, y propiedades de reconstitución como: solubilidad, viscosidad, dispersión, humectabilidad, homogeneización.

Las exigencias de los consumidores en la actualidad ha cambiado, debido a que los individuos han puesto su atención en el cuidado de su salud, consumiendo productos que le permitan conservarla y mejorarla, para obtener una mejor calidad de vida.

## **OBJETIVO**

Dar a conocer los principales conceptos en la elaboración de emulsiones aplicadas a diferentes tipos de bebidas.

## **1.-DEFINICIÓN DE BEBIDAS**

El término de bebida refrescante (soft drinks) está abierto de diversas interpretaciones, en su más amplia acepción el término engloba a las bebidas sin alcohol, esta definición excluye a los zumos y a los néctares de fruta, los cuales se describen comúnmente como refrescos.

Históricamente, las bebidas refrescantes derivan de dos fuentes principales, de las aguas minerales con gas y aromatizadas con fruta.

A continuación se dan algunas definiciones a diferentes clases de bebidas refrescantes.

**Soft drinks.**- Cualquier líquido destinado a la venta para el consumo humano, ya sea sin diluir o previa dilución, quedando excluidos agua, leche, té, café, preparados lácteos, sopas, zumos de hortalizas y bebidas alcohólicas.

**Squash.**- Refresco que contiene zumo de fruta y que no es un refresco que contiene fruta (ver más abajo), que se destina al consumo tras su dilución. El contenido mínimo en fruta varía del 10 al 25% dependiendo de los tipos.

**Crush.**- Refresco que contienen zumo de fruta, destinado al consumo sin dilución previa, e incluye cualquier cordial (ver más abajo) que se destine al consumo sin dilución. El contenido mínimo en fruta varía, según los tipos del 3 al 5 %.

**Comminuted Citrus Drink.**- Refresco que contiene fruta y es obtenido por un proceso que conlleva la trituración de cítricos enteros. El contenido mínimo en fruta varía del 7 al 10 % para los zumos que se consumen tras ser diluidos, y del 1.5 al 10 % para los zumos que se consumen sin diluir.

**Limonade y otras fruti-ades.**- Bebidas refrescantes que no alcanzan el mínimo contenido en frutas exigido. Las etiquetas no pueden incluir ilustraciones de frutas.

**Cordials.**- Este término no tiene un significado en general, pero se puede aplicar a cualquier squash o crush claro de cítricos. (5)

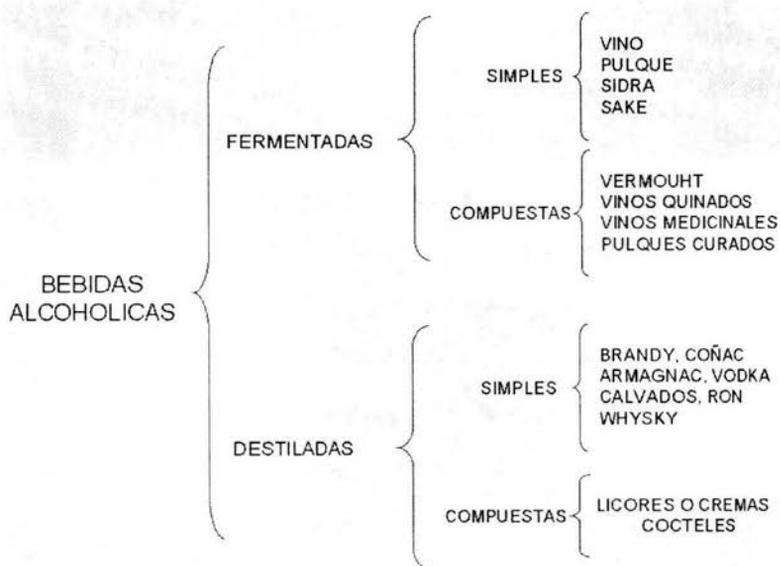
## 1.1.-CLASIFICACIÓN DE BEBIDAS

Existe una gran variedad de bebidas, clasificadas en dos grandes grupos principales que son:

### ALCOHÓLICAS Y NO ALCOHÓLICAS.

1.1.1-Las bebidas Alcohólicas son aquellas que resultan de la fermentación alcohólica de soluciones azucaradas que sirve como nutriente, por especies como es la levadura *Sacharomyces*. La fuente de azúcar en el líquido varía con la naturaleza de la bebida. En algunas bebidas, como los vinos hechos de uva, el azúcar está presente en la materia prima; en otras está formado por la hidrólisis de polisacáridos de la materia prima. El denominado alcohol etílico es destinado a uso alimentario procedente de la destilación o rectificación del líquido obtenido a partir de materias vegetales amiláceas o azucaradas autorizadas. Como son: Alcoholes destilados, Alcoholes rectificados, Aguardientes Simples, bebidas espirituosas, Aguardientes de caña, Ron, Licores y cerveza. (13)

Una clasificación de las bebidas alcohólicas de acuerdo al proceso de obtención es:



1.1.2. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana F-439-1983, las bebidas no alcohólicas son aquellas que contienen agua potable además, pueden contener alcohol etílico como máximo un 2%, edulcorantes, saborizantes, jugos, pulpas de frutas y otros aditivos autorizados por la Secretaría de Salud.

Las bebidas no alcohólicas son aquellas elaboradas con un mínimo de 10% y un máximo de 25% de jugos o pulpas de frutas, verduras o legumbres; se clasifican de acuerdo a su composición en dos tipos y tres subtipos cada uno: (13)

#### TIPO I. BEBIDAS

- a) Bebidas
- b) Bebidas Nutricionales
- c) Bebidas Bajas en Calorías

#### TIPO II. REFRESCOS

- a) Refrescos con Jugo
- b) Refrescos de sabor
- c) Refrescos Bajos en Calorías

Refresco: Es el producto gasificado o no obtenido por disolución de azúcar en agua potable y adición de jugos de frutas o extractos de semillas y otras partes vegetales inocuas, acidificantes y colorantes naturales o artificiales permitidos. Los refrescos se clasifican en:

Naturales: Cuando se elaboran con sustancias naturales, jugos o pulpas de frutas y responden a las siguientes características:

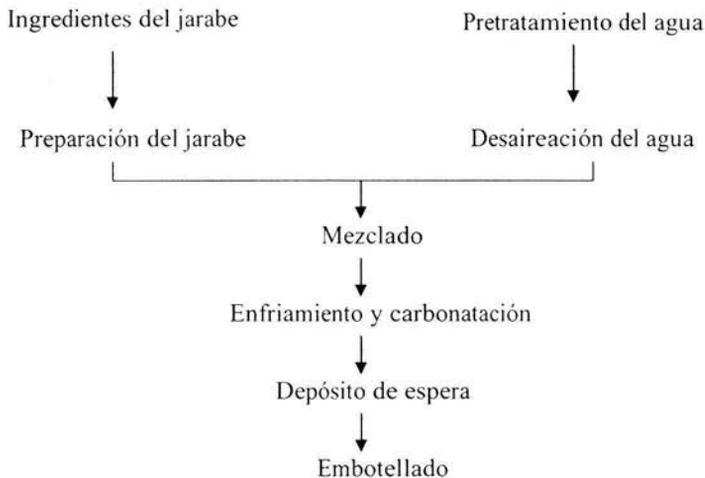
Jugos cítricos en proporción de 6 a 8% en peso como mínimo para los refrescos de limón y naranja respectivamente. Jugos de otras frutas en proporción del 16% como mínimo. Azúcares totales como mínimo 8% en peso con ausencia de colorante

artificial. Ausencia de microorganismos patógenos que puedan descomponer el producto o afecten su calidad sanitaria. No se admite la adición de otro aditivo alimentario.

Artificiales: Son los que se elaboran con aceites esenciales o esencias sintéticas de frutas, pueden ser pasteurizados o no, en los no pasteurizados se puede adicionar ácido benzoico o benzoato de sodio como conservante en la dosis máxima de 0,1% y como antioxidante ácido ascórbico al 0,03%. Los carbonatados contendrán el gas carbónico a una presión no menor de 3 atmósferas. Condiciones para la preparación de jarabes o extractos en la fabricación de bebidas. Haber sido preparada con azúcares. No contener extractos aromáticos nocivos o esencias prohibidas. No alteraciones por hongos o sustancias nocivas. (5,13) Bajos en Calorías: Son aquellos que en su composición eliminar el uso del azúcar, sustituyéndola por edulcorantes autorizados por la Secretaría de Salud y que cumplan con un mínimo de 6 a 10% de jugos o pulpas o con una cantidad menor a 6% de jugos o pulpas de frutas. Sin embargo, comúnmente las bebidas no alcohólicas se dividen en carbonatadas y no carbonatadas, que pueden ser de frutas o sabores de frutas, y el grupo de mayor importancia por su demanda es el de las Carbonatadas, llamadas generalmente refrescos. Esta clasificación se explica a continuación.

**1.1.2.1-BEBIDAS CARBONATADAS.-** Los refrescos carbonatados se consumen siempre sin diluir e incluyen bebidas cítricas como es la limonada y otras bebidas de la última categoría, incluyendo las colas y las bebidas para hacer mezclas, incluyendo refrescos, aguas minerales y bebidas de bajo contenido alcohólico (6%). (13)

## Diagrama de flujo de la elaboración de refrescos carbonatados



**1.1.2.2-BEBIDAS NO CARBONATADAS.**- Estos refrescos se basan en zumos de fruta o en triturados, también se pueden utilizar sabores artificiales, edulcorantes y acidulantes. Los colorantes se añaden a una minoría de los productos y el ácido ascórbico se emplea para prevenir el pardeamiento actuando como antioxidante, y para enriquecer el producto en vitamina C, también se pueden añadir otras vitaminas hidrosolubles. Las bebidas de esta clase son una situación intermedia entre los refrescos y los zumos de fruta. Las bebidas refrescantes no carbonatadas se reconocen por los nombres de los productos, tales como refrescos que contienen zumo de fruta cítrica, (jugos de fruta, bebidas de sabores, néctares, bebidas a base de pulpas frutales) y se destinaban para ser consumidas tras su dilución. El consumo de este tipo de refrescos no carbonatados listos para beber, ha visto un crecimiento gracias a la aparición de una amplia gama de bebidas.

Los ingredientes y la tecnología implicada en la elaboración de refrescos no carbonatados son similares a los de los carbonatados, con la lógica excepción de la carbonatación. (5)

**1.1.2.3-BEBIDAS EN POLVO.-** Este tipo de bebidas deben ser reconstituidas con agua, ofrecen la ventaja de ser estables y ocupan poco espacio, aunque su consumo es particularmente limitado. La formulación de estas bebidas es similar a la de sus homólogos líquidos. Las mezclas pueden ser completas, requiriendo solo la adición de agua o pueden precisar de la adición de azúcar, se adicionan aromatizantes, enturbiantes y agentes antiapelmazantes. La elaboración de estos preparados en polvo para hacer refrescos consiste en el pesado, mezclado de los ingredientes y envasado.

**1.1.2.4-BEBIDAS DEPORTIVAS, BEBIDAS ENRIQUECIDAS Y NUTRACEÚTICAS.-** Son las bebidas que se consumen con fines específicos y diferentes al de sofocar la sed o al mero placer. Estas bebidas apoyan las modas de vida sana o bien se afirman que tienen propiedades para estimular la salud, e incluso medicinales.

- ***Bebidas deportivas.***

Dispone de diferentes tipos para cubrir distintas necesidades asociadas con el ejercicio físico, las más comunes quizá sean las bebidas para reponer fluidos, que se formulan para facilitar la rehidratación tras, o durante, una actividad física intensa. Tales bebidas se conocen también como isotónicas, equilibradoras de los electrolitos y reponedoras de electrolitos. Los electrolitos presentes en la formulación, facilitan la absorción del agua, siendo los

principales sodio y cloruro, aunque también se usa el potasio, magnesio, calcio, hierro, fosfato y carbonatos.

A este tipo de bebidas también se pueden añadir carbohidratos como fuente de energía, pequeñas cantidades de azúcares simples como la glucosa, a veces se añade fructuosa. Algunas bebidas que se utilizan para recuperar líquidos tras el ejercicio, se incorpora mezcla de aminoácidos, mezcla de vitaminas, particularmente vitamina C, complejo B y E. Estas bebidas también pueden existir en forma de polvos para ser hidratadas por el consumidor.

- ***Bebidas enriquecidas y nutraceúticas.***

Este tipo de bebidas se consideran refrescos que se asemejan organolépticamente a sus equivalentes convencionales, pero que contienen cantidades más elevadas de un nutriente o de un grupo de nutrientes. El punto de partida más corriente son los refrescos de fruta que se enriquecen con una variada gama de nutrientes, incluyendo proteínas, minerales, calcio, vitaminas y fibra.

Nutraceútico es un término que puede aplicarse a cualquier alimento o sustancia que forma parte de un alimento y que proporciona algún beneficio a la salud o ejerce algún efecto terapéutico. Los refrescos nutraceúticos se formulan para un fin específico más que para mejorar la salud en general. Este tipo de refrescos son populares principalmente en Japón, en donde se les atribuyen propiedades medicinales. (5)

En los últimos años, la industria de bebidas ha tenido mayores exigencias por parte de los consumidores, los cuales buscan en las bebidas colores, sabores y olores que no den una apariencia artificial. Para lograr esto es necesario tener concentrados que den al consumidor lo que requiere. Los concentrados para bebidas, son aquellos que en su estructura general contienen sabores, colores, acidulantes, enturbiantes y

conservadores. En la actualidad la industria de los concentrados para bebidas elabora dos tipos de formulaciones:

- a) **Por mezcla.**- Son aquellos concentrados que no presentan turbiedad en su cuerpo, y se obtienen mediante la percolación de materiales finamente molidos con solución alcohólica o mediante el lavado de aceites esenciales que se obtienen por destilación con una mezcla de alcohol-agua, dejando que se separen los aceites, para que posteriormente se realice la mezcla final. Ejemplos: bebidas de manzana, limón, uva, fresa, tamarindo y jamaica.
- b) **Por emulsión.**- Son aquellos que presentan turbiedad en su cuerpo, se preparan al emulsionar aceites esenciales con hidrocoloides, para posteriormente pasar esta mezcla por un homogeneizador. Ejemplos: bebidas de mandarina, naranja, piña, mango y toronja.

Las formulaciones de los concentrados son muy diversas y su formulación depende del sabor que se desee obtener. (16)

Para conservar las características de las bebidas se utiliza el concentrado tipo emulsión por lo que el resto de la revisión se enfocará en la definición, características, propiedades, formulación, elaboración y usos de las emulsiones.

## **1.2-FORMULA TÍPICA PARA ELABORAR UNA BEBIDA NO CARBONATADA**

INGREDIENTES	%
AGUA	86.66
ALTA FRUCTOSA ( 42 DE) O JARABE DE AZÚCAR ( 67 ° Bx )	11.95
CONCENTRADO	1.00
ÁCIDO CÍTRICO	0.27
BENZOATO DE SODIO	0.10
ÁCIDO ASCÓRBICO	0.02
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>

## **2.-DEFINICIÓN DE EMULSIÓN**

Sistema de dos o tres fases de líquidos no miscibles (aire, agua, grasa) en la que una es la continua y las otras la fase dispersa o discontinua y cuando se encuentran en un mismo recipiente se denominan fases; las más conocidas son las emulsiones de aceite en agua (mayonesa, aderezos, leche, crema y helados) y las de agua en aceite (mantequilla, margarina y manteca). (1,8)

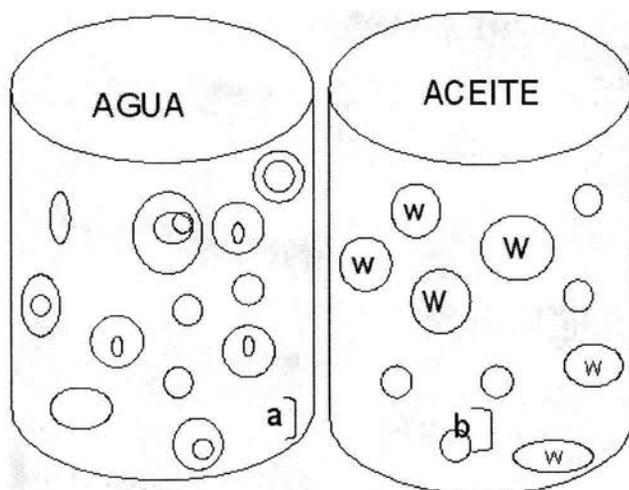
Son inestables, y si se les permite reposar por algún tiempo, las moléculas de la fase dispersa tiende a asociarse para constituir una capa que puede precipitar o migrar a la superficie, según la diferencia de densidades entre las dos fases, los factores que modifican la estabilidad de una emulsión son: coalescencia, ruptura, floculación y cremado .

Con frecuencia se utilizan las abreviaturas O/W que significa aceite en agua y W/O está corresponde a agua en aceite para indicar el tipo de emulsión, aceite en agua y agua en aceite, respectivamente.

Una emulsión de aceite en agua es aquella en la que el aceite se encuentra en forma de pequeñas gotas como fase dispersa, y el agua en la fase continua como agente dispersante.

Las emulsiones sólo pueden existir adecuadamente en presencia de una tercera sustancia (emulsificante), y la tensión interfacial entre las gotas de aceite deberán ser evidentemente pequeñas; de lo contrario los glóbulos de grasa tenderán a difundirse entre sí. Los glóbulos muestran el movimiento browniano, siempre que no sean demasiado grandes, transportan una carga eléctrica negativa y se pueden coagular

por los electrólitos. En la siguiente figura tenemos un ejemplo de una emulsión en dos fases, un líquido es disperso en otro líquido en forma de gotas, la figura de la izquierda corresponde a una emulsión aceite en agua (O/W), encontrando que la fase continúa es mayor de volumen la cual corresponde al agua y cuando la fase discontinua es la de menor volumen es aceite, la emulsión es denominada aceite en agua (O/W). En el caso de contrario como se muestra en la figura de la derecha la emulsión es denominada agua en aceite (W/O).



**a] Aceite / Agua ; b] Agua / Aceite**

### **3.-DEFINICIÓN DE EMULSIFICANTE**

Un emulsionante o también llamado emulgente es un agente tensoactivo, que en pequeñas cantidades facilita la formación de una emulsión o mejora su estabilidad coloidal al disminuir la velocidad de agregación o de coalescencia de las partículas dispersas. (2)

Ejemplo de estos, son la yema de huevo en la mayonesa, que se une tanto a las grasas como al agua, manteniendo gotas microscópicas de grasa en suspensión. La formación de pequeñas gotitas dispersas está asociada a un incremento del área interfacial entre dos líquidos, valor que aumenta exponencialmente a medida que disminuye el diámetro de la gotita. En la práctica, el área interfacial puede alcanzar valores tan altos que parecen imposibles. (1,3)

El reglamento de la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos define a un emulsificante como cualquier sustancia o mezcla 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 o emulsión uniforme.

De acuerdo a lo anterior 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 la función de un emulsificante es estabilizar las mezclas de los líquidos inmiscibles

y también se emplean en la formulación de emulsiones para facilitar la emulsificación (27,23) .

### **3.1.--CLASIFICACIÓN DE EMULSIFICANTES**

La presencia de sustancias conocidas como agentes emulsificantes o emulsionantes permite la preparación de emulsiones estables con una mayor proporción de fase dispersa. Los agentes emulsificantes se agrupan en tres categorías y estas son:

1.- Los compuestos de cadena larga (como almidones), todos los cuales producen un descenso muy considerable en la tensión interfacial aceite-agua. Se puede observar que la acción detergente o limpiadora, del jabón atribuye a su capacidad para emulsionar las grasas.

2.- Sustancias como las proteínas, por ejemplo la caseína en leche y gomas.

3.- Varios polvos insolubles, por ejemplo, sulfatos básicos de hierro, cobre o níquel, sulfato de plomo y óxido férrico, finamente divididos, y negro de humo, que estabilizan una serie de emulsiones. (17)

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

( 10 )

- Lecitina y derivados.
- Esteres de glicerina y ácido 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

Con base a la estructura química de los emulsificantes surge una de las principales clasificaciones que se pueden dividir en cuatro grandes grupos:

**3.1.1.-Catiónicos** .La molécula consta de dos partes una polar con carga positiva (generalmente aminas y derivados) y otra parte no polar (cadenas de hidrocarburos saturados e insaturados), como ejemplo sales de amonio cuaternarias.

**3.1.2.-Aniónicos** .Su estructura contiene una parte polar con carga negativa como, los sulfatos, sulfonatos o el carboxil y otra parte no polar generalmente cadenas lipofílicas (ésteres de ácidos grasos).

**3.1.3.-No iónicos** .En este tipo de emulsificantes la parte hidrofílica de la molécula no tiene carga pero deriva su solubilidad en agua de grupos altamente polares como polioles, monoestearato de sorbitan, alcoholes etoxilados.

**3.1.4.-Anfotérico** . En los cuales la molécula contiene, ambas cargas positiva y negativa, tal como las sulfobetainas, estas actúan como reguladores y dependen específicamente de las condiciones de emulsificación. (18)

El emulsivo iónico consta de un grupo lipófilo orgánico y un grupo hidrófilo. Los emulsivos iónicos se subdividen en aniónicos y catiónicos, según sea la naturaleza del grupo activo. Ordinariamente se considera que la porción lipófila de la molécula es la porción de actividad superficial. Como es de suponer, no son mutuamente compatibles los agentes aniónicos y catiónicos de actividad superficial, pues en virtud de las cargas iónicas tienden a neutralizarse entre sí y se multiplica su actividad superficial. Los emulsivos no iónicos son totalmente covalentes y no tienen ninguna tendencia a la ionización. Por consiguiente, puede asociarse con otros agentes no iónicos de

actividad superficial y con agentes aniónicos o catiónicos. Los emulsivos no iónicos son más inmunes contra la acción de electrolitos que los agentes aniónicos de actividad superficial. El equilibrio hidrófilo-lipófilo de un emulsivo determina el tipo de emulsión que tiende a ser formada.

#### **4.-FUNCIÓN DE LOS EMULSIFICANTES**

Una emulsión tiene tres fases. Una, la fase dispersa, consiste de gotitas suspendidas. La segunda es la fase continua, en los alimentos ésta es generalmente 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 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 interfacial entre ellas y formando una especie de membrana protectora en torno a las gotitas de la fase interna, impidiendo su segregación. (27)

Por lo general, los emulsificantes son sustancias cuyas moléculas contienen una parte no polar y otra polar, por lo que es posible que se disuelvan tanto en agua o soluciones acuosas como disolventes orgánicos y aceite. Dependiendo del dominio de

una de las partes de la molécula sobre la otra, el emulsificante tendrá un carácter lipófilo o lipófilo, y por consiguiente, presentará una mayor afinidad por el agua o por los aceites; esta característica se conoce como balance hidrófilo-lipófilo, o BHL (HLB) y es una propiedad importante que debe tomarse en cuenta al seleccionar un emulsificante; quizás este método es el más ampliamente usado y está basado en un concepto de Griffin en 1948 ; el cual brinda una medida de la solubilidad de un emulsificante en sistemas grasos e indica el tipo de emulsión para el cual el emulsificante realiza la mejor función. (2,19).

Los valores BHL (Balance Hidrófilo-Lipófilo) que Griffin introdujo es un parámetro empírico se determinan usualmente por métodos empíricos o por cálculos a partir de la estructura molecular de cada emulsificante, es un valor confiable por que fue obtenido por un extenso trabajo experimental a base de prueba y error, con pruebas de diferentes familias químicas, diferentes proporciones de tensoactivos y diferentes métodos. El valor de HBL, es un valor promedio de un tensoactivo o mezcla de tensoactivos, determinado para producir la máxima estabilidad en una emulsión de cualquiera de los dos tipos agua en aceite o bien aceite en agua por lo que el BHL constituye una herramienta de trabajo valiosa. (18)

La selección del emulsificante se hace en función de su solubilidad en la fase continua de la emulsión. Los emulsificantes con valores altos de BHL tienden a hacer más solubles en agua y son más efectivos en emulsiones de grasa en agua.(27)

La solubilidad de un emulsivo es de suma importancia en la preparación de concentrados emulsionables. Es preciso que el emulsivo permanezca disuelto en cualquier condición de almacenamiento. Con frecuencia es posible aumentar la solubilidad de un emulsivo con algún coemulsivo. También son usuales diversos disolventes como conjugadores o codisolventes.

La tensión interfacial es la fuerza que se requiere para romper la superficie entre los líquidos no miscibles; es de interés en la emulsificación en virtud de que cuanto menor es la tensión entre las dos fases de una emulsión, tanto más fácil es la emulsificación.

(16)

## **5.-PROPIEDADES DE LAS EMULSIONES**

En las emulsiones de aceite en agua (O/W) nos enfocaremos en ellas que son las que empleamos para la elaboración de bebidas, se preparan bajo los siguientes parámetros, proporción 1:9 próximamente en la relación volumétrica de las fases, concentración del emulsificante o mezcla de estos a 20 y 40 por ciento base aceite, valor de BHL del emulsificante, estructura química intrínseca de los constituyentes de la fase oleosa y balance en la afinidad de los grupos hidrófilo y lipófilo dentro de la mezcla de emulsificantes.

Las propiedades de las emulsiones dependen como hemos mencionado anteriormente de las propiedades de las fases, relación entre ellas, tamaño de partícula ya que como se verá posteriormente este último es un parámetro de calidad para determinar la estabilidad de la emulsión.

El tipo de emulsión que se obtenga depende del tipo y cantidad de emulsivo empleado, además del orden en el que se añadan .La solubilidad de una emulsión se determina por la fase continua; si la fase continua es hidrosoluble, la emulsión puede ser diluida con agua, si la fase continua es oleosoluble, la emulsión se puede disolver en aceite.

Con respecto a la relación de fases, en general los aceite en agua (O/W) son altas en relación volumétrica de la fase dispersa, esto implica altas velocidades de acuerdo con

la inversión de fases y por lo tanto segregación lenta, estabilidad aparente por viscosidad.

La viscosidad de una emulsión esta se ve afectada por el exceso de la fase continua, además que se facilita la disolución de una emulsión cuando se reduce la viscosidad de la misma. Al aumentar la proporción de fase continua aumenta la viscosidad de la emulsión hasta un punto en el que la emulsión deja de ser líquida. (18, 25,26)

Se puede variar la viscosidad de una emulsión, si se desea aumentar, se pueden agregar espesadores, como las gomas con la finalidad de que se reduzca el tamaño de partícula de la emulsión o se reduzca la aglomeración de las partículas. Si es el caso de reducir la viscosidad se aumenta la proporción de la fase continua, además de agregar agentes de actividad superficial para aumentar la lubricación.

La regla básica para seleccionar un emulsificante dependiendo de su uso es por medio del HLB (balance hidrófilico – lipófilico), estos valores pueden ser determinados experimentalmente y si algún emulsificante es evaluado entre 3 y 7 es óptimo su empleo para emulsiones de agua en aceite, mientras que los emulsificantes con el HLB valuado en 8 y 18 son buenos para emulsiones de aceite en agua. (11).

Aplicación de los emulsificantes, se muestra en la tabla siguiente:

Valores HLB	Aplicaciones
3 - 6	Emulsiones de Agua en Aceite
7 - 9	Agentes Humectantes
8 -15	Emulsiones de Aceite en Agua
13 - 15	Detergentes
15 - 18	Solubilizantes

## **6.-CLASIFICACIÓN DE LAS EMULSIONES PARA BEBIDAS**

Las emulsiones para bebidas se dividen en dos, las cuales constan de una fase oleosa (fase dispersa) y una fase acuosa (fase continua) clasificadas como aceite en agua (O/W):

1. Emulsión turbia: solamente aporta Turbidez (enturbiantes)
2. Emulsión con sabor: aportan Turbidez, Sabor y Color en caso que se requiera.

Las emulsiones para bebidas son únicas en su clase, siendo diferentes al resto de las emulsiones en alimentos. Son diferentes a otras emulsiones, en el hecho de que primero son preparados como una emulsión concentrada y luego son consumidos en una forma altamente diluida, en soluciones de azúcar, con la finalidad de obtener una bebida refrescante o un refresco.

Son preparadas como emulsiones concentradas para posteriormente ser diluida en soluciones de azúcar para formar una bebida que puede ser Carbonatada o no Carbonatada. (11)

## **7.-ELABORACIÓN DE UNA EMULSIÓN PARA BEBIDAS**

### **7.1.-INGREDIENTES EMPLEADOS EN LA ELABORACIÓN DE EMULSIONES PARA BEBIDAS**

Los ingredientes que generalmente son utilizados en la elaboración de bebidas son los que se enlistan a continuación.

- ACEITES
- AGENTES DE PESO
- ANTIOXIDANTES
- ALMIDON MODIFICADO
- HIDROCOLOIDE
- ÁCIDULANTES
- CONSERVADORES
- COLORANTES
- SABORIZANTES

### **7.2.-DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS INGREDIENTES**

Se definirán cada uno de los ingredientes anteriores de una emulsión.

#### **ACEITES**

El aceite esencial de varias frutas son ampliamente utilizados ya que aporta sabor, aroma y características propias de las bebidas, además es el ingrediente más importante en las emulsiones para bebidas. La composición de los aceites es de mezclas de hidrocarburos (principalmente terpenos), compuestos oxigenados (aldeídos, éteres, ácidos, alcoholes, cetonas, esterres y fenoles) y residuos no

volátiles los constituyen resinas y ceras. Los compuestos oxigenados principal agente saborizante de los aceites cítricos, constituyen entre el 1.5% y el 6.5% del aceite original.

Las propiedades químicas y físicas de los aceites esenciales, cambian con el grado de madurez, la variedad y almacenamiento de las frutas, las condiciones ambientales y los métodos de extracción. Aunque los aceites cítricos y otros aceites son determinantes para la elaboración de emulsiones, también representan un gran problema, ya que se caracterizan por su baja densidad, lo que hace necesario el empleo de los agentes de peso. Su densidad puede ser de 0.845 – 0.89g/ml (20).

### **AGENTES DE PESO**

Son un grupo de materiales que se adicionan al aceite esencial para incrementar su gravedad específica y ayudan a mantener estable la dispersión del aceite.

Sin presencia de estos agentes de peso en la emulsión, al elaborar la bebida va a tender a separarse dejando un anillo en la superficie, por el contrario, si hay demasiados agentes de peso al momento de elaborar la bebida, se observará un precipitado (arenoso).

En la industria de bebidas a los agentes de peso se les conoce como agentes de densidad o agentes dispersantes y deben de tener las siguientes características:

- Solubles en aceite.
- Estos agentes de peso no deben proporcionar sabor, color ni olor al producto final.
- La gravedad específica debe de ser superior que la del aceite esencial.

Debe ser aprobada por la FDA, en el país en donde el producto va a ser consumido.

Algunos agentes de peso son: Ester Gum (resina), SAIB (Sucrosa Acetato Isobutirato), BVO (Aceite Vegetal Bromado), Terpenos, Aceites Vegetales, etc. (11,17)

**Resinas-** Existen varios nombres comerciales que se les dan a las resinas como son: ESTER GUM, RESINO GUM, Resina Dammar, entre otros.

**Ester Gum-** es una resina dura ámbar producida por la esterificación de la resina de madera con glicerol grado alimenticio y purificado por arrastre de vapor. El Ester Gum se fabrica esterificando la resina de madera con glicerol. El producto de óptimas cualidades se obtiene de la reacción de 3 moles de Resina, con una de Glicerol. El exceso de glicerol es removido por destilación al vacío y después el ester gum es lavado por medio de vapor para eliminar el olor a resina.

La resina de madera es el material sólido resinoso que se obtiene en forma natural de los pinos. Las tres principales fuentes de origen son:

- Resina Goma: Exudado natural de Pino.
- Tail Oil: Subproducto del proceso de obtención.
- Resina de madera: Extraída con solventes y posteriormente refinados.

Los tres tipos de resina son similares en su estructura y están compuestos en un 90% de resina ácida y en un 10% de compuestos neutros no ácidos.

- La densidad del Ester Gum es de  $1.08\text{g/cm}^3$
- Soluble a temperatura ambiente en todos los aceites esenciales y triglicéridos.
- Agente sumamente sensible a la oxidación.
- Agente de peso medio.
- Buen formador de turbidez.
- Gran sinergismo con goma acacia.
- Imparte sabor resinoso a las bebidas.

Normalmente el Ester Gum se presenta en forma de pequeñas cápsulas y otras presentaciones pueden ser en hojuelas como es el caso del Resino Gum.

El **Resino Gum** así se le conoce en la industria pero es una resina y se produce en hojuelas o en forma de marqueta. Está aprobado en USA y otros países como aditivo

alimenticio. US CFR. Título 21, Sección 172.735. Su uso en bebidas está limitado a 100 ppm dentro del producto final. El número E del Glyceril Albietate (éster gum) en la comunidad Europea es E-445.

**Resina Dammar-** es el nombre generalmente dado al grupo de exudados naturales obtenidos de la familia de pinos denominado Caesalpinaceae y Diptero carpaceae. Este tipo de pinos crecen en Asia, Indonesia y las Indias Orientales.

El nombre Damar en el idioma malayo quiere decir "Luz" y le fue dado a esta resina por sus propiedades fuertemente refractarias a la luz. Por medio de la filtración simple, después de solubilizarlo se obtiene un producto de gran pureza aunque con un ligero olor a resina. Para deodorizarla se efectúa una extracción con solventes o por medio de una destilación fraccionada.

Se presenta en trozos de diferentes tamaños de la misma resina. Son hojuelas de color, desde ámbar pálido hasta amarillento y café. La resina es dura. Este producto se le conoce también como Indonesia Dammar. La resina Dammar es completamente soluble en etanol y en acetona e insoluble en agua.

Las propiedades típicas de la resina Dammar son:

- Apariencia: hojuelas de color blanquecino a ámbar pálido
- Densidad a 20°C es de 1.05 a 1.08 g/cm<sup>3</sup>.
- Soluble a temperatura ambiente en todos aceites esenciales triglicéridos.
- Muy estable a la oxidación.
- Agente de peso medio.
- Excelente formador de turbidez.
- Gran sinergismo con goma acacia.
- No funciona con almidones modificados.
- Sabor compatible con bebidas cítricas.
- Para elaborar bebidas 100% naturales
- Residual agarroso.

**Sucrosa Acetato Isobutirato (SAIB)**- es una mezcla de esterres de sacarosa que contiene 2 moles de acetato y 6 de isobutirato, por una mol. de Sacarosa.

El SAIB es elaborado a través de la esterificación de sacarosa con anhídrido acético a anhídrido isobutírico, en presencia de hidróxido de bario como catalizador. Los productos que no reaccionaron, después son removidos por arrastre de vapor al vacío, posteriormente el SAIB es decolorado con Carbón Activado y purificado por destilación molecular. El SAIB es una sustancia viscosa, sin olor, sin sabor y sin color. A temperatura ambiente es difícil de utilizar por su alta viscosidad, la cual disminuye cuando es mezclado con solventes o cuando se le incrementa la temperatura ( de 1000,000 cps a 30°C para a 105 cps a 100°C). No obstante el producto presenta excelentes ventajas en su uso como agente de balance de densidades para aceites:

- Densidad de 1.15 g/ml.
- Agente de peso medio.
- Formador de turbidez Medio.
- Forma de pasta.
- Debe calentarse para su uso.
- No imparte sabor a la bebida a los niveles de uso.
- Es soluble en aceites tanto vegetales como esenciales y en grasas animales.
- El producto se metaboliza en el organismo como sacarosa, ácido acético y ácido isobutírico.

Todos ellos son compuestos normales de los alimentos.

- Tiene una excelente estabilidad contra la oxidación.
- La densidad del SAIB es de 1.1 g/cm<sup>3</sup>

Existen diferentes tipos de SAIB: (6)

### Viscosidad

SAIB-SG	100% SAIB	100,000cPs
SAIB-SG CO	10% terpenos de naranja	800 cPs
SAIB-SG ET	10 % etanol	3,000cPs

También comercialmente se conoce el DENZ OIL ND compuesto de esteres de brea y sacarosa dispersados. Es un liquido ámbar cristalino, su densidad a 20°C es 1.085-1.100 g/cm<sup>3</sup>.

**Aceite Vegetal Bromado (AVB)**- fue en los años 40 que el aceite vegetal bromado (AVB) fue el primer agente de peso usado para bebidas. En 1970 los países Europeos no permitieron el uso del AVB En Estados Unidos y Canadá restringieron el nivel de uso a 15 ppm. Estas limitaciones dieron ciertas dificultades en la elaboración de emulsiones.

Es elaborado a través de la adición de moléculas de Bromo a las uniones oleofinitas de los ácidos grasos insaturados de los aceites vegetales. El AVB está elaborado empleando diferentes tipos de aceites vegetales con cierto índice de Yodo, como se muestra a continuación.

Índice de Yodo	Aceite	Gravedad Especifica
80-90	Aceite de Oliva	1.24
105-125	Aceite de Ajonjolí	-----
-----	Aceite de Maíz	1.33
-----	Aceite de Soya, etc.	-----

El BVO presenta las siguientes características: Color café oscuro, liquido viscoso con un olor y sabor suaves y presenta una densidad de 1.33 g/cm<sup>3</sup>.

Por alta gravedad específica que presenta el AVB lo hace importante como agente de peso en las bebidas. Ayuda al balance por su gravedad específica y al mismo tiempo provee opacidad o turbidez en las bebidas. Excelentes propiedades de turbidez.

Dependiendo del tipo de aceite utilizado, la dosis necesaria para balancear su densidad respecto a la densidad del jarabe en donde va a ser aplicada la emulsión, se requieren entre 100 y 160 ppm de AVB como concentración en bebida final, para obtener un sistema estable.

A continuación en la siguiente tabla se encuentran algunos países y la dosis aprobada de AVB.

País	Dosis aprobada AVB ( en bebida final)
USA	15 ppm
CANADA	15 ppm
INGLATERRA	-----
FRANCIA	-----
ALEMANIA	-----
MEXICO	15 ppm
AUSTRALIA	-----

Con el resultado de estas limitantes, los agentes de peso más comúnmente usados son el SAIB y IResina con el objeto de eliminar todo el AVB presente en las emulsiones. Estos materiales han sido aprobados por varios países aunque no han sido aprobados universalmente por todos los países.

**Aceite Vegetal Neutro-** este tipo de aceite se utiliza para la elaboración de emulsiones y existen varios tipos:

El **Neobee** es un aceite biodegradable.

En lo que se refiere a la solubilidad, es soluble a 20°C, en cualquier proporción en los siguientes disolventes:

-Éter Dietílico, Éter de Petróleo, Tolueno, Cloroformo, Etanol 96%, Isopropanol, etc.

Es extraordinariamente estable a altas y bajas temperaturas y a cualquier grado de humedad del aire, no sufriendo descomposición alguna. Se recomienda protegerlo contra los efectos de los microorganismos.

La posible hidrólisis enzimática se detecta muy rápidamente por la aparición de un olor desagradable, procedente de los ácidos grasos libres de los aceites.

Presenta una densidad de: 0.930-0.960 g/cm<sup>3</sup>

El **Miglyol** es un triglicérido de los ácidos grasos C8-C10 fraccionados del aceite de coco.

Ácido Caproico (C6)	2% máximo
Ácido Caprílico (C8)	50-65%
Ácido Caprílico (C10)	30-45%
Ácido Láurico (C12)	3% máximo

En cuanto a la apariencia el MIGLYOL es un aceite líquido cristalino sin color y sin olor de baja viscosidad, siendo un aceite completamente biodegradable. Su punto de enturbiamiento está por debajo de los 10°C, pero en lo que se refiere a solubilidad es soluble a 20°C, en cualquier proporción, en los siguientes disolventes :

-Éter Dietílico, Éter de Petróleo, Tolueno, Cloroformo, Etanol 96%, Isopropanol, etc.

En cuanto al almacenamiento y al envasado es igual al NEOBEE

La densidad del MIGLYOL es de 0.94-0.95 g/cm<sup>3</sup>.

Otros aceites vegetales neutros son:

- Aceites Vegetales Hidrogenados.
- Triglicéridos de Ácidos Grasos como Migliol.
- Parafinas de grado alimentario.
- Neobee.

## **ANTIOXIDANTES**

La oxidación de las grasas es la forma de deterioro de los alimentos más importantes después de las alteraciones producidas por microorganismos. La reacción de oxidación es una reacción en cadena, que una vez iniciada, continúa acelerándose hasta la oxidación total de las sustancias sensibles. Con la oxidación, aparecen olores y sabores a rancio, se altera el color y la textura y desciende el valor nutritivo al perderse algunas vitaminas y ácidos grasos poliinsaturados. Además, los productos formados en la oxidación pueden llegar a ser nocivos para la salud.

Las industrias alimentarias intentan evitar la oxidación de los alimentos mediante diferentes técnicas, como el envasado al vacío o en recipientes opacos, pero también utilizando antioxidantes.

Tanto el Butil-hidroxi-anisol (BHA) como el Butil-hidroxi-Tolueno (BHT), son componentes, la función de estos antioxidantes es la de proteger la oxidación de las grasas y aceites. En el caso de las emulsiones te ayudan a evitar la rancidez.

El uso de estos antioxidantes está restringida a 0.3 % máximo en la formulación.

En cuanto a las Normas Oficiales Mexicanas aceptan como límite máximo de producto listo para consumo 1000 mg/L.

**BHA (Butil-hidroxi-anisol)**- Este antioxidante sintético se utilizó inicialmente en la industria petrolífera. Desde los años cuarenta se utilizó como aditivo alimentario. Solamente es soluble en grasas y no en agua. Resulta muy eficaz en las grasas de frituras, ya que no se descompone ni se evapora, como hacen los galatos o el BHT, pasando al producto frito y protegiéndolo. Se utiliza para proteger las grasas utilizadas en repostería, fabricación de galletas, sopas deshidratadas, mantequillas, cereales, productos cárnicos, panificación, snacks, papas deshidratadas, en la cerveza, etc. Es empleado como agente antiespumante.

Algunas características del BHT:

- Fórmula molecular es  $C_{11}H_{16}O_2$
- Sólido blanco o casi blanco (amarillento)

**BHT** (Butil-hidroxi- Tolueno) Es otro antioxidante sintético procedente de la industria petrolífera para ser utilizado como aditivo alimentario. Se utiliza prácticamente siempre mezclado con el BHA, pero es más aceptado y empleado en la industria.

En cuanto a las limitaciones legales se emplea a 03% máximo.

Esta sustancia no es mutagénica, pero como el BHA, es capaz de modificar la acción de ciertos

Carcinógenos. El BHT previene el olor, el color y sabor en alimentos.

Algunas características del BHT:

- Fórmula molecular  $C_{15}H_{24}O$
- Polvo blanco.

Las ventajas de uso del BHT y BHA es que funcionan sinérgicamente, su adición no cambia el color, ni olor, ni sabor, tienen la habilidad de retener su potencia y eficacia de haber estado sometidos a temperaturas altas típicas en los procesos de pasteurización.

### **ALMIDON MODIFICADO**

Los almidones modificados son el producto resultante mediante el tratamiento de la diferentes variedades de almidón nativo ya sea con calor, ácido, álcali, agentes oxidantes u otros reactivos químicos que modifican mediante reacciones de degradación poco rigurosas o por reacciones con los grupos hidroxilo del almidón nativo sus características físicas con la introducción de nuevos grupos químicos y /o cambios en apariencia y organización de las moléculas de almidón. (2,6)

La mayoría de los almidones son empleados para proporcionar viscosidad, excelentes propiedades de formación de gel, etc., no presentan esa habilidad para formar emulsiones estables aceite en agua.

El almidón derivado es preparado por una reacción estándar de esterificación en donde la molécula (octenil succinato de sodio) y el almidón suspendido en el agua son mezclados bajo condiciones alcalinas. Esta molécula es una sustitución del ácido anhídrido cíclico dicarboxílico.

Esta clase de almidones se emplean para estabilizar una emulsión en bebidas.

Los Octenil succinatos de almidón de sodio son almidones especiales que se caracterizan por presentar excelentes propiedades emulsivas y son aprobadas por la FDA para emplearse en alimentos.

Estos almidones en cuanto a los mecanismos básicos para la estabilización son:

- Efecto de viscosidad
- Impedimento Estérico

Sus características básicas son:

- Una gran solubilidad
- Altas propiedades emulsificantes, etc.

La dosificación de los almidones empleados en emulsiones es de 1:1 (una parte de almidón por una parte de la fase oleosa total).(11,3)

Producto derivado de maíz, se dispersa en agua fría perfectamente, este almidón permite la preparación de emulsiones estables tanto a temperatura ambiente como a bajas temperaturas por un largo periodo. Es utilizado en emulsiones de sabor y enturbiantes para bebidas formuladas con o sin CO<sub>2</sub> tales como refresco de naranja y bebidas con jugo. Las propiedades emulsificantes de este producto lo hacen altamente funcional en otras emulsiones alimenticias como suspensiones vitamínicas y líquidos que contienen aceites esenciales.

## **HIDROCOLOIDES**

Las gomas se pueden definir en el sentido amplio como cualquier polisacárido soluble en agua, extraíble a partir de vegetales terrestres y son el resultado de las paredes celulares de los vegetales. Los más conocidos son los hidrocoloideos que son polímeros hidrofílicos que usualmente presentan propiedades coloidales. Las gomas son ampliamente utilizadas en la fabricación de emulsiones debido a sus propiedades de producir turbidez en el producto terminado, además actúan como emulsificantes o estabilizantes, que engloban las partículas de aceite evitando así que se rompa la emulsión. (11,17)

La goma arábica o goma de acacia es obtenida de la purificación del exudado de las ramas y troncos que se producen en la parte interna de la corteza de los árboles denominados Acacia Africana que pertenece a la familia de las leguminosas mimosáceas.

La mejor goma de Acacia tiene un aspecto de polvo fino cristalino, transparente, casi sin olor y de sabor insípido.

La variedad de Acacia que produce una calidad de goma arábica, utilizada en emulsiones es la Acacia Senegal, siendo Sudán el país con la mayor producción a nivel mundial.

Los hidrocoloideos son utilizados para estabilizar las emulsiones por que pueden aumentar la viscosidad del medio en el que se encuentran, reducir el movimiento de la gotas de aceite en una emulsión , reduce la tendencia a agruparse estabilizando de esta manera la emulsión. Además por otro lado la molécula de la goma puede disponerse sobre la superficie de la gota de aceite, provocando un impedimento estérico, de modo que reduce la tensión interfacial evitando así la coalescencia entre las gotas de aceite. (9,7,28)

Los mecanismos básicos para tal estabilización que son proporcionados por los hidrocoloides son:

- Efecto de viscosidad
- Impedimento estérico
- Interacción electrostática

Las características básicas de los hidrocoloides:

- Una gran solubilidad
- Baja viscosidad en agua
- Altas propiedades emulsificantes
- No forman geles

## **ACIDULANTES**

El ácido es un ingrediente en los refrescos ya que imparte la nota distintiva al sabor y controla el pH para prevenir el crecimiento de microorganismos. Se adiciona a la emulsión para mantener el pH debajo de 4.5. La razón es que la mayoría de las bacterias crecen y se desarrollan mejor en rangos de 6.0 a 8.5 y los patógenos no crecen en pH debajo de 4.5.

El ácido cítrico es el producto más utilizado por la industria, ya que está íntimamente ligado al carácter de las bebidas más populares (naranja, toronja y mandarina, etc.) otorga propiedades refrescantes de muy buen sabor. Además puede actuar como un agente ligeramente reductor y secuestrante, remueve metales extraños que causan turbidez y aceleran el deterioro del color, sabor que existe en las bebidas. Se prefiere también por sus propiedades de mayor solubilidad y acidez titulable que los ácidos fumárico y málico. Por otra parte el ácido cítrico es estable a la luz y al aire.

Otros ácidos utilizados por la industria son: málico, fumárico, fosfórico, láctico, y atípico para las bebidas de cola. (3)

## **CONSERVADORES**

Por su naturaleza general, los alimentos no se pueden resistir a la acción de las enzimas, y la eliminación de este problema es más fácil destruyendo las enzimas o inhibiendo la fuente de estas como son los microorganismos. Existen métodos generalmente aceptados para conservar alimentos como son: la esterilización por calor o radiación que destruye los microorganismos, la refrigeración y el secado reduce o detiene la actividad de los microorganismos por eliminación de agua.

Los conservadores químicos que reducen o inhiben la acción de microorganismos y que se adicionan a los alimentos los más utilizados en la industria son el ácido benzoico y el benzoato de sodio, debido a que el ácido benzoico es poco soluble en agua el benzoato es el más empleado.

El benzoato es el más efectivo como agente antimicrobiano, es activo contra levaduras, hongos y bacterias en alimentos y bebidas que contienen pH abajo de 4.5 o que puede bajar con la adición de algún acidulante. El benzoato de sodio es ligeramente higroscópico, polvo cristalino blanco, con olor, soluble en alcohol, agua, éter.

No olvidar que el benzoato se debe de emplear como primer ingrediente en la elaboración de la fase acuosa al dispersarlo en el agua.

El efecto de conservador del Ácido Benzoico esta fuertemente influenciado por el pH del medio, aumenta considerablemente con la disminución del pH siendo su acción más efectiva a niveles inferiores a 4.5. (2,3)

## **COLORANTES**

Algunos estudios han demostrado que los alimentos no son degustados, cuando estos no están coloreados, por lo que el color influye más que el sabor en la impresión sobre los consumidores, es por ello que los colores empleados en bebidas contribuyen a que el producto sea más atractivo, ya que el color está asociado con el sabor y calidad del producto terminado.

Los principales colores utilizados son los sintéticos y generalmente los encontramos como compuestos hidrosolubles, en forma de polvo . Existen características que definen claramente a cada uno de los colorantes sus usos y regulaciones que varían de acuerdo al país, existen colorantes cuyo uso se encuentra restringido o prohibido por la selección de colorante que cumpla con las norma es muy importante.

Los colorantes que más se utilizan son de grado alimenticio como el Amarillo # 5, Amarillo # 6 y Rojo # 40, también se pueden emplear colorantes naturales como los  $\beta$  – caroténos y extractos botánicos. Cuando se elabora un enturbiante no se utilizan colorantes. El color natural de un enturbiante es lechoso claro.(13)

## **SABORIZANTES**

Generalmente el término "flavor" implica una percepción completa integrada de todas las sensaciones (olfato, gusto, vista, tacto y oído) en el momento en el que se consume el alimento.

En diversos estudios se ha demostrado que la composición química es importante en cuanto a las sustancias que proporcionan sabor y olor por la interacción que tienen con los receptores en los órganos del gusto y olfato; esta interacción produce señales que son llevadas al sistema nervios central para crear la impresión del "sabor ".

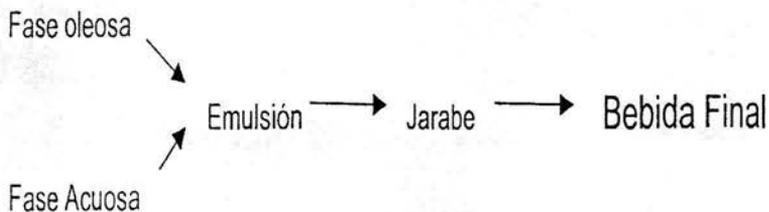
Los saborizantes se clasifican según su origen en naturales, idénticos al natural y artificiales. Los saborizantes naturales son sustancias naturales derivadas de flores, raíces y frutos y se subdividen en dos grupos el primero son los aceites esenciales y olerresinas; y el segundo son los concentrados de frutas, esencias y extractos alcohólicos.

Los idénticos al natural son sustancias obtenidas por síntesis o aislamiento durante un proceso químico de los compuestos aromáticos de materias primas y son químicamente idénticos a las sustancias presentes en los productos naturales aptos para consumo humano.

Los artificiales se clasifican en sustancias derivadas de hulla y petróleo, que químicamente son iguales a los saborizantes aislados, otro grupo son sustancias que no se asemejan necesariamente en sabor a las naturales. (13)

### **7.3.-DIAGRAMA DE ELABORACIÓN DE UNA EMULSION PARA BEBIDAS.**

**DIAGRAMA –De elaboración de una bebida**



En el esquema anterior se señala las fases que consta una emulsión, a continuación se describirán como se elabora y los ingredientes necesarios para cada fase.

## **7.4.-PREPARACIÓN DE FASES PARA LA ELABORACIÓN EMULSIONES PARA BEBIDAS**

La emulsión como tal, se integra de una fase oleosa y una fase acuosa . La fase oleosa la constituyen sabores, aceites esenciales y aceite vegetal bromado; previa determinación de los porcentajes de cada uno en la mezcla. En el caso de la fase acuosa la integra conservador, ácido, colores e hidrocoloides .

A continuación se señala en cada fase los ingredientes que contiene:

### **PRIMERA ETAPA**

#### **INGREDIENTES DE CADA FASE**

##### **FASE OLEOSA**

ACEITES ESENCIALES  
AGENTES DE PESO  
SABORES OLEOSOLUBLES

##### **FASE ACUOSA**

ES EL MAYOR COMPONENTE EN LAS EMULSIONES PARA BEBIDAS 60-80 %  
HIDROCOLOIDES O ALMIDONES MODIFICADOS  
ÁCIDULANTES  
CONSERVADORES  
COLORES  
ANTIOXIDANTES

### **FORMULA TÍPICA DE UNA EMULSIÓN**

	Benzoato de sodio	0.1%
	Ácido Cítrico	0.3 %
<b>FASE ACUOSA</b>	{ Colores	0.4 %
	Agua	75.2 %
	Hidrocoloídes o almidón Modificado	12.0 %
<b>FASE OLEOSA</b>	{Mezcla de Aceites y sabores oleosolubles	12.0 %

### **PREPARACIÓN LA FASE ACUOSA.**

#### **PREPARACIÓN DE LA EMULSIÓN**

##### **PRIMERO ETAPA**

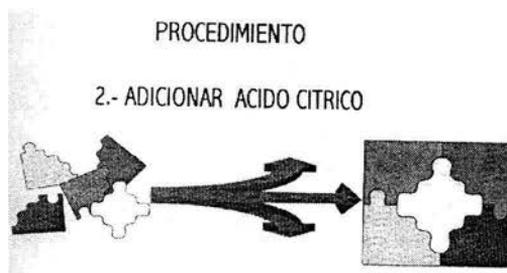
##### **FASE ACUOSA**

- 1.- Disolver el benzoato de sodio en el Agua.
- 2.- Disolver el ácido cítrico
- 3.- Adicionar los colores
- 4.- Lentamente el Almidón modificado o el hidrocoloide hasta que no existan grumos

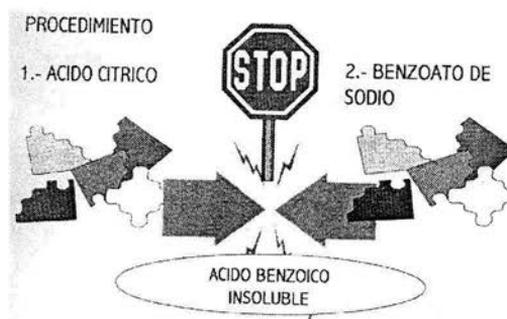
El orden de adición de los ingredientes es muy importante como se describe en el esquema siguiente, lo correcto es siempre disolver en el agua el benzoato de sodio.



Después de disolver perfectamente el conservador se procede a adicionar el ácido cítrico.



Nunca se debe adicionar el ácido cítrico antes que el benzoato de sodio como se observa en el esquema siguiente, ya que si altera el orden de adición se origina la formación de cristales de ácido benzoico que son imposibles de solubilizar, lo cual ocasionaría un problema. Por lo anterior es muy importante hacer hincapié en el orden de adición de los ingredientes.



En el paso 3 del procedimiento, una vez disuelto el benzoato de sodio y el ácido cítrico, se adicionan los colores a su total disolución, se adiciona lentamente y con agitación constante el hidrocoloide (goma arábica o almidón modificado); hasta su completa disolución queda concluida la preparación de la fase acuosa.

A continuación se indican los pasos para la preparación de la fase oleosa.

#### **FASE OLEOSA**

- 1.- Disolver perfectamente la resina en el aceite esencial.
- 2.- Adicionar el o los agentes de peso.
- 3.- Adicionar antioxidantes
- 4.- Adicionar el o los sabores oleosolubles

Como ya se enlistó el orden de adición de los ingredientes, en esta fase es muy importante considerar los tiempos de agitación para la disolución de los mismos, ya que primero se tiene que disolver los aceites esenciales con la resina, teniendo la seguridad que no hay ningún cristal de resina sin disolver, ya que estos en presencia de agentes de peso como el BVO no se solubilizan, esto se puede comprobar al microscopio. El ester gum se debe disolver perfectamente por que puede polimerizarse y desestabilizar la emulsión. Después se continúa con la adición de los agentes de peso, dando el tiempo estimado necesario para su disolución; a continuación se procede a adicionar los demás ingredientes, como son los antioxidantes y por último los sabores .

Una vez que se tienen las fases preparadas por separado, se procede a mezclarlas; este paso se le llama prehomogeneización que se lleva a cabo en los equipos que a continuación se mencionan.

## SEGUNDA ETAPA

En la prehomogeneización la finalidad es fraccionar la fase oleosa en pequeños glóbulos , los equipos adecuados pueden ser :

- Turbo mixer o Agitador Turbina
- Homomixer
- Molino Coloidal
- Hidro molino

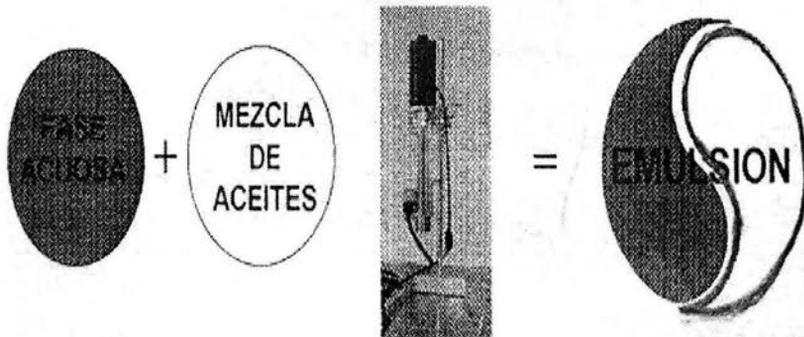
A continuación se señala claramente como se mezclan las fases y los equipos en los que se puede llevar a cabo la prehomogeneización, y el tipo de agitación que se necesita.



En esta figura se mencionan todos los ingredientes contenidos en la premezcla, los cuales al mezclarse en la llamada prehomogeneización, dará como resultado una emulsión.

## PROCEDIMIENTO

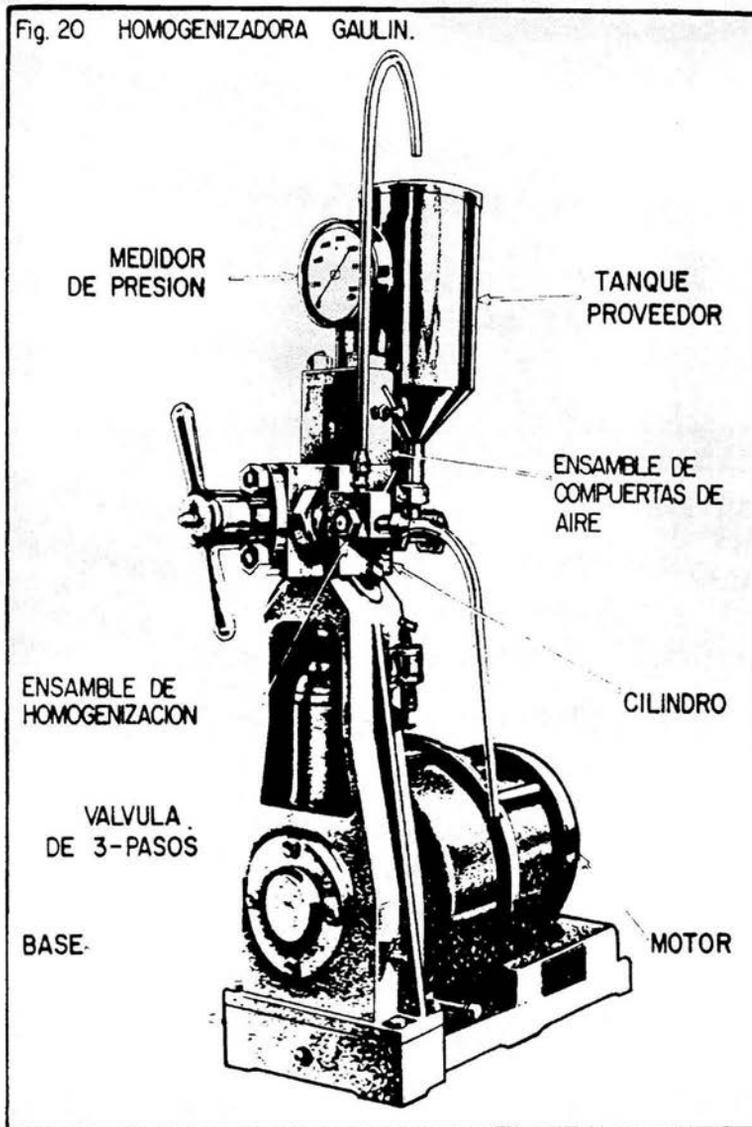
4.- AGREGAR LA EMULSION CONCENTRADA MIENTRAS SE AGITA CONSTANTEMENTE



La figura anterior representa claramente la obtención de una emulsión, en la cual se señala que partiendo de dos fases una fase acuosa más una fase oleosa, que en la prehomogeneización se mezclan con agitación vigorosa se obtiene una mezcla homogénea. Esta etapa consiste en la incorporación de la fase oleosa y la fase acuosa para formar la premezcla de la emulsión.

El objetivo de la prehomogeneización es obtener una mezcla lo más homogénea que se pueda para que no se separe la emulsión en el momento de homogeneizar. Después se procede a homogeneizar para obtener como producto final una emulsión. Este paso es para fraccionar la fase oleosa en pequeñas gotas de aceite. El

tamaño final de las gotas depende del tipo de emulsión a fabricar. Como regla general, la premezcla debe de contener pequeñas gotas las cuales están alrededor de 20  $\mu\text{m}$ . Una vez obtenida la premezcla se procede a homogeneizar en un homogeneizador, a continuación se muestra una figura de un homogeneizador. (13)



### TERCERA ETAPA

En la homogeneización existen equipos de dos pasos en los cuales tiene la finalidad del 2° paso es que ayuda a un control de la contra presión y hace más eficiente el trabajo del 1er paso Minimizando la floculación y coalescencia.

Normalmente se homogeneiza a una presión de 3000 psi 2 veces para obtener un tamaño de

Partícula menor o igual a una micra.

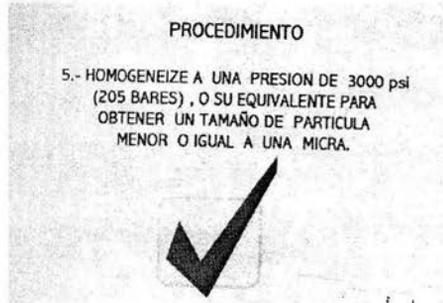
Este último paso es el más importante del proceso. Es donde la emulsión es bombeada a través de la válvula del homogeneizador a alta presión. La alta presión genera una fuerza al líquido para pasar por la válvula de alta velocidad generando turbulencia, que rompe las gotas de aceite en partículas más pequeñas menores o iguales a 1  $\mu\text{m}$  que es lo más apropiado para poder tener estable la emulsión.

En los equipos de dos etapas, como la figura anterior, donde se ilustra el homogeneizador, en donde la segunda etapa efectúa el control de la contrapresión haciendo más eficiente el trabajo de la primera y al mismo tiempo minimiza la posibilidad de agrupamiento y coalescencia de los glóbulos de aceite de la emulsión.

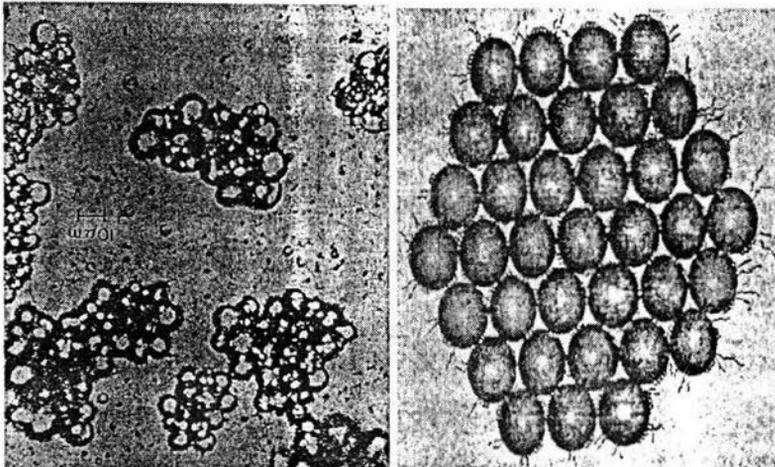
El nivel de presión de ambas etapas es diferente y puede variar en una emulsión a otra emulsión dependiendo de la composición de cada una. Normalmente cuando se tiene una emulsión muy viscosa se debe de bajar la presión. Los rangos de presión que normalmente se emplean son: (7,12)

1ª PASADA	1er Paso	500 psi	2200 lb/in <sup>2</sup>
	2 ° Paso	3500 psi	1500 lb/in <sup>2</sup>
2° PASADA	1er Paso	500 psi	3000 lb/in <sup>2</sup>
	2 ° Paso	3500 psi	2200 lb/in <sup>2</sup>

En este recuadro se hace mención la presión de homogeneización que es necesaria para obtener un tamaño de partícula adecuado.



A continuación se observan amplificados los glóbulos o gotitas las cuales se les conoce como fase dispersa debido a que se encuentran en menor cantidad, además se observa que se encuentra indicado en una de ellas el diámetro óptimo que puede tener un rango entre 0.1 y 10 micras, conocida como tamaño de partícula.



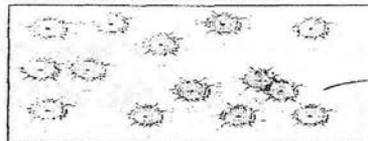
## **8.-ESTABILIZACIÓN DE EMULSIONES PARA BEBIDAS**

Los factores que se consideran importantes para la estabilización de una emulsión son:

- Aplicar los procesos mecánicos de Preemulsificación y homogeneización, aplicar la cantidad necesaria de energía, directamente proporcional a la tensión interfacial e inversa al cuadrado del radio de los glóbulos, un factor importante es la velocidad de agitación.

### **CLAVES PARA LA ESTABILIZACION DE EMULSIONES LIQUIDAS**

- **TENER SUFICIENTE ACEITE PARA EVITAR DEMASIADO MOVIMIENTO Y SUFICIENTES CARGAS NEGATIVAS ALREDEDOR DE LOS GLOBULOS**



### **PREEMULSION.**

- Se necesita un agitador de alta velocidad de 3000 a 10000 rpm, además se adiciona lentamente la fase oleosa en la fase acuosa. El tamaño de los glóbulos llega a ser de 3-5 micras. El objetivo de esto es lograr una perfecta distribución de los glóbulos de grasa.

### **HOMOGENIZACIÓN.**

- Este es un paso muy importante, por ello se debe tener establecidas las presiones ya que en ella se obtienen las características de la emulsión como son: Las presiones varían de 200 a 300 Kg/cm<sup>2</sup>. Velocidad de la emulsión de 100 m/s. En el

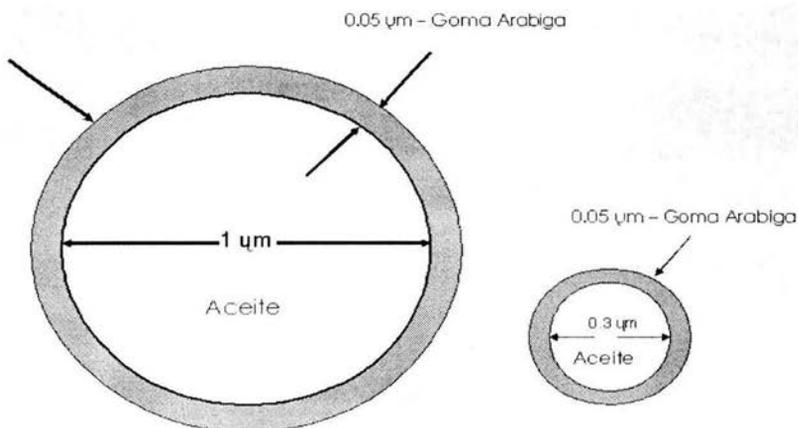
segundo paso se obtienen glóbulos con un diámetro entre 0.8 – 1.5 micras. Viscosidad de la emulsión debe ser de 40 – 60 cps. La estabilidad de la emulsión debe ser de por lo menos de 6 meses.

El tamaño de los glóbulos de aceite dispersos son los responsables de la sedimentación o de la formación de anillo en el producto embotellado. Para lograr el tamaño de partículas adecuado, se pasa la emulsión por un homogeneizador hasta obtener un diámetro promedio de 0.5 y 1.0 micras.

Mientras más pequeñas sean las partículas, mayor será el número de éstas, que distribuyan uniformemente el sabor en la bebida y mayor será la densidad aparente u opacidad de la bebida terminada.

Esta figura, muestra el diámetro óptimo que se obtuvo al microscopio de las moléculas emulsificadas, empleando un hidrocoloide como es la goma acacia y resinogum, considerando así que se obtuvo una emulsión estable. (11,25)

### **ESTABILIZACIÓN DE ACEITES ESENCIALES CON GOMA ACACIA Y RESINOGUM**



**Densidad de la gota A = 0.987 g/ml**

**Densidad de la gota B = 1.07 g/ml**

**Densidad del aceite esencial = 0.84 g/ml**

**Fase oleosa = 50% aceite esencial + 50% resinogum**

**Densidad de los glóbulos de aceite = 0.95 g/ml** (29)

## **9.- FACTORES QUE AFECTAN LA ESTABILIDAD DE LAS EMULSIÓN**

Una bebida turbia se obtiene a base de un concentrado de sabor en forma de emulsión, como se ha mencionado anteriormente, el aceite se dispersa uniformemente en el agua en forma de gotitas muy finas dando apariencia turbia; que se debe a la interacción y difusión de la luz por las partículas finamente suspendidas.

La emulsión es un sistema inestable que tiende a revertirse a su estado original, por lo que es necesario tener presentes los factores que afectan la estabilidad de la emulsión representados por la ley de sedimentación de Stokes. Los factores considerados son: la diferencia de gravedad específica entre el sistema acuoso de la bebida y la fase dispersa de aceite de sabor, el tamaño de partícula de esta última; y la viscosidad del medio dispersante (fase acuosa).

El efecto de la gravedad específica es importante, los aceites tienen un valor de 0.84, mientras que la bebida presenta una variación entre 1.038 – 1.054, aún cuando los aceites de sabor se pueden emulsificar y dispersar uniformemente, esta diferencia de gravedad específica entre las dos fases afecta de manera adversa la estabilidad de la emulsión, reflejándose en el producto al sedimentarse o formarse un “anillo” o “nata” en el cuello de la botella.

La gravedad específica de la fase se puede aumentar adicionando agentes de alta gravedad específica como el AVB por ejemplo. La estabilidad de una emulsión es una estabilidad cinética, esto quiere decir, que el sistema no es termodinámicamente estable. Una emulsión termodinámicamente estable significaría que después de una separación de fases la emulsión se formaría espontáneamente y lo anterior nunca sucede. De hecho las dos fases separadas son el estado estable hacia el cual toda emulsión se mueve. Considerando los puntos anteriores, una “emulsión estable” es

una emulsión para la cual el proceso inevitable de separación, ha sido disminuido, convertido en un proceso lento. (4,7,18,25)

El tamaño y la distribución de las partículas de una emulsión son gobernados por la cantidad y la eficacia del emulsificante, el orden de la mezcla y la clase de agitación que se haga.

Si se reduce poco a poco el tamaño de las partículas de la emulsión, varían el color y el aspecto de ésta. Se presentan excepciones en lo tocante al aspecto y el color de las emulsiones cuando se agregan colorantes y pigmentos y cuando ambas fases tienen índice de refracción similares. En este último caso se forma una emulsión transparente sea cual fuere el tamaño de la partícula.

Se puede disminuir el tamaño de partícula por los siguientes medios:

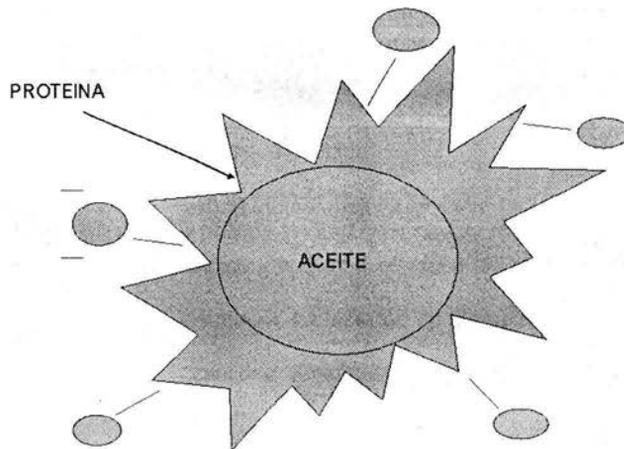
- 1º) Aumentando la cantidad de emulsivo
- 2º) Mejorando el equilibrio hidrófilo-lipófilo del emulsivo
- 3º) Preparando la emulsión mediante la inversión de fases para obtener una " fase interna extendida"
- 4º) Mediante mejor agitación

La conductividad eléctrica de una emulsión depende de la conductividad de la fase continua. La facilidad de formación, es modificada en mayor grado por la eficiencia y la cantidad del emulsificante y por las propiedades inherentes de ambas fases. (22,24)

- Tipo de aceite
- Solubilidad de agentes de peso.
- Tipos de agentes de peso
- Niveles de los agentes de peso.
- Presión de homogeneización
- Densidad de agentes de peso, aceites esenciales.
- Viscosidad de la mezcla o emulsión.

Los factores de la emulsificación es el contenido proteínico y reducción de la tensión superficial. Los factores de la estabilización son el impedimento estérico, distribución del peso molecular, repulsión eléctrica (ácido urónico), tamaño de los glóbulos, densidad de fases, viscosidad de la fase continua. Las glicoproteínas y las arabinogalactoproteínas se fijan en la interfase Agua – aceite, estas contribuyen a incrementar la viscosidad de la fase acuosa, factor favorable para la estabilización de la emulsión de acuerdo a ley de stokes. Los ácidos glucorónicos desarrollan cargas negativas alrededor de los glóbulos de aceite, creando las suficientes cargas eléctricas repulsivas para cancelar las fuerzas de atracción de Dan der Waals. (29)

## ***Factores de estabilidad***



### ***EMULSIÓN DE ACEITE EN AGUA***

En esta figura se observa ampliada la molécula de aceite, la cual se encuentra rodeada por el emulsificante unida por cargas negativas, permitiendo unirse a otras moléculas de aceite, por medio del emulsificante, dando origen a la emulsión.

Para la estabilización de emulsiones líquidas se recomienda tener suficiente aceite para evitar demasiado movimiento y suficiente emulsificante que proporciona las cargas negativas alrededor de los glóbulos.

Emplear la suficiente cantidad de fase oleosa mínimo 4%, máximo 10-12 %. Ajustar la densidad de los aceites con un rango de 0.92 – 1.00. La densidad ideal para bebidas finales con 11 % de azúcar es de 1.04 asegurándose de disolver perfectamente las resinas. Además se debe evitar el empleo de almidones modificados de viscosidad elevada en la fase acuosa para asegurar una perfecta homogeneización, además no se deben emplear agentes de viscosidad como goma de xanthano, goma guar o CM., antes de efectuar la Homogeneización.

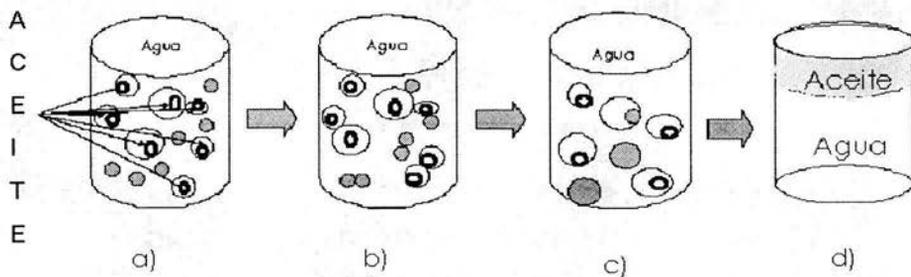
## ***10.- DESESTABILIZACIÓN DE UNA EMULSIÓN***

Es importante cuidar que la emulsión no se desestabilice ya que un calentamiento, un enfriamiento, una centrifugación o un sacudimiento brusco pueden provocar una ruptura de la emulsión.

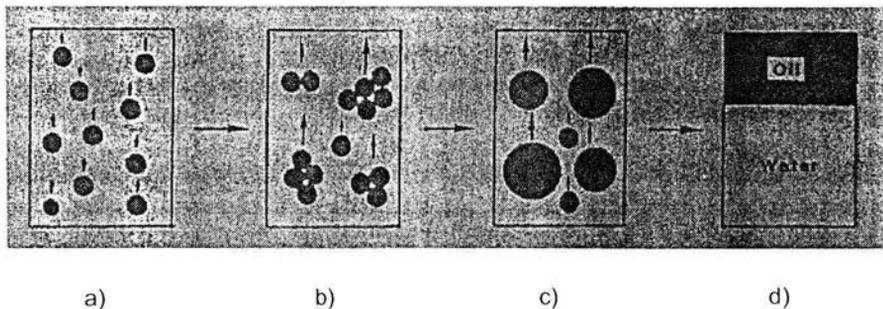
La inestabilidad de una emulsión es un proceso complejo, el cual involucra diferentes mecanismos los cuales contribuyen a la transformación de la uniformidad dispersa en una emulsión, provocando una total separación del sistema. La desestabilización se caracteriza por dos fenómenos visibles; por la formación de anillo blanco en el cuello de la botella o bien una fase cremosa en la superficie de la emulsión. El anillo blanco se presenta cuando las partículas de los aceites esenciales y los saborizantes se separan y flotan en la bebida, este fenómeno está relacionado con la floculación. También puede ser una fase clara en el fondo del envase de la emulsión llamada sedimento. (13,25)

En la figura siguiente se describe claramente el proceso de desestabilización de la emulsión, como inicio a) se encuentra un medio que es agua en el cual también hay moléculas de aceite emulsificadas; b) se tiene que las gotas de aceite emulsificadas se comienzan a formar agregados sin unirse, llamada floculación; c) las moléculas unidas de aceite que se unieron aumentaron su tamaño emergiendo juntas, formando una gota larga provocando el rompimiento de la emulsión, este fenómeno se llama coalescencia y d) por último se observa que estas gotas de aceite emigraron a la superficie del recipiente llegando a la total separación de la emulsión, encontrando dos fases una de aceite en la superficie y otra de agua en el resto del recipiente.

### DESESTABILIZACIÓN DE LA EMULSIÓN



Los principales factores que influyen dicho mecanismo de inestabilidad son identificados como a continuación se describe cada uno: (6,13,18,21,29)



En esta figura se observan los procesos de desestabilización que puede presentar una emulsión que anteriormente ya se explicaron y a continuación se describirá cada una.

(11)

### **10.1.-CREMADO o CREAMING (DESESTABILIZACIÓN DE LA EMULSIÓN)**

Es la separación causada por el movimiento ascendente de las gotas que tienen menor densidad que el medio que las rodea. Es la separación en dos emulsiones con diferente concentración de aceites, no presentan cambio en el tamaño de partícula. Este fenómeno se debe a la fuerza de gravedad, es regulado por la ley de Stokes y decrece por modificación de la viscosidad.

### **10.2.-FLOCULACION (DESESTABILIZACIÓN DE LA EMULSIÓN)**

La floculación es un proceso de agregación que hace que dos o varias gotas se agregan quedando ambas o todas intactas, separadas por una pequeña película. Es la formación de racimos de glóbulos en la fase dispersa, se debe a la disminución de cargas eléctricas entre los glóbulos de grasa y acción de las fuerzas de Van der Waals, fenómeno reversible por dilución, relacionado con la fase acuosa (pH, temperatura, contenido de calcio), la película que protege los glóbulos no se destruye. (2,14,15)

La floculación no implica una ruptura de la película interfacial que rodea normalmente cada glóbulo y por tanto no implica un cambio en el tamaño de los glóbulos originales. La principal causa de floculación es la carga electrostática inadecuada de la superficie del glóbulo.

Mientras las gotas se mantienen separadas la emulsión estará estable. El más importante hecho es que la emulsión puede ser extremadamente inestable, ya sea porque presenta una floculación, una coalescencia o una sedimentación.

Este fenómeno se observa a continuación gráficamente.

## DESESTABILIZACIÓN DE LA EMULSIÓN

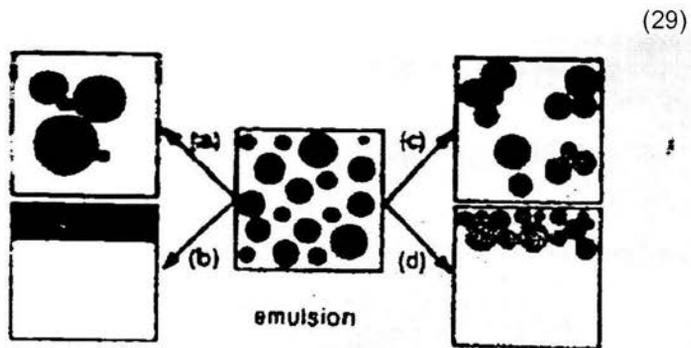
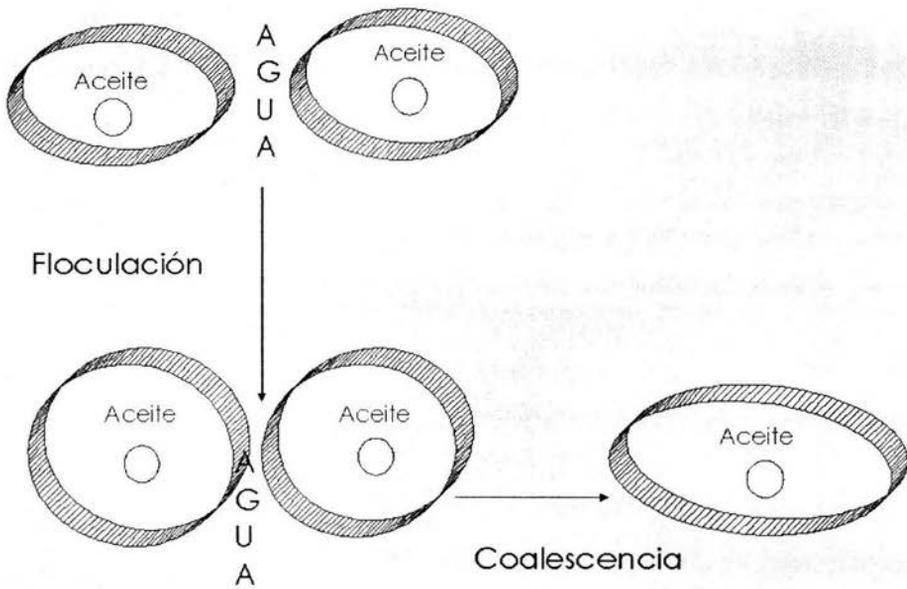
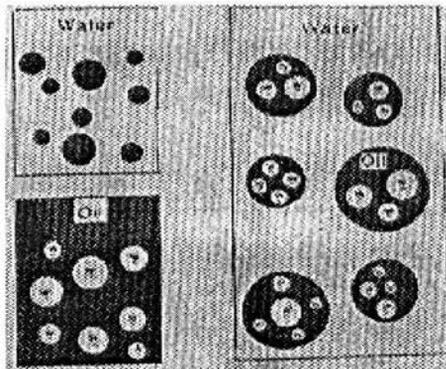


Ilustración de los estados de una emulsión: (a) coalescencia, (b) ruptura, (c) floculación, (d) cremado

(18)

### 10.3.-COALESCENCIA (DESESTABILIZACIÓN DE LA EMULSIÓN)

Es la tercera forma, y la forma más grave, de desestabilización de una emulsión, e implica la ruptura de la película interfacial, el agrupamiento de los glóbulos, y la reducción del área interfacial. Es un fenómeno en el cual la película entre las gotas se rompe y se forma una gota de mayor dimensión. Es la asociación de pequeños glóbulos que dan como resultado glóbulos cada vez mayores hasta la completa separación de la fase oleosa. Se destruye por completo la película coloidal interfacial, se encuentra relacionado con la fase oleosa (cristalización, viscosidad) y se forman dos fases. (2,14)



Cuando las gotas flocculan {a → b}, la velocidad de cremado se incrementa, como cuando las gotas coalescen {b → c}. El incremento en el cremado, disminuye el tiempo para la separación total de las fases {c → d}.

El contacto de los glóbulos es una etapa previa a la coalescencia, y esto puede producirse mediante la floculación, formación de nata o sedimentación, y/o movimiento browniano. (2)

Uno de los principales motivos por los cuales se provoca la coalescencia, es que aproximadamente el 60 % de las partículas tienen un tamaño mayor del doble, que el tamaño inicial de las mismas.

El proceso de la coalescencia tiene cuatro pasos básicos:

1.- El acercamiento de dos gotas una con otra hasta alcanzar un contacto que es un paso antes de la floculación.

2.- El remanente o residuo de la película que mantiene en contacto las gotas, la velocidad de desintegración de dicha película, determina que tan rápido se alcanza un rompimiento.

Tensión superficial en un parámetro crítico, por lo que una baja tensión superficial facilita la deformación de las gotas y se obtiene fácilmente una larga película que las une por otro lado, cuando la tensión superficial es alta la deformación de las gotas es mínima y el punto de contacto entre ellas es también mínimo.

3.- La ruptura de la película, el rompimiento de la película incrementa rápidamente cuando disminuye la adhesividad de la misma.

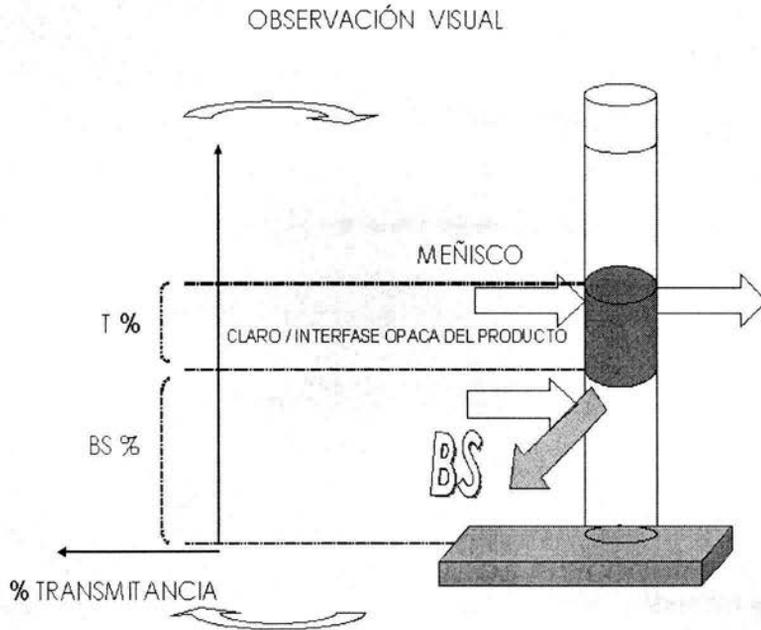
4.- Por ultimo la fusión o el amalgamiento de las gotas.

### ***11.-PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS PARA EL CONTROL DE UNA EMULSIÓN PARA BEBIDA.***

El análisis de las emulsiones tiene mucha relación con sus propiedades, por regla general se emplean métodos analíticos físicos y químicos. Aunque es variable el orden de importancia, según sea la emulsión que se esté analizando. De acuerdo a los parámetros involucrados en la estabilidad son:

- Viscosidad de la fase acuosa.
- Diámetro de los glóbulos.
- Diferencia en la gravedad específica entre las fases continua y dispersa.
- Visual (No debe presentar floculación).
- Después de un almacenamiento a varios ciclos de temperatura.
- Después de Dilución.

- Tamaño de los glóbulos de aceite.
- Microscopia método cualitativo, rápido e inexacto.
- Turbidez determinada en la dilución 1:1000, los resultados dependen de la Repartición de partículas. (29)



- Densidad Óptica.
- Granulometría Láser.
- Centrifugación se efectúa en la emulsión a 10 000 rpm de 10-20 minutos y también se efectúa en la bebida.
- Apariencia de Cremado.
- Viscosidad (Brookfield a 21°C de 80 a 120 cP).
- Absorbancia determinada en la dilución, es el índice de tamaño dado por la Relación de la absorbancia a 800 y 400 nanómetros. (2,3,4,10,7,29)

## 12.-PRUEBA DE FUNCIONALIDAD

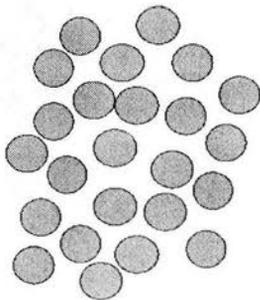
Los métodos de control de las emulsiones se basan en el tamaño de los glóbulos y en la evolución de sus tamaños durante su almacenamiento en condiciones aceleradas.

Emulsión a 45 °C durante 8 días; en refrigeración (+5°C) y horno a 5°C por 8 días.

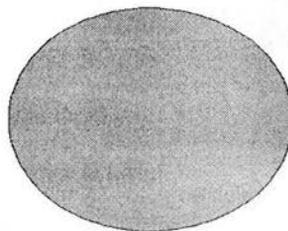
El tamaño de partícula de los glóbulos de grasa de una emulsión bien homogeneizada es de tamaño uniforme y no de más de un micrón. La determinación del tamaño de partícula se lleva a cabo por el método óptico directamente a través del microscopio óptico de contraste de fases.

La muestra de la emulsión a evaluar, se coloca sobre un portaobjetos y se cubre con el cubreobjetos, evitando introducir burbujas de aire para obtener una película homogénea .A continuación se observan las moléculas vistas al microscopio y la ampliación de una de ellas y su medida, que cumpliendo con la medida como se indica, dará como resultado una emulsión estable.

### OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA



PARTICULAS DE 1  $\mu\text{m}$



PARTICULA DE 10  $\mu\text{m}$

Las apariencias de las emulsiones en relación a su tamaño de partícula se describen a continuación:

PARTICULA	APARIENCIA	ESTABILIDAD
0.05 micras	Transparente	Extremadamente estable
0.05-0.1 micras	Translúcidas	Excelente
0.1-1 micra	Blanca – Azulosa	Buena
1-10 micras	Blanca Lechosa	Tendencia a cremar
10 micras	Gruesa	Mala

## **14.- CONCLUSIONES**

- El uso de las emulsiones en las bebidas, permite que los sabores y colores se distribuyan homogéneamente en el sistema.
- Los hidrocoloides y almidones modificados son los más utilizados como emulsificantes para bebidas.
- Las emulsiones pueden ser coloridas o blancas.
- Las emulsiones para bebidas se emplean en sabores como limón, mandarina, naranja, mango, piña y tamarindo.
- Las emulsiones aparte de emulsificar sabores y colores dan a las bebida turbiedad y cuerpo .

## **15.-BIBLIOGRAFÍA**

- 1.- Badui D.S. Diccionario de Tecnología de los Alimentos. Alhambra Mexicana México.pag. 109 (1980).
- 2.- Fennema O. R. Química de los Alimentos.Acribia, Zaragoza España. pag. 133-135, 169, 625-630 . (1993).
- 3.- Badui D. S. Química de los Alimentos. Alhambra Mexicana México . pag. 472,517 (1995)
- 4.- Swing E, F. & Larson K. Food Emulsions . Marcel Dekker New Cork. Pag. 132 (1997)
- 5.- Varnam H.A. & Sutherland J. P.Tecnología de Bebidas, Química y Microbiología. Acribia, Zaragoza España. pag. 77-106 (1997)
- 6.-Belitz & Grosch . Química de los Alimentos .Acribia, Zaragoza España pag. 252-255,372 (1991)
- 7.- Hirts B.A. .Review of the chemistry of water soluble gum. In: water soluble gums and colloid S.C.I Monogrs pH ND 24(3) (1996)
- 8.- <http://es.wikipedia.org/wiki/Emulsi%C3%B3n> . Julio 2006.
- 9.- Glicksman M. Gum Arabic ( gum acacia ) , In foods Hydrocolloids. CRC Press 11(7) (1983)
- 10.- Furia T. Handbook of Food Additives.Editorial CRC Press,Inc. New York pag. 397-428 (1982)
- 11.- Manual de Información Técnica.Aranal S.A. de C.V. México 2005
- 12.-Bennett H. Bishop J.L & Wulfing M.F. Practical emulsions Vol. II Applications Chemical Publishing Co.INC pag. 89-91 (1968)
- 13.-Becerra C. & Ordóñez M.M.L. Estabilización de bebidas No alcoholicas elaboradas a base de abietato de glicerilo como emulsificante. Tesis de Licenciatura de QFB . UNAM pag. 4-6, 21,84,112 (1988)
- 14.-Chantrapornchai, W., Clydesdale, F.M.& McClements D.J.Influence of Flocculation on Optical Properties of Emulsions. Journal of Food Science 66(3) Institute of Foods Technologists pag. 464-469 (2001)
- 15 .-Chanamai R.& McClements D.J. Depletion Flocculation of Beverage Emulsions by Gum Arabic and Modified Starch. Journal of Food Science 66(3). Institute of Foods Technologists pag. 457-463 (2001)

- 16.-Cruz L. R.F. Desarrollo de algunos concentrados para la industria de bebidas gaseosas . Tesis de Licenciatura de Químico. UNAM . pag. 1-3 (1994)
- 17.- Torres S.F. Utilización de la goma de mezquite en emulsiones para bebidas carbonatadas. Tesis de Licenciatura de Químico en Alimentos . UNAM pag.17-19,22-29(1997 )
- 18.- Lazo J. M.L. Estructura termodinámica y HLB en la estabilidad de emulsiones  
Tesis de Licenciatura de Químico. UNAM pag. 25, 39, 40,50,60 (1996)
- 19.-Griffin,W.C. Calculation of HLB values of non-ionic surfactants J.Soc. Cosmet.Chem. 5 pag. 249-256(1954)
- 20.- Hughes C. Guía de Aditivos. Acribia, Zaragoza España. pag. 496-498(1994)
- 21.- Wong W.S. Dominic .Química de los Alimentos . Mecanismos y Teoría .Acribia, Zaragoza España .pag. 35-48 (1998)
- 22.-Foods Emulsifiers.[www.ific.org/publications/brochures/additivesbrochsp.cfm](http://www.ific.org/publications/brochures/additivesbrochsp.cfm)  
Enero 2004
- 23.- Emulsifiers [www.ise.co.kr/viewproduct\\_e.htm](http://www.ise.co.kr/viewproduct_e.htm) Abril 2002
- 24.-Rodriguez M.D.M.Alternativas tecnológicas para la selección de un emulsificante Tesis de Licenciatura de QFB . UNAM. pag. 58 (1988)
- 25.-Gerardo L. Ma. S. Aspectos importantes de los emulsificantes para alimentos Tesis de Licenciatura de Ingeniero Químico Cuatitlán, UNAM pag. 21,34 y 39 (2002)
- 26.- Cortés Q. V. Emulsificantes y su aplicación en la industria de alimentos . Tesis de Licenciatura de Químico en Alimentos pag. 23-28 (1998)
- 27.-Gomez D. F. Criterios para la selección en emulsificantes en formulación de alimentos. Tesis de Licenciatura de Ingeniero Químico . UNAM .pag. 4,5,8,9 ( 2004)
- 28.- Dickinson E., Murray B.S., Stainby G. & Anderson D. M. W. Surface Activity and Emulsifying behaviour for somer acacia gum. Food Hydrocolloids 2 (6), 477 ( 1988 )
- 29.- Información técnica de Colloides Naturels de México S.A. de C.V. México 2005

#Cuentas 8834115-8

Telefono : 56-03-97-99

Correo : lediambello@yahoo.com.mx