

Nº 95
2EJ.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

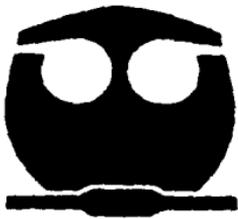
**IDENTIFICACION DE SUSTITUTOS PARA
ACEITE VEGETAL BROMADO EN
BEBIDAS CARBONATADAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

P R E S E N T A :

Laura Carolina Martínez Dubois Gutiérrez



1992

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE:

I.-Resumen	1
II.-Introducción	2
1.-Obtención de Aceite Vegetal Bromado (BVD)	3
2.-Identificación de Aceite Vegetal Bromado en bebidas	5
3.-Estudios toxicológicos del Aceite Vegetal Bromado	7
4.-Sustitutos para Aceite Vegetal Bromado	9
a)Acetoisobutirato de Sacarosa (SAIB)	9
b)Ablatato de Glicerilo o Estergum (EG)	10
c)Goma Damar o Resinogum (RG)	11
d)Benzoatos de Poliol	12
5.-Emulsiones	13
a)Preparación de las fases oleosa y acuosa	14
b)Premezcla o Prehomogeneización	14
c)Homogeneización	15
6.-Problemas de Estabilidad	15
a)Formación de anillo	15
b)Floculación	16
c)Coalescencia	17
7.-Ingredientes utilizados en la fabricación de emulsiones ..	17
a)Aceites esenciales	17
b)Conservadores	21
c)Acidos	21
d)Colorantes	22
e)Gomas	24
8.-Pruebas sensoriales	24
a)Información analítica	24
b)Información afectiva	25
III.-Metodología	27
1.-Métodos de Análisis	27
a)Preparación de las emulsiones	27
b)Determinación de la densidad de la fase oleosa	27
c)Observaciones al microscopio	27
d)Tamaño de partícula	28

e) Turbidez	29
f) Estabilidad	30
g) Evaluación sensorial	30
2.- Metodología Experimental	30
a) Formulaciones propuestas	31
IV.- Resultados	34
1.- Tabla de resultados	37
2.- Gráficas	39
V.- Discusión de Resultados	47
1.- Resultados Experimentales	47
a) Formulación 1	47
b) Formulación 2	48
c) Formulación 3	49
d) Formulación 4	50
e) Formulación 5	51
f) Formulación 6	52
g) Formulación 7	52
h) Formulación 8	53
2.- Prueba Piloto	53
VI.- Conclusiones	55
VII.- Bibliografía	57

I. -RESUMEN:

Cumpliendo con el objetivo de esta tesis de encontrar sustitutos para Aceite Vegetal Bromado (BVO) en bebidas carbonatadas, se probaron dos agentes espesantes y un tensoactivo, haciendo diferentes formulaciones con ellos.

Los agentes espesantes utilizados son el SAIB y el Resinogum (goma Damar). Se decidió trabajar con ellos, puesto que el SAIB es un agente espesante muy utilizado en varios países europeos y Canadá, y no proporciona sabores ni olores no deseados al producto terminado. Su aceptación en alimentos por la FDA (Food and Drugs Administration) está en trámite y sujeto a pruebas de laboratorio; el SAIB utilizado es el SAIB-SG de Nutriquim S.A. de C.V.; en lo referente al resinogum, se ha visto que da emulsiones estables, por lo que también se decidió utilizarlo; se usaron 2 tipos de resinogum: el RG-DD IRX 29-130 y el RG-DDD IRX 61-347, de Gomas Naturales, S.A. de C.V.

Se decidió trabajar con un tensoactivo pues queríamos ver si este tipo de compuestos podía sustituir a los agentes espesantes y para determinar que tanta estabilidad pueden impartir al producto terminado. El tensoactivo utilizado fue Polisorbac 80, lote D-2422 de Arancia, S.A. de C.V.

Otros de los compuestos utilizados dentro de las formulaciones fueron los siguientes:

- Estergum: Agente espesante Sterquim EO 495 E de Resiquimich.
- BVO: Agente espesante de Haarmann & Reimer con una densidad de 1.30-1.35.
- Emulgum: IRX 25.631, de Gomas Naturales, S.A. de C.V.

Después de preparar los concentrados, se prepararon las bebidas las cuales se dejaron en estabilidad durante 45 días y a las formulaciones que cumplieron con estas pruebas de estabilidad, se les hicieron las pruebas sensoriales.

La formulación que al final de todas las pruebas se pareció más a la formulación original se tomó para hacer una prueba piloto y concluir si los sustitutos utilizados son aptos para utilizarse o no a nivel industrial.

II. -INTRODUCCION:

Dentro de la industria de refrescos, los sabores mas populares son los citricos. Este tipo de bebidas están basadas en aceites esenciales provenientes de la cáscara de frutas tales como naranja y limón. Como todos los aceites esenciales, son insolubles en agua y de aquí la necesidad de crear una emulsión dispersa en agua.

Este tipo de emulsiones es muy especial, ya que a diferencia de la mayoría de las emulsiones en alimentos, se consumen en forma muy diluida en lugar de en la forma concentrada original: primero se prepara una emulsión concentrada para luego diluirla en una solución azucarada y así producir la bebida final, la cual puede ser carbonatada o no carbonatada.

La emulsión es la que dará identidad a la bebida final, ya que proporciona sabor, color y apariencia nebulosa. Tanto en la forma concentrada como en la diluida, la emulsión debe tener una gran estabilidad, la cual deberá durar por lo menos 45 días, que es lo que se requiere en la industria de refrescos; esto es, que no se presente formación de anillo, sedimentación o cremosidad en el producto.

Este tipo de emulsiones se dividen en dos categorías:

a) Las emulsiones de sabor, las cuales proporcionan sabor, nebulosidad y color al producto terminado, y.

b) Las emulsiones nebulosas las cuales proporcionan únicamente nebulosidad al producto terminado.

Ambas compuestas por una fase oleosa y una fase acuosa, clasificándose dentro de la categoría de las emulsiones de aceite en agua (o/w).

La parte mas importante en las emulsiones para bebidas es la fase oleosa, la cual en las emulsiones de sabor, está constituida por los aceites saborizantes (normalmente aceites esenciales citricos) y agentes espesantes, y en las emulsiones nebulosas, constituida por aceites sin sabor (que pueden ser terpenos de naranja o aceites vegetales por ejemplo) y agentes espesantes.

La fase acuosa normalmente está constituida por varios tipos de hidrocoloides, ácido cítrico, preservativos y colorantes.

Los agentes espesantes son un grupo de materiales, los cuales se adicionan a los aceites esenciales con el fin de incrementar la gravedad específica de estos, y así ayudar a mantener estable la dispersión del aceite.

También son llamados agentes ajustadores de la densidad o agentes dispersantes. Estos, no deben de interferir en el color, olor y sabor de la bebida terminada, y deben de satisfacer los requerimientos legales del país en donde la bebida es consumida. De aquí la dificultad para encontrar un agente espesante que pueda ser utilizado en todo el mundo.

El primer agente espesante utilizado en la industria de refrescos, fué el Aceite Vegetal Bromado (BVD) en los años 1940's. Por su alta gravedad específica, está considerado como un agente espesante muy efectivo para aceites cítricos, al mismo tiempo que es miscible con estos, además de no interferir con el sabor y ser relativamente barato.

1.-Obtención de Aceite Vegetal Bromado:

El BVD se obtiene por la adición de moléculas de bromo en las ligaduras olefinicas de los ácidos grasos insaturados de los aceites vegetales. La adición se lleva a cabo preferentemente a bajas temperaturas para prevenir la alfa-bromación. La gravedad específica de un aceite bromado, es función de la cantidad de bromo incorporado a la molécula (1).

Los BVD's comerciales, se producen a partir de aceites vegetales con un número de iodo de 80-90 tales como el aceite de oliva, el cual produce un BVD con una gravedad específica de aproximadamente 1.24.

Aceites vegetales con un número de iodo de 105-125 tales como el aceite de ajonjolí, aceite de maíz, aceite de soya o aceite de

algodón, producen aceite vegetal bromado (BVD) con gravedad específica de aproximadamente 1.33 (2). En México se utiliza el aceite de maíz.

El BVD utilizado para bebidas, es un líquido viscoso, color café oscuro, con olor y sabor suave.

La cantidad de BVD requerido para estabilizar una emulsión de aceite cítrico para bebidas, va de 120 a 160 ppm en el producto terminado.

Hay que tomar en cuenta que si la gravedad específica de la fase oleosa es muy baja, la emulsión formará un anillo desagradable en la bebida terminada. De lo contrario, si la gravedad específica de la fase oleosa es muy elevada, se puede formar un precipitado blanco en el producto terminado.

Para una bebida de naranja de 12 grados Brix, una gravedad específica de 1.028 en la fase oleosa se ha encontrado aceptable, aunque lo ideal sería una gravedad específica de 1.045.

Para calcular la relación existente entre los materiales ligeros (aceites cítricos o neutros) y los materiales pesados (BVD o aceites espesantes) en la formulación de una bebida, se puede utilizar el método del cuadrado de Pearson (3).

Este método es muy sencillo y consiste en lo siguiente:

a) Primero deben anotarse las gravedades específicas de los componentes oleosos en la parte alta y baja del lado izquierdo del cuadro.

b) Se escribe la gravedad específica en el centro del cuadro.

c) Se lleva a cabo una resta cruzada de la cantidad mayor menos la menor en ambos casos. Se escriben los resultados en la parte de la derecha del cuadro. Como es una relación, el punto decimal se sustrae, multiplicando el resultado por 100.

d) Los números obtenidos (los del lado derecho) nos dan las proporciones aproximadas a usarse por volumen.

El peso de cada ingrediente puede ser fácilmente determinado por medio de la siguiente ecuación:

Gravedad Especifica = peso/volumen

Esto viene siendo la densidad, pero para fines prácticos se asume que la gravedad especifica es equivalente a la densidad.

-Ejemplo:	Gravedad especifica	Gravedad deseada	Proporción a usar
Mezcla de aceites cítricos	0.86	1.03	30
BVD	1.33		17

En 1966, la junta FAD/WHO, Comité Experto en Aditivos para Alimentos, expresó particular preocupación acerca de la posible acumulación de bromo en el tejido corporal, cuando los aceites vegetales bromados eran utilizados en alimentos.

En 1970, el Reino Unido y otros países europeos, retiraron el uso del BVD en alimentos; Estados Unidos y Canadá limitaron su uso a 15ppm en el producto terminado (4).

Desde entonces la búsqueda de sustitutos para BVD comenzó, no habiéndose encontrado un agente espesante universal hasta la fecha, aunque existen gran cantidad de productos utilizados para este fin, y las cantidades permitidas para cada uno de ellos varía mucho.

Como ejemplos tenemos:

Acetoisobutirato de sacarosa (SAIB) 50-500ppm, abietato de glicerilo (estergum) 100-150ppm, octa-acetato de sacarosa 50-500ppm, propilenglicol dibenzoato 85-120ppm y glicerol tribenzoato 40-190ppm.

2.-Identificación de Aceite Vegetal Bromado en bebidas:

Todas las restricciones en el uso del BVD, han llevado a la necesidad de utilizar métodos exactos para su determinación en

concentraciones traza. Para esto, varios trabajos han sido realizados dentro de los que se encuentran los siguientes:

-Friedman et al. ha utilizado análisis instrumentales para activación de neutrones para bromo en tejidos de cerdo. El contenido de bromo fue utilizado como indicador de residuos de BVO (5).

-Green y Keen desarrollaron un método colorimétrico para la detección de BVO, el cual consiste en convertir el bromo orgánico en bromo libre por combustión en presencia de oxígeno y usando una mezcla de dicromato con ácido sulfúrico. El bromo libre reacciona con una mezcla de piridina y ácido barbitúrico para dar finalmente una coloración púrpura (6).

-Turner describió un método basado en una debrominación inicial del BVO extraído con borohidruro de sodio y un catalizador de paladio en carbón y determinando el bromuro por titulación argentométrica utilizando un selector de ion bromuro. El método presentó seguridad y precisión de $\pm < 1$ ppm y ± 1 ppm respectivamente a nivel de 15 ppm (7).

-Conacher et al. desarrolló un procedimiento rápido de selección utilizando espectrometría fluorescente de rayos X para la detección y determinación semicuantitativa de BVO en refrescos. El análisis de refrescos comerciales, mostró de 10 a 45 mg. de BVO por 300 ml. de bebida. Además determinaron el contenido de bromo en BVO por titulación yodométrica y de aceite vegetal por medio de GLC, tales como ésteres de metilo (8).

-Conacher y Chada desarrollaron un método para determinar BVO en refrescos por medio de la combinación de la estimación de bromuro total y GLC.

El método para estimación de bromuro involucra la conversión de bromuro orgánico por fusión, seguida de una titulación yodométrica de bromuro inorgánico. El contenido de bromuro en varios BVO's estuvo entre 33.5% (en aceite de oliva) y 43.9% (en aceite de soya).

La recuperación del contenido de bromo en una bebida de naranja fortificada con aceite de ajonjolí bromado, dentro del rango de 1 a 25 mg/30 ml. fué de 94.3 a 97.5% (9).

Otra forma para identificar BVO's, es por medio del uso de cromatografía capilar de gas (GC), que junto con transesterificación y con el tratamiento con metóxido de sodio, son los únicos métodos que pueden identificar BVO's individuales. Hay que detectar y separar los metil ésteres constituyentes del ácido graso bromado después de tratar a los BVO's con solución de ácido sulfúrico y metanol. Chadka, Lawrence y Conacher hicieron este trabajo, para determinar BVO's en una bebida sabor naranja y 7 diferentes BVO's fueron caracterizados y los resultados fueron comparables con trabajos anteriores hechos con GC en columna empacada (10).

3.-Estudios toxicológicos del Aceite Vegetal Bromado:

Se han llevado a cabo numerosos estudios en ratas para determinar si el BVO es seguro para utilizarlo en alimentos.

-Gangolli et al., investigó el efecto de la bromo fluoresceína en la alimentación de ratas, presentándose una acumulación considerable del líquido marcado con bromo en el tejido adiposo, así como un aumento en el peso del hígado y riñón. Trabajando con cerdos, dentro de un rango entre 100 y 400 mg de BVO por Kg de peso, alimentándolos durante 42 días, se observó la presencia de bromo en el tejido adiposo, hígado, bazo, glándulas suprarrenales, cerebro, riñones y nodos linfáticos (11).

Tratando posteriormente de remover el bromo de los animales afectados, los sometió a una dieta libre de bromo, acelerando la pérdida de tejido adiposo reduciendo el consumo de alimentos, no pudiendo sin embargo comprobar que el bromo era movilizado del tejido y metabolizado.

-De acuerdo con Munro et al., las ratas alimentadas con 0.5% de BVD, pero no aquellas alimentadas con 0.1 ó 0.02% de BVD, mostraron un relativo aumento en el peso de corazón e hígado, lo cual fué muestra de acumulación de grasa en estos órganos.

El 85% de los animales alimentados con 0.5% de BVD presentaron miocarditis; algunos también presentaron hiperplasia microfolicular de la tiroides (12).

-Gaunt et al., encontró un depósito considerable de lípido marcado con bromo a todos los niveles de tratamiento (de 0.05% a 0.8% de BVD) en ratas, y hubo evidencia histológica de acumulación de lípidos (13).

En el caso de cerdos alimentados con 160 mg de BVD por Kg de peso durante 64 días, se encontró un contenido sustancial de grasa intracelular en los nodos linfáticos, y todos los órganos con contenido de lípido marcado con bromo (14).

Basados en los resultados de los estudios de la FEMA, se sostiene que el límite de 15 ppm en el uso de BVD, pudiera ser sin peligro aumentado a 50-75 ppm (15). Sin embargo, los altos niveles de BVD en las dietas de las ratas han mostrado producir cierto número de efectos toxicológicos adversos tales como miocitolisis cardíaca, hiperplasia tiroidea, hígado graso, atrofia testicular y daño renal (16). Estos descubrimientos variables hacen difícil la aplicación de los resultados de las pruebas con animales a alimentos y bebidas para humanos.

Por todo esto es que se concluyó que el BVD no debe ser utilizado como aditivo para alimentos y de aquí la restricción de su uso en algunos países y su prohibición en otros.

Es entonces que surge la necesidad en la industria alimentaria de buscar sustitutos para aceite vegetal bromado (BVD) en bebidas. Estos sustitutos, deberán reunir las características que los hagan ser buenos estabilizantes y espesantes, proporcionar las ventajas que proporcionaba el BVD y sobre todo, no presentar problemas toxicológicos ni de metabolismo dentro del cuerpo humano, para así, ser considerados como aceptables.

4.-Sustitutos para Aceite Vegetal Bromado:

Los principales productos que pudieran ser utilizados como sustitutos para BVD en bebidas son los siguientes:

a) Acetoisobutirato de sacarosa (SAIB):

El SAIB es una mezcla de ésteres de sacarosa, conteniendo aproximadamente 2 moles de acetato v 6 moles de isobutirato por cada mol de sacarosa.

El SAIB es una sustancia viscosa, sin color, sin olor y sin sabor. A temperatura ambiente es un líquido muy viscoso con una gravedad específica de 1.146. Sin embargo, la viscosidad del SAIB decrece cuando se mezcla con un solvente y de igual modo la viscosidad decrece al aumentar la temperatura. Como ejemplo tenemos que la viscosidad del SAIB puede caer de 100,000 cps a 105 cps cuando la temperatura aumenta de 30 a 100 °C.

En 1968 se editó una patente en el Reino Unido para que el SAIB fuera utilizado en mezcla con aceites esenciales para facilitar la emulsificación de estos aceites en agua en la manufactura de refrescos (17).

Desde entonces, varios estudios se han hecho en lo referente al efecto bioquímico y el metabolismo del SAIB en ratas y humanos.

En general, los resultados de los estudios realizados muestran que el uso del SAIB como aditivo en alimentos, no constituye un problema toxicológico en lo que respecta a su destino en el metabolismo del hombre.

El SAIB reemplaza a los BVD's en Canadá y es aceptado en gran cantidad de países, esto basado en los estudios realizados a corto plazo sobre este producto.

El nivel de uso permitido para el SAIB en Canadá, es de 50 ppm en bebidas. En otros países tales como Suecia, Noruega y Brasil, el límite de uso permitido para el SAIB llega a 500 ppm.

El uso del SAIB en E.U.A., el Reino Unido y otros países, está

pendiente en lo que se llevan a cabo estudios a largo plazo (2).

El SAIB ha guiado al desarrollo de otros muchos ésteres ácidos de sacarosa, tales como octa-isobutirato de sacarosa, hepta-isobutirato de sacarosa y octa-propionato de sacarosa. Sin embargo, su uso como estabilizantes de emulsiones en bebidas está pendiente en lo que se llevan a cabo los estudios toxicológicos y de metabolismo.

b) Abietato de glicerilo (Estergum):

El estergum es una resina dura, color ámbar claro, que se produce por esterificación de la resina pálida de madera con glicerol de grado alimenticio y luego se purifica por extracción con vapor.

La resina de madera es un material resinoso sólido que se encuentra naturalmente en la oleoresina de los pinos. Hay 3 fuentes principales de resina:

a) Gomorresina: Obtenida de la recolección del exudado de pinos, seguida de calentamiento y extracción de terpenos volátiles y compuestos de trementina.

b) Resina de madera: Obtenida por extracción con solvente de cepas de pino, seguido de refinamiento con solvente del material extraído.

c) Tall oil: Obtenido como subproducto del proceso Kraft en la producción de pulpa de madera.

Estos tres tipos de resina son similares en naturaleza y están compuestos aproximadamente de 90% de ácidos de resina y 10% de compuestos neutros no ácidos.

Un éster gum producido comercialmente tiene las siguientes propiedades:

Punto suave:	90 °C
Color (escala de resinas USDA):	WG
Número ácido:	6.5
Densidad a 25 °C (g/cc):	1.08

Se produce en hojuelas o en forma rocosa. La primera es más fácil de usar, aunque por el área que presentan son propensas a una gradual oxidación. Esto provoca un oscurecimiento en el color y un decremento de la solubilidad en terpenos y otros solventes orgánicos.

El uso del éster gum en fracciones aceitosas de terpenos de naranja para obtener estabilidad en bebidas de naranja, fué propuesta por primera vez en 1967. El éster gum está considerado como el mejor agente para crear emulsiones nebulosas cuando es utilizado en combinación con otros agentes espesantes.

Ya que el éster gum es propenso a la oxidación, el ácido abietato hidrogenado y los ésteres aunque fueron propuestos para utilizarse en emulsiones nebulosas están todavía pendientes en su aprobación.

El éster gum está aprobado en E.U.A. y en algunos otros países como aditivo para alimentos.

Está especificado en las regulaciones del Código Federal de los Estados Unidos, en el título 21, sección 172.735 que el éster gum está permitido para usarse en bebidas carbonatadas no alcohólicas a 100 ppm. Sin embargo, la aprobación en otros países tales como el Reino Unido y Canadá, y la aceptación de este por la junta FAO/WHO, Comité Experto en Aditivos para Alimentos, no ha trascendido debido a la falta de métodos apropiados para su debida caracterización.

c) Goma Damar (Resinogum):

Damar es un nombre general que se le da a un grupo de exudados naturales de los arbustos del género Damar y de familias tales como Caesalpiniaceae y Dipterocarpaceae (18). Estas plantas son nativas de Malasia, Indonesia y las Indias Orientales.

La resina damar contiene una fracción ácida y otra neutra. La neutra se subdivide en las fracciones soluble e insoluble en etanol las cuales se designan como a y b resinas respectivamente.

La resina b es un material polimérico de bajo peso molecular. El resto de la resina es principalmente una mezcla compleja de triterpenos neutros y ácidos.

La goma damar es completamente soluble en aceites esenciales, benceno, tolueno, éter de petróleo, tetracloruro de carbono y cloroformo. Es parcialmente soluble en etanol y acetona, e insoluble en agua.

Ha sido utilizada en barnices durante muchos años y por su gran solubilidad en aceites esenciales, es utilizada como agente espesante para producir emulsiones nebulosas para bebidas.

Si es de la más alta calidad, la goma damar puede ser utilizada en crudo. Pequeñas cantidades de impurezas consistentes en materiales insolubles tales como astillas de madera, pueden ser removidas por simple filtración después de que la solución está hecha. Sin embargo, en varios casos, la forma cruda puede impartir al producto una nota terpénica.

Por extracción con solventes o destilación fraccionada puede deodorizarse.

Las características típicas de la goma damar para utilizarse como agente espesante son las siguientes:

Apariencia:	Blanco a amarillo pálido a café.
Pérdida de peso:	5% a 105 por 18 hrs.
Punto de fusión:	90 a 110 °C
Material insoluble:	0.5%
Gravedad específica:	1.05-1.08 a 20 °C.

La goma damar está permitida para ser usada en bebidas como resina de goma vegetal natural, es decir, no químicamente modificada. Clasificada bajo el nombre de AGATIS D'AMMARA (clasificación N3), número 16 de la lista particular de sustancias naturales saborizantes, firmada por 21 países pertenecientes al Concilio Europeo.

d) Benzoatos de Poliol:

El propilén glicol di-benzoato con una gravedad específica de 1.148 y el glicerol tribenzoato con gravedad específica de 1.28 pueden

mezclarse para dar un producto con gravedad específica de 1.17 el cual puede ser utilizado como aceite espesante.

Los benzoatos de poliol se utilizan para mejorar la gravedad específica de aceites cítricos y otros aceites. La mezcla de benzoato de poliol tiene buena estabilidad tanto en la emulsión como en la bebida (19).

Una nota amarga debida a las impurezas, puede detectarse en algunas muestras, aunque puede ser utilizada en bebidas de limón y toronja.

Los benzoatos de poliol son permitidos en Sudáfrica, España y E.U.A. a niveles de 85 a 190 ppm.

5.-Emulsiones:

Una emulsión simple de sabor, se prepara mezclando a los aceites con una cantidad calculada de agente emulsificante, luego agregando agua hasta la consistencia deseada. Para mantener homogénea la emulsión, hay que mantener regulada la viscosidad y la gravedad específica, en tanto que sean características compatibles con los ingredientes individuales.

Como la habilidad de los agentes emulsificantes de mantener al aceite en suspensión es proporcional al tamaño de partícula, las partículas de aceite se tienen que reducir de tamaño por medio de una homogeneización. No son emulsiones claras, ya que el material en realidad no está en solución, pero si se mantiene en suspensión.

Es por esto que se utilizan las emulsiones solamente cuando la nube de sabor es determinante en el producto terminado. Por ejemplo, en bebidas de naranja, limón, lima y root beer, la nebulosidad es determinante en el producto terminado. Esta nebulosidad, no son más que partículas de aceite suspendidas, las cuales difunden la luz causando este efecto. Sin embargo, la cantidad de estos aceites es demasiado pequeña como para lograr por sí solo este efecto y para esto, hay que agregar aceites neutros.

Las bebidas terminadas, tienen una gravedad específica aproximada

de 1.05, en tanto que la mayoría de los aceites saborizantes tienen una gravedad específica menor de 1. Esta es la razón por la cual deben de agregarse los agentes espesantes, los cuales cuentan con gravedades específicas altas y al agregarlos a las bases en pequeñas cantidades se llega al punto en donde la gravedad específica adquiere el valor deseado; este punto va a depender de la formulación utilizada. La cantidad de azúcar y la carbonatación de la bebida terminada, determinan en gran medida la gravedad específica aparente del producto. El gas disuelto, tiene el efecto de bajar la gravedad específica.

En general, la preparación de emulsiones para bebidas, es la siguiente:

a) Preparación de las fases oleosa y acuosa:

Para la fase acuosa, simplemente se disuelven cantidades pesadas de conservador, ácido cítrico, color y goma en el agua, haciendo una solución. Es importante el orden de adición de los ingredientes, puesto que puede haber problemas de disolución si no se lleva a cabo correctamente.

Para la fase oleosa se disuelve completamente el agente espesante en los aceites esenciales. La cantidad de agente espesante, está regulada por las cantidades permisibles por el gobierno en bebidas terminadas. Normalmente se utiliza la cantidad máxima permitida para obtener todos los beneficios del agente espesante en el producto terminado.

b) Premezcla o prehomogeneización:

Este paso se lleva a cabo con el fin de mezclar las fases oleosa y acuosa. El primer paso es romper la fase oleosa en pequeñas gotitas; el tamaño de estas, está determinado por el tipo de emulsión a preparar. Como regla general, la premezcla debe contener gotitas de aproximadamente 20 μm . Este paso se puede llevar a cabo utilizando una mezcladora de alta velocidad, un molino coloidal, una homomezcladora,

una hidrocortadora o equipo similar.

c) Homogeneización:

Este es el paso más importante del proceso. Aquí la emulsión cruda es bombeada a través de la válvula de homogeneización del homogeneizador a alta presión. La alta presión fuerza al líquido a pasar a través de la válvula rápidamente, lo cual crea una turbulencia y fuerzas que rompen a las gotitas en finas partículas. Se utilizan para este fin los homogeneizadores de 1 y 2 etapas. La presión en la primera etapa varía dependiendo del tipo de emulsión y es dependiente de la composición de la misma; puede variar de 2000 psi a 5000 psi o de 140 a 350 Kg/cm² y en casos raros de 7000 psi a 500 Kg/cm².

En general se hace pasar la mezcla dos veces a través del homogeneizador para obtener un tamaño de partícula más uniforme en la emulsión.

Como las formulaciones en las emulsiones son muy variadas, no hay un procedimiento general para su preparación. Sin embargo, el procedimiento ideal para cada emulsión, puede ser designado de acuerdo a los principios básicos para una emulsión estable.

6.- Problemas de Estabilidad:

Los problemas de estabilidad para las emulsiones en bebidas, tanto en los concentrados como en la bebida terminada, nos llevan a que ocurran los siguientes casos descritos por Tan y Holmes:

- a) Formación de anillo
- b) Floculación
- c) Coalescencia

a) Formación de anillo:

Es cuando las partículas de aceites saborizantes se separan y

flotan en la bebida. Esto se ve como un anillo blanco cremoso en el cuello de la botella y está relacionado con la floculación. Es considerado como la separación de la emulsión en dos emulsiones. Una parte es mas aceitosa y la otra tiene un contenido mayor de agua.

Cuando esto sucede, la parte mas rica en aceites es la que sube y forma el anillo o capa cremosa en el cuello de la botella.

También es indice de que se rompió la distribución de los aceites de sabor en la bebida.

Una situación especial que ocurre es la sedimentación; esto se lleva a cabo cuando el agente espesante se usa en mayor cantidad de la debida en la fase oleosa. En este caso, el exceso de agente espesante se va separando gradualmente de los aceites de sabor y precipita.

b)Floculación:

Este fenomeno ocurre cuando las gotas de aceite de la fase dispersa, forman agregados sin coalescencia o unión. En este estado, las gotas mantienen su identidad original.

Las fuerzas que hacen que se formen los agregados, son fuerzas de van der Waals y fuerzas electrostáticas alrededor de las gotas.

Desde el punto de vista de la formación del anillo, estos agregados se comportan como largas gotas y el proceso de formación de anillo se ve acelerado en sistemas en los que la diferencia de densidades entre los agregados y la fase continua es bastante amplia.

En los sistemas de bebidas, cuando la concentración de gotas es baja, la floculación es a veces reversible. Al haber floculación se percibe un aumento en la viscosidad de la emulsión.

Los agregados pueden ser redispersados ya que las interacciones de las fuerzas entre las gotas son muy débiles. Este fenomeno puede ser observado si se agita suavemente una botella de refresco que tenga anillo en el cuello; el anillo desaparece rapidamente después de la agitación.

c)Coalescencia:

En este estado, se revientan las coberturas de las gotas de los agregados y las gotas de aceite emergen juntas y forman una gota larga. Esto lleva al decremento en la cantidad de gotas de aceite y eventualmente hay rompimiento de la emulsión.

Cuando se utiliza un hidrocoloide apropiado en la fase acuosa, el rompimiento de la emulsión raramente conducirá a este estado. La razón es que el hidrocoloide, por ejemplo la goma arábiga, forma una buena película alrededor de las gotas de aceite y proporciona viscosidad a la fase acuosa.

7.-Ingredientes utilizados en la fabricación de emulsiones:

a) Aceites esenciales:

1) Aceite de la cáscara de frutas cítricas:

Este aceite junto con los aceites esenciales de varias frutas es ampliamente utilizado para impartir sabor, aroma y carácter a las bebidas.

Los aceites de la cáscara de frutas cítricas, aceites esenciales de naranja, limón, lima, mandarina y toronja, son el primer producto que se recupera del desecho en la manufactura de jugos o de las fábricas de conservas de frutas.

Existen diversos métodos para obtener el aceite de la cáscara de las frutas, pero todos ellos nos dan una emulsión de aceite y agua. El aceite se separa por centrifugación de la fase acuosa. En seguida de esto, el aceite es almacenado aproximadamente una semana entre 0 ~ 5°C y durante este tiempo, materiales de cera indeseables se separan del aceite y se asientan. El aceite claro se decanta en tanques de acero inoxidable de almacenamiento, los cuales se mantienen a temperaturas de 5°C.

No debe haber presencia de aire durante el almacenamiento para evitar el deterioro del aceite. Esto se logra llenando los tanques al máximo, o desplazando el aire con un gas inerte.

Una parte del aceite se mezcla con el jugo cuando este es extraído de las frutas en la manufactura de jugos, pero cantidades excesivas de aceite en el jugo pueden ser dañinas en su calidad. Por esta razón se hace pasar al jugo a través de desaceiteros con el fin de reducir la cantidad de aceite presente. El jugo normalmente se inyecta en el desaceitero, el cual opera con vapor entre 11 in. (88°C) y 25.5 in. (55°C). La mezcla de vapor de agua y aceite se separa y condensa. Se separa entonces al aceite por decantación o centrifugación. Los aceites obtenidos de este modo, tienen características un poco diferentes a las de los aceites obtenidos por destilación de vapor a presión atmosférica.

El aceite destilado es incoloro, tiene un peso específico más bajo que el del aceite extraído con máquina, rotación óptica más elevada, más bajo contenido de aldehídos y prácticamente no tiene residuo a la evaporación. También las características organolépticas son netamente diferentes e inferiores con respecto al aceite extraído en frío. Sin embargo, si la destilación se ha llevado a cabo correctamente (baja temperatura, producto de partida no alterado, etc.) se puede obtener un aceite destilado de buena calidad.

El aparato de destilación más usado actualmente, está construido en acero inoxidable y consta de tres partes fundamentales: la caldera, el condensador y el separador de condensados.

En el alambique que tiene fondo hemisférico y fondo cilíndrico, se encuentra un anillo circular perforado, unido a la línea de distribución de vapor.

El condensador es un refrigerante de serpiente o de haz de tubos, enfriado por agua, mientras el separador está formado por dos grandes cilindros de vidrio provistos de válvulas al fondo y válvulas de alivio y de conexión en la parte superior.

El vacío que se obtiene mediante una bomba de anillo líquido, se regula de manera de realizar la destilación a una temperatura no superior a los 45-55°C.

El alambique se carga con el líquido a destilar por gravedad o aprovechando el vacío formado precedentemente en el aparato: la cantidad de líquido introducido cada vez no debe superar el 50% del

volúmen total del alambique. Terminada la carga, se cierra la válvula de entrada del producto, se hace el vacío y finalmente se abre la válvula de entrada del vapor. La cantidad de vapor inyectada debe ser modesta, y la bomba de vacío debe mantenerse trabajando por todo el tiempo de la destilación.

En los separadores se recoge el destilado, constituido por agua y aceite que se separan por gravedad en dos estratos diferentes. Eliminando el vacío del primer separador se descarga el agua mediante la válvula del fondo y entonces, se recoge el aceite. Durante esta operación la destilación continúa, y el destilado se recoge en el segundo separador.

La destilación de cada carga, dura un promedio de 60-90 min., según la cantidad de aceite presente. Generalmente los destiladores tienen una capacidad de 600 ó 1000 lts.

Los aceites esenciales están compuestos por mezclas de hidrocarburos, compuestos oxigenados y residuos no volátiles. Se han podido identificar más de 14 compuestos.

Los hidrocarburos son principalmente terpenos, en tanto que los compuestos oxigenados son una variedad de compuestos tales como aldehídos, ésteres, ácidos, alcoholes, cetonas, éteres y fenoles.

Los residuos no volátiles consisten en 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 (Hendrickson y Kesterson, 1951).

Se ha demostrado que el uso de antioxidantes tales como BHA y BHT estabilizan efectivamente al aceite de naranja y al D-limoneno, retardando el deterioro por oxidación. El BHA presenta mejores resultados (Gearhart et al. 1957).

Las propiedades químicas y físicas del aceite de la cáscara de cítricos, varían con el grado de madurez, la variedad de fruta, variaciones ambientales, almacenamiento de las frutas y métodos de extracción. El contenido aldehídico del aceite, está determinado por la cantidad de fase acuosa que está en contacto con el aceite durante el proceso.

ii) Almacenamiento de los aceites esenciales:

Todos los aceites esenciales, se almacenan preferentemente en contenedores de vidrio, cuando el almacenamiento va a ser por un periodo largo de tiempo. Si el contenedor de vidrio está lleno, hay que cerrarlo herméticamente, mantenerlo en lugar fresco (20 °C) y protegerlo de la luz. En estas condiciones, puede mantenerse por mucho tiempo sin que sufra efectos determinantes. Sin embargo este material no es muy adecuado a nivel industrial, ya que corre el riesgo de romperse y es muy pesado.

Otra opción de almacenamiento, un poco menos efectiva para aceites esenciales, es en contenedores de acero inoxidable. La mayoría de los aceites esenciales almacenados en recipientes llenos, herméticamente cerrados, en contenedores de acero inoxidable, pueden mantenerse sin problema durante 5 años. El inconveniente que existe al utilizar este tipo de material es su elevado costo.

Los contenedores de aluminio son apropiados para la mayoría de los aceites esenciales pero no se ha contemplado si proveen un largo almacenamiento. Generalmente los contenedores de aluminio tienen una capa delgada de óxido, la cual proviene de una reacción de los aceites con el metal. Si esta capa no ha sido dañada, el aceite puede mantenerse durante un periodo considerable de tiempo. Sin embargo, por la suavidad de este tipo de contenedores, la capa de óxido puede dañarse con facilidad, teniendo como resultado una contaminación metálica del aceite y resultados no favorables.

Lo mas utilizado sin embargo a nivel industrial, son los contenedores de polietileno de alta densidad, los cuales son fáciles de manejar, mantienen a los aceites en buena condición, aunque no por mucho tiempo, por tanto se utilizan cuando su periodo de almacenamiento no va a ser muy largo.

iii) Aceites citricos:

Todos los aceites citricos se mantienen preferentemente en tambores con recubrimiento epoxico, los cuales son especificos para aceites ricos en hidrocarburos (tales como los aceites citricos).

El problema que existe con este tipo de contenedores, es que si llega a fracturarse el recubrimiento epóxico, va a haber reacción de los aceites con el metal y consecuentemente oxidación de estos. Cuando se almacenan en contenedores llenos hasta el tope, sin dejar ningún espacio, los aceites se mantienen sin cambio alguno durante 2 años y medio o mas.

Si no están completamente llenos los tambores durante el almacenamiento, rapidamente empieza a llevarse a cabo la oxidación, lo cual puede terminar en la obtención de aceite de trementina o terebintáceo. Para evitar esto se pueden utilizar antioxidantes, aunque se ha encontrado que es mas efectivo reemplazar el espacio de aire con gases tales como nitrógeno o dióxido de carbono en tambores parcialmente llenos.

b) Conservadores:

El ácido benzoico y el benzoato de sodio, son los conservadores mas comunmente utilizados en emulsiones para bebidas, aunque tambien pueden utilizarse otros.

Ya que el ácido benzoico tiene una solubilidad muy baja, se utiliza preferentemente su sal de sodio. El efecto conservador del ácido benzoico se ve influenciado por el pH. Cuando la acidéz en bebidas es menor de $\text{pH}=4.5$, el efecto conservador del ácido benzoico es mayor.

c) Ácidos:

El ácido es un ingrediente muy importante en la industria de refrescos, ya que da sabor al producto terminado y tambien controla el pH, previniendo el crecimiento microbiano.

Los ácidos se agregan a las emulsiones de bebidas, con el fin de obtener un pH menor de 4.5, ya que el crecimiento de la mayoría de las bacterias se ve favorecido en un rango de pH entre 6 y 8.5, y los

microorganismos patógenos no crecen bien a pH's por debajo de 4.5 (2).

El ácido cítrico se utiliza muy comunmente en emulsiones para bebidas, ya que se relaciona con los productos cítricos y el sabor mas popular en refrescos es el cítrico.

Otros ácidos tales como málico, adípico, fumarico y láctico pueden reemplazar al ácido cítrico, ya que tambien producen acidéz.

Otra ventaja al utilizar el ácido cítrico, es su poder secuestrante de iones metálicos, que pueden estar presentes en el agua.

El ácido cítrico se produce basicamente en forma de cristales o en polvo, y se disuelve facilmente en el agua.

d)Colorantes:

Los colores utilizados en la preparación de emulsiones cítricas de sabor, son los colores del FD&C (Food, Drugs and Chemicals).

Los colores amarillo no.6 y rojo no.40, son los colores que se utilizan para dar color anaranjado.

Colores naturales tales como α y β carotenos y extractos de caléndula, se utilizan para dar tonos amarillos y anaranjados. Sin embargo, la estabilidad de los colorantes naturales, no es tan buena como la de los colorantes del FD&C.

Cuando se preparan emulsiones nebulosas, normalmente no se agregan colorantes, puesto que su función unicamente es la de dar nebulosidad al producto. El color natural de estas es blanco lechoso.

Es muy importante que la uniformidad de color en bebidas en donde se quiere imitar un jugo de frutas, se mantenga dentro de cierto rango, ya que la variación de color es un indicador de la calidad del producto y por esto, el fabricante debe de identificar y comprender los factores y las condiciones responsables de este.

Las diferencias en el color de las bebidas, puede deberse a la variedad de fruta, contenido de pulpa en el jugo, condiciones de almacenamiento, microorganismos, metales y oxígeno principalmente. Los jugos utilizados en este tipo de bebidas contienen colores naturales tales como β caroteno, licopeno y xantófilas.

Estos pigmentos naturales, se ven afectados por la variedad de la fruta, madurez y condiciones de almacenamiento.

Los colores del FD&C empleados en bebidas de imitación, contribuyen a que el producto sea atractivo; va que el color está asociado con el sabor, valor nutricional y calidad del producto terminado, es obvio que se utilizan los niveles permitidos en este tipo de bebidas.

Las cantidades recomendables de color en bebidas de imitación se presentan en la siguiente tabla (20):

SABOR	COLOR	RANGO EN PPM
Limón	Amarillo FDC no.5	10-15
Naranja	Amarillo FDC no.6	30-40
Lima	95% Amarillo no.5 5% Azul no.1	20-30
Uva	90% Rojo no.2 10% Azul no.1	60-70
Fresa	50% Rojo no.2 50% Amarillo no.6	60-70
Frambuesa	Rojo FDC no.2	60-70
Cereza	88% Rojo no.2 10% Amarillo no.5 2% Azul no.1	60-70
Toronja	Amarillo FDC no.5	5-10
Pina-Toronja	Amarillo FDC no.5	5-10

Tanto los colores FD&C como los naturales pueden decolorarse o alterar su tinte; la luz solar, los metales, el ácido ascórbico y los microorganismos, pueden afectarlos.

Para evitar cambios, es conveniente utilizar la cantidad y el grado de colorante apropiados.

También deben de mantenerse las bebidas bajo condiciones de almacenamiento y distribución adecuadas para evitar que sufran decoloración o precipitación.

e) Gomas:

Las gomas son muy utilizadas en la fabricación de emulsiones, ya que van a proporcionar turbidez en el producto terminado, además de actuar como emulsificantes o estabilizantes, ya que engloban a las partículas de aceite evitando así que se rompa la emulsión.

Este tipo de compuestos se utilizan únicamente en bebidas que se preparan a través de emulsiones.

Como ejemplos de gomas tenemos:

Goma arábiga o acacia (la cual es el hidrocoloide más conocido para usarse en emulsiones de bebidas), goma de tragacanto, goma karaya, goma de algarrobo, goma guar y emulgum.

8.-Pruebas sensoriales:

El Instituto de Tecnólogos de Alimentos (I.F.T), define a la evaluación sensorial como:

"Una disciplina científica empleada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones hacia aquellas características de los alimentos y materiales, según son percibidos por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído." (1975).

Hay dos tipos de información que se puede obtener por medio de las pruebas sensoriales:

a) Información analítica: Se utiliza para obtener información acerca de las características del producto, de la misma forma que en un análisis instrumental. Los sujetos equivalen a los instrumentos y no se consideran sus gustos, disgustos u opiniones acerca del producto. Los jueces no son representativos del consumidor y realizan pruebas de tipo analítico, las cuales pueden clasificarse en:

- i)Discriminativas: Para determinar diferencias.
- ii)Cuantitativas: Para estimar la magnitud de las diferencias.
- iii)Descriptivas: Para identificar las características.
- iv)Calidad: Con fines de control de calidad.

Se llevan a cabo las pruebas en el laboratorio, bajo condiciones controladas, las cuales generalmente son diferentes a las que utilizaría el consumidor.

Los sujetos utilizados como evaluadores, deben haber demostrado su capacidad discriminadora y haber sido entrenados para reconocer y comprender el siguiente de cada uno de los términos empleados: dulce, astringente, cremoso, pungente, etc., así como la signación de intensidades para cada atributo, de acuerdo con la escala utilizada.

Las conclusiones de estas evaluaciones son extrapolables a la población de productos de donde fue tomada la muestra.

Dentro de este método de análisis, se debe contar con ciertas facilidades tales como con cubículos, a parte de contar con información acerca del producto.

b)Información afectiva: Se utiliza para obtener información acerca del individuo (del consumidor real), los cuales son escogidos sobre bases muy diferentes de su capacidad discriminadora, por ejemplo: edad, sexo, nivel socio-económico, usuarios del producto, etc.

Las respuestas están encaminadas a determinar la preferencia de un producto sobre otro, o bien para estimar el nivel de agrado. Las conclusiones que se obtengan de estas pruebas serán extrapolables a la población de individuos de donde fue tomada la muestra. Las pruebas que pueden emplearse en este caso son:

- i)Pruebas de preferencia (comparación de pares y entrenamiento)
- ii)Hedónicas (nivel de agrado)
- iii)Pruebas de uso prolongado.

Las evaluaciones son conducidas en localidades centrales o en los hogares de los consumidores. En ocasiones muy especiales, se realizan dentro de la empresa, pero sin perder su caracter afectivo.

Las conclusiones son extrapolables solamente a la poblacion de consumidores de donde se tom6 la muestra (esto debe de tomarse en cuenta, cuando se utilizan empleados como consumidores; esto es, cuando los jueces son diferentes de los jueces analiticos por supuesto).

Pruebas de Evaluación Sensorial

Evaluación Sensorial Analitica

-Pruebas

Descriptivas: Perfiles

-Pruebas

Cuantitativas: Escalares
 Ordenamiento
 Duración de intensidad
 Estimación
 Categorías

-Pruebas

Sensitivas: Discriminativas y Umbral

Pruebas con consumidores

-Pruebas

Afectivas: Preferencia
 Aceptación
 Hedónicas

III.-METODOLOGIA:

1.-Métodos de Análisis:

a)Preparación de las emulsiones:

Las formulaciones de las emulsiones preparadas, se hicieron calculando la cantidad de ingredientes necesaria para preparar 1 Kg. de emulsión (una unidad), los cuales sirven para preparar 1000 lts. de producto terminado, esto es, 115 cajas de 24 botellas de 355 ml. cada una.

Como ya se dijo, las emulsiones se preparan mezclando 2 fases: una oleosa y una acuosa.

i)Fase acuosa: A una cierta cantidad de agua, se le agrega el benzoato de sodio y se disuelve perfectamente; después se agrega el ácido cítrico y cuando se ha disuelto, se agregan los colorantes. Una vez solubilizados, se agrega la cantidad de goma requerida y se agita hasta su disolución total.

ii)Fase oleosa: Se pesa la cantidad de aceites esenciales calculada, y se agregan los agentes espesantes. En el caso de las formulaciones en donde se utiliza estergum, se agrega éste primeramente, puesto que requiere de densidades bajas para solubilizarse.

b)Determinación de la densidad de la fase oleosa:

Esta determinación es muy importante ya que se ha concluido que para que una emulsión sea estable, el valor de la densidad de la fase oleosa debe ser muy parecida a la densidad de la fase dispersante.

La determinación se lleva a cabo pesando un mililitro de fase oleosa en la balanza analítica.

c)Observaciones al microscopio:

Una vez preparadas las emulsiones, se observan al microscopio para verificar que sean homogéneas. Si no fuera así, hay que volver a

homogeneizar o checar las condiciones de homogeneización.

Se toma una gota de emulsión y se pone en un portaobjetos; se cubre después con un cubre objetos y se observa al microscopio con el lente 40x.

El microscopio utilizado fué un Zeiss (West Germany) 1.25 X de Industrias Carl Zeiss de México, S.A. de C.V.

d) Tamaño de partícula:

Es importante hacer esta determinación, ya que para que una emulsión sea estable, y a su vez nuestro producto terminado, el tamaño de partícula debe de ser menor de 2 micras (2).

La opacidad o nebulosidad del producto terminado se ve disminuida al aumentar el tamaño de partícula, lo cual evidentemente nos conduce a la inestabilidad.

Los niveles de separación y cremosidad o formación de anillo dependen del tamaño de partícula y de las diferencias de gravedad específica entre las fases acuosa y oleosa.

El método utilizado para hacer esta determinación fué el de la calibración del micrómetro ocular, el cual es un pequeño disco redondo de vidrio grabado con una escala fija, económico y fácil de utilizar.

Los micrómetros oculares están grabados con una escala fija que consiste usualmente en 50 líneas paralelas. Cada división del micrómetro ocular representa diferentes medidas, según el poder de resolución del juego de objetivos utilizados en un microscopio compuesto. Por lo tanto, para cada juego de oculares y objetivos utilizado, la escala ocular se debe comparar con una escala calibrada conocida. Se emplea comúnmente un micrómetro de latino grabado con una escala con divisiones de 0.1 y 0.01 mm. Es importante recordar que una vez efectuada la calibración con un determinado juego de oculares y objetivos, estos no pueden ser intercambiados con los componentes correspondientes de otro microscopio.

Se retira el ocular del microscopio, se desenrosca la lente superior y se inserta la oblea del micrómetro de modo que se apoye el anillo del diafragma dentro del ocular. El grabado se coloca hacia abajo. Se reinserta el ocular.

Después de esto, se coloca el micrómetro de platina bajo el objetivo del microscopio que se ha de calibrar. Se enfoca la escala del micrómetro de platina y se ajusta de modo que la línea "0" de la escala del micrómetro ocular se superponga exactamente con la línea "0" de la escala del micrómetro de platina.

En seguida se observan las escalas y se observa el próximo par de líneas que coincidan exactamente. A partir de esto se hacen los cálculos.

Por ejemplo: Supongamos que las líneas que coinciden son la marca 40 en la escala ocular y la marca 0.09 mm. de la escala del micrómetro de platina; por tanto, 40 unidades de la escala ocular equivalen a 0.09 mm. en la escala del micrómetro de platina. Por ende, cada división del ocular, es igual a $0.09\text{mm.}/40$, o sea 0.00225 mm. Dado que hay 1000 micrómetros (μ) en cada milímetro, cada división del micrómetro ocular en esta calibración, es igual a 0.00225×1000 , o sea 2.25 micrómetros (μ).

Por consiguiente, si un objeto que se observa al microscopio ocupa 10 divisiones de la escala ocular, mediría 2.25×10 , o sea 22.5 micrómetros (μ) (21) y (22).

En nuestro caso lo que se hizo fué, una vez hecha la calibración, poner una muestra del concentrado en el microscopio, dividir el campo en 4 y leer mínimo en 3 de estos subcampos, 100 partículas en cada uno; esto se hizo 3 veces para cada muestra y se sacó un promedio del tamaño de partícula.

e) Turbidez:

La medición de turbidez esta directamente relacionada con el aspecto físico del producto terminado, lo cual es sumamente importante para que sea aceptado por el consumidor. El producto terminado debe tener un aspecto nebuloso, el cual va a observarse cuando los valores de turbidez caigan dentro de un determinado rango de valores. Los valores adecuados van de 0.50 a 1.20, haciendo la determinación a una longitud de onda de 660nm (23).

Para hacer esta determinación, se utilizó un espectrofotómetro Perkin-Elmer Lambda 3A (UV/VIS). Se pesa una muestra de 0.5g. de

concentrado en balanza analítica y se aforan a 500 ml. con agua destilada, luego se filtra parte de esta solución con vacío y con un filtro de 0.5 μ para utilizarlo como blanco. Se lee absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 660nm .

f) Estabilidad:

Una vez preparadas las bebidas, se dejaron sin mover durante 45 días, haciendo observaciones periódicas para la identificación de anillo, formación de sedimento, pérdida de turbidez y materia extraña en los casos en los que pudieran presentarse.

g) Evaluación Sensorial:

Se llevaron a cabo las pruebas sensoriales, para determinar si había diferencias sensorialmente perceptibles entre la formulación original y las formulaciones que presentaron un comportamiento estable durante el tiempo de observación.

La prueba elegida para esto, fué la prueba triangular, ya que es una prueba discriminativa sencilla de utilizar, y en la cual se corre un menor riesgo (33.33%) de obtener una respuesta correcta debida al azar que en otras pruebas discriminativas, tales como la prueba de comparación por pares (en donde el riesgo de responder al azar es de 50%).

En esta prueba, no se necesita saber cuál es el parametro de diferencia en las muestras, sino que el juez simplemente escoge la que sea diferente de las otras dos.

Se contó con la ayuda de un panel de 10 jueces entrenados a los cuales se les aplicaron las pruebas sensoriales a lo largo de 5 días, ya que se tenían 14 formulaciones diferentes a probar. Se les daban 3 muestras a la vez, de las cuales una era diferente y las otras dos iguales, y ellos trataban de identificar la diferente.

2.- Metodología Experimental:

Se manejaron 8 formulaciones diferentes, haciendo combinaciones

con los sustitutos propuestos. Después se compararon con la formulación original, la cual contiene los siguientes ingredientes:

a) Fase oleosa:

Aceites esenciales

Esterquim

BVO

b) Fase acuosa:

Agua

Benzoato de sodio

Acido cítrico

Colorantes

Goma arábiga

-Nota: Las cantidades utilizadas de cada uno de los ingredientes, está de acuerdo a formulación confidencial de Concentrados y Esencias Naturales, S.A. de C.V.

a) Formulaciones propuestas:

-Formulación 1: Sustitución de BVO por SAIB.

En esta formulación, se sustituyó completamente el BVO por SAIB.

a) SAIB: 35ppm

b) SAIB: 40ppm

c) SAIB: 45ppm

d) SAIB: 50ppm

e) SAIB: 55ppm

-Formulación 2: Sustitución de una parte de BVO por SAIB.

En esta formulación, se bajó el contenido de BVO a 14ppm y se varió la cantidad de SAIB.

a) SAIB: 21ppm

b) SAIB: 30ppm

c) SAIB: 35ppm

-Formulación 3: Sustitución de estergum por resinogum DD.

En esta formulación se bajó el contenido de BVO a 14ppm y se sustituyó el estergum por resinogum DD.

- a) Resinogum: 35ppm
- b) Resinogum: 40ppm
- c) Resinogum: 45ppm
- d) Resinogum: 53ppm
- e) Resinogum: 60ppm

-Formulación 4: Sustitución de estergum por resinogum DD (en 35ppm) y sustitución de goma arábica por emulgum. Se bajó el contenido de BVO a 14ppm.

- a) Emulgum: 35ppm
- b) Emulgum: 40ppm
- c) Emulgum: 47ppm
- d) Emulgum: 59ppm

-Formulación 5: Sustitución de agentes espesantes (estergum y BVO) por resinogum DDD, sin la utilización de goma dentro de la formulación:

- a) Resinogum DDD: 35ppm

-Formulación 6: Sustitución de agentes espesantes por tensoactivo, sin la utilización de goma dentro de la formulación.

- a) Tensoactivo: 50ppm
- b) Tensoactivo: 100ppm
- c) Tensoactivo: 150ppm

-Formulación 7: Sustitución de agentes espesantes por tensoactivo en 50ppm, variando la cantidad de goma arábica utilizada.

- a) Goma arábica: 23ppm
- b) Goma arábica: 30ppm
- c) Goma arábica: 35ppm
- d) Goma arábica: 41ppm
- e) Goma arábica: 94ppm

-Formulación 8: Sustitución de BVO por tensoactivo en 50 ppm, variando la cantidad de goma arábiga y esterqum.

a)Goma arábiga: 47ppm, esterqum: 35ppm

b)Goma arábiga: 47ppm, esterqum: 70ppm

c)Goma arábiga: 94ppm, esterqum: 35ppm

IV. -RESULTADOS:

Las formulaciones que pudieron ser sometidas a las pruebas sensoriales por haber cumplido con las pruebas de estabilidad fueron las siguientes:

a) Todas las combinaciones de la formulación 1 en las cuales se sustituyó el BVO por SAIB.

b) Todas las combinaciones de la formulación 2 en las cuales se sustituyó parte del BVO por SAIB.

c) Todas las combinaciones de la formulación 3.

d) El inciso b) de la formulación B en el cual se utilizó un agente tensoactivo, 47ppm de goma arábiga y 70ppm de Estergum.

Para la interpretación de los datos obtenidos a partir de estas pruebas, se utilizó la fórmula de χ^2 para prueba triangular de una sola cola (24):

$$\chi^2 = \frac{[4(A) - 2(B)]}{B(C)}$$

en donde:

- A = Respuestas correctas
- B = Respuestas incorrectas
- C = Numero total de jueces

Valores para χ^2 :	Nivel de Significancia:
Menor a 2.71	No existe significancia
2.71 a 3.83	Nivel del 10%
3.84 a 5.40	Nivel del 5%
5.41 a 6.63	Nivel del 2%
6.64 a 10.82	Nivel del 1%
Mayor a 10.82	Nivel del 0.1%

-Formulación 1: Sustitución de BVO por SAIB.

	Resultado de las pruebas (aciertos-jueces)		Nivel de Significancia
a) SAIB: 35ppm	3-10	$\chi^2=0.05$	No existe
b) SAIB: 40ppm	3-10	$\chi^2=0.05$	No existe
c) SAIB: 45ppm	4-10	$\chi^2=0.20$	No existe
d) SAIB: 50ppm	6-10	$\chi^2=3.20$	10%
e) SAIB: 55ppm	7-10	$\chi^2=6.05$	2%

-Formulación 2: Sustitución de una parte de BVO por SAIB; la cantidad de BVO en todas las formulaciones es de 14ppm:

	Resultado de las pruebas (aciertos-jueces)		Nivel de Significancia
a) SAIB: 21ppm	5-10	$\chi^2=1.25$	No existe
b) SAIB: 30ppm	1-10	$\chi^2=2.45$	No existe
c) SAIB: 35ppm	4-10	$\chi^2=0.20$	No existe

-Formulación 3: Sustitución de Estergum por Resinogum DD. BVO: 14ppm:

	Resultado de las pruebas (aciertos-jueces)		Nivel de Significancia
a) Resinogum: 35ppm	4-10	$\chi^2=0.20$	No existe
b) Resinogum: 40ppm	5-10	$\chi^2=1.25$	No existe

c) Resinoqum: 45ppm	3-10	$\chi^2=0.05$	No existe
d) Resinoqum: 53ppm	8-10	$\chi^2=9.80$	1%
e) Resinoqum: 60ppm	5-10	$\chi^2=1.25$	No existe

-Formulación B: Sustitución de BYO por tensoactivo en 50ppm, variando la cantidad de goma arábica (47ppm) y estergum (70ppm):

Resultado de las pruebas (aciertos-jueces)		Nivel de Significancia
9-10	$\chi^2=14.45$	0.1%

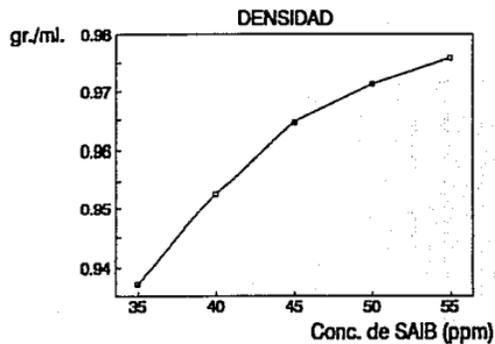
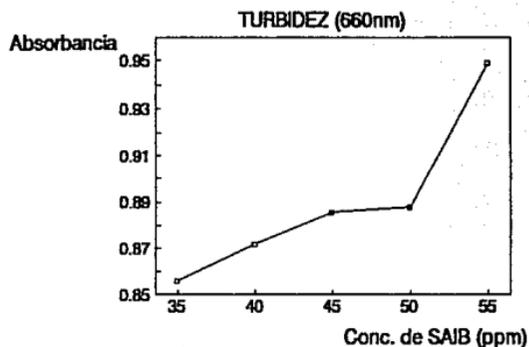
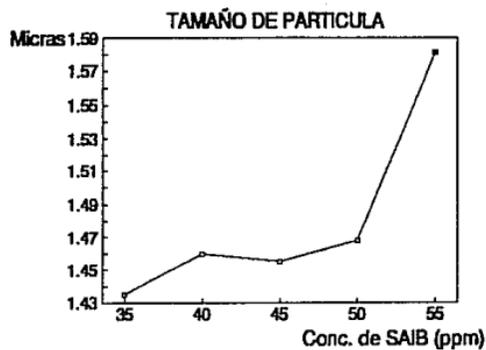
TABLA DE RESULTADOS

FORMULACION	HOMOGENEIZACION	T.P.	T(660n.m.)	DEFINIDAD	ARTILLO	SEDIMENTO	MUE ([visual])	PRUEBAS SENSORIALES (Aciertos, juces)
Formulación Original	x x x x	1,175	0,767	0,9930	NO	NO	x x x x	
* Formulación 1								
a) SAIB 35ppm	x x x x	1,435	0,856	0,9372	NO	NO	x x x x	No hay significancia (3,10)
b) SAIB 40ppm	x x x x	1,460	0,872	0,9529	NO	NO	x x x x	No hay significancia (3,10)
c) SAIB 45ppm	x x x x	1,455	0,886	0,9647	NO	NO	x x x x	No hay significancia (4,10)
d) SAIB 50ppm	x x x x	1,468	0,888	0,9714	NO	NO	x x x x	Nivel del 10% (6,10)
e) SAIB 55ppm	x x x x	1,581	0,949	0,9760	NO	NO	x x x x	Nivel del 2% (7,10)
* Formulación 2								
BVO (14ppm)								
a) SAIB 21ppm	x x x x	1,493	0,938	0,9537	NO	NO	x x x x	No hay significancia (5,10)
b) SAIB 30ppm	x x x x	1,527	0,960	0,9779	NO	NO	x x x x	No hay significancia (1,10)
c) SAIB 35ppm	x x x x	1,502	0,971	0,9844	NO	NO	x x x x	No hay significancia (4,10)
* Formulación 3								
BVO (14ppm)								
a) RG-DD 35ppm	x x x	1,598	0,872	0,9253	NO	NO	x x x x	No hay significancia (4,10)
b) RG-DD 40ppm	x x x	1,716	1,008	0,9286	SI	NO	x x x x	No hay significancia (5,10)
c) RG-DD 45ppm	x x x	1,903	1,076	0,9477	SI	NO	x x x x	No hay significancia (3,10)
d) RG-DD 53ppm	x x x	1,859	1,102	0,9575	SI	NO	x x x x	Nivel del 1% (8,10)
e) RG-DD 60ppm	x x x	1,906	1,128	0,9576	SI	NO	x x x x	No hay significancia (5,10)
* Formulación 4								
BVO (14ppm)								
RG-DD (35ppm)								
a) Emulgum 35ppm	x	2,043	1,134	0,9202	SI	SI	x x x x	-----
b) Emulgum 40ppm	x	2,091	1,045	0,9202	SI	SI	x x x x	-----
c) Emulgum 47ppm	x	2,101	1,060	0,9202	SI	SI	x x x x	-----
d) Emulgum 59ppm	x	2,155	1,057	0,9202	SI	SI	x x x x	-----
* Formulación 5								
BVO (14ppm)								
a) RG-DD 35ppm	x	-----	-----	0,9194	NO	NO	x x x x	-----

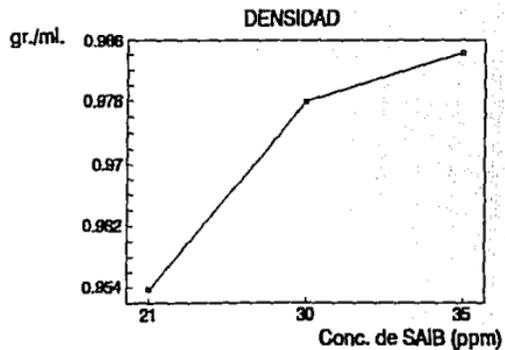
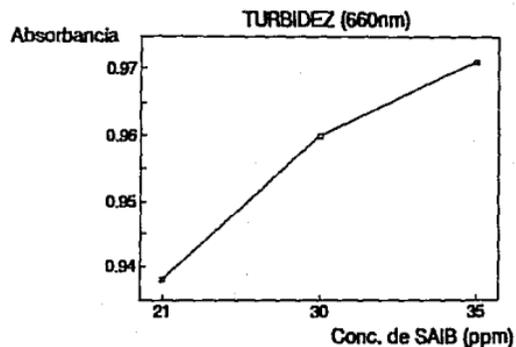
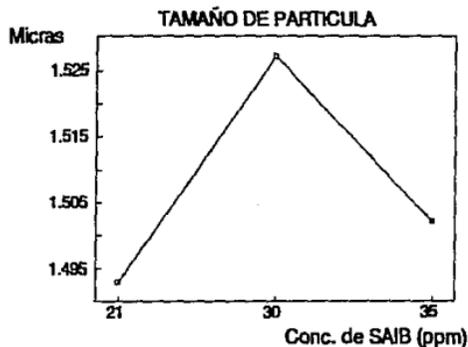
TABLA DE RESULTADOS

FORMULACION	HOMOGENEIZACION	T.P.	f(660m.m.)	DENSIDAD	ARILLO	SEDIMENTO	NUNE (visual)	PRUEBAS SENSORIALES (Aciertos, juces)
* Formulaci3n 6								
a) Tensioactivo 50ppm			0.060		NO	NO	x	
b) Tensioactivo 100ppm			0.039		NO	NO	x	
c) Tensioactivo 150ppm			0.029		NO	NO	x	
* Formulaci3n 7								
Tensioactivo (50ppm)								
a) Goma Ar3biga 25ppm	x	0.9795	0.133	0.8413	NO	NO	x	
b) Goma Ar3biga 30ppm	x	0.8782	0.102	0.8413	NO	NO	x	
c) Goma Ar3biga 35ppm	x	0.8362	0.090	0.8413	NO	NO	x	
d) Goma Ar3biga 41ppm	x	0.7565	0.078	0.8413	NO	NO	x	
e) Goma Ar3biga 94ppm	x	0.7435	0.029	0.8413	NO	NO	x	
* Formulaci3n 8								
Tensioactivo (50ppm)								
a) Goma Ar3b. 47ppm, EG 35ppm	x	0.936	0.133	0.9180	NO	NO	x x	
b) Goma Ar3b. 47ppm, EG 70ppm	x	1.190	0.405	0.9683	NO	NO	x x x	Nivel del 1% (9,10)
c) Goma Ar3b. 94ppm, EG 35ppm	x	0.672	0.027	0.9180	NO	NO	x	
* Prueba Piloto								
a) formulaci3n 1c	x x x x	1.236	0.795	0.9753	NO	NO	x x x x	No hay significancia (2,10)
b) Formulaci3n 2c	x x x x	1.285	0.867	0.9831	NO	NO	x x x x	No hay significancia (3,10)
* CLAVES:								
1.-Homogeneizaci3n:								
	x	heterogeneo						
	x x	Muy poco homogeneo						
	x x x	homogeneo						
	x x x x	Muy homogeneo						
2.-Turbidez:								
	x	Sin turbidez						
	x x	Poca turbidez						
	x x x	Turbio						
	x x x x	Muy buena turbidez						

GRAFICAS DE FORMULACION 1 SUSTITUCION DE BVO POR SAIB

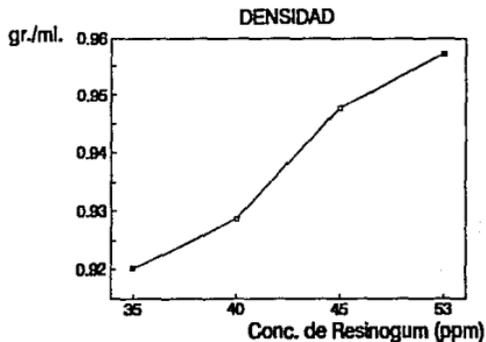
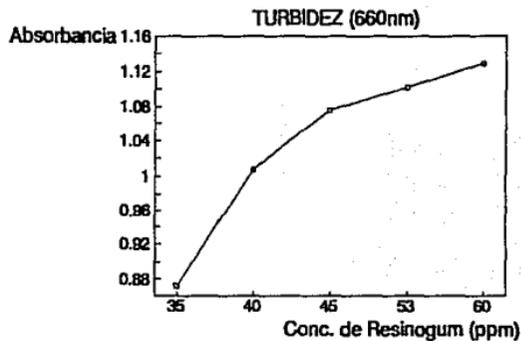
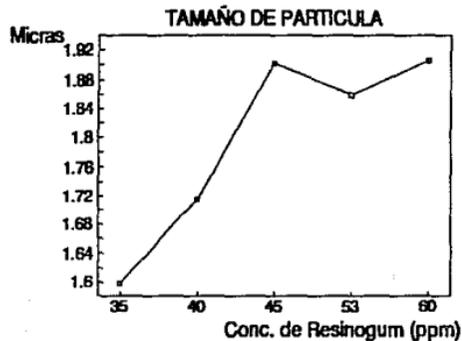


GRAFICAS DE FORMULACION 2 SUSTITUCION DE UNA PARTE DE BVO POR SAIB



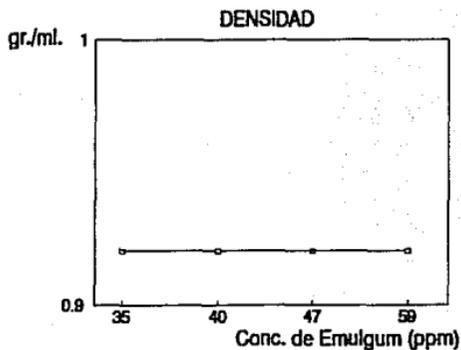
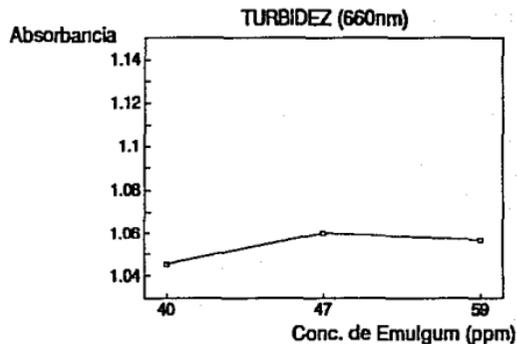
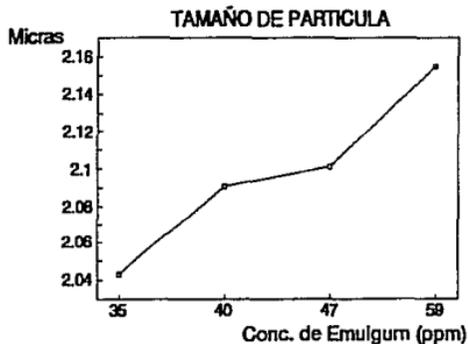
GRAFICAS DE FORMULACION 3

SUSTITUCION DE ESTERGUM POR RESINOGUM DD. BVO (14ppm)



GRAFICAS DE FORMULACION 4

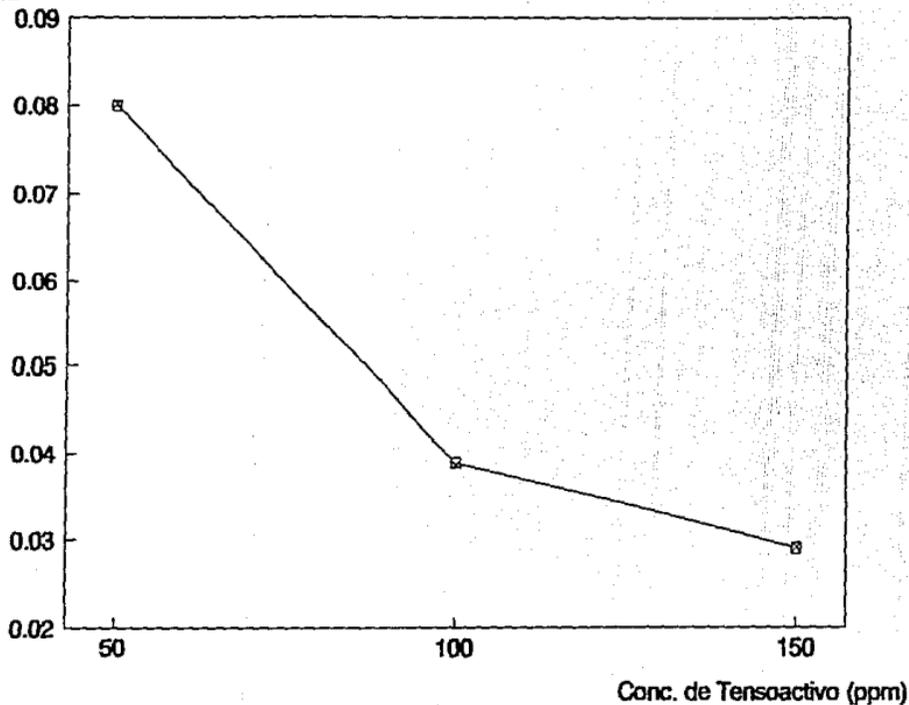
SUSTITUCION DE ESTERGUM POR RESINOGUM (35ppm) Y SUSTITUCION DE GOMA ARABIGA POR EMULGUM. BVO (14ppm)



GRAFICA DE FORMULACION 6

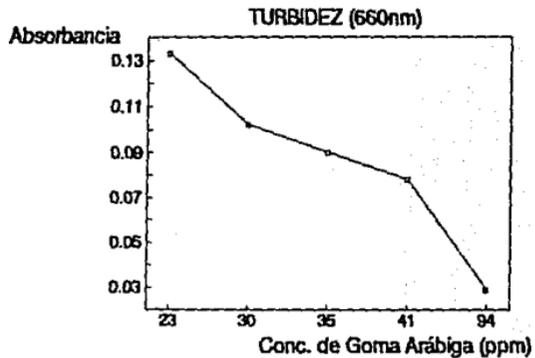
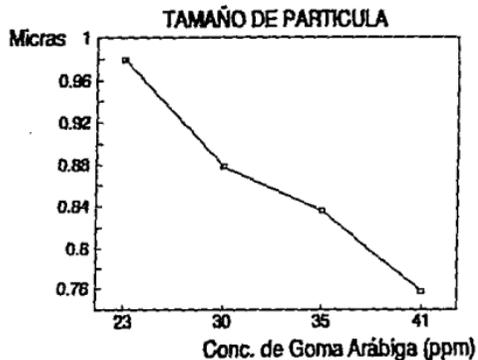
SUSTITUCION DE AGENTES ESPESANTES POR TENSOACTIVO, SIN LA UTILIZACION DE GOMA

Absorbancia



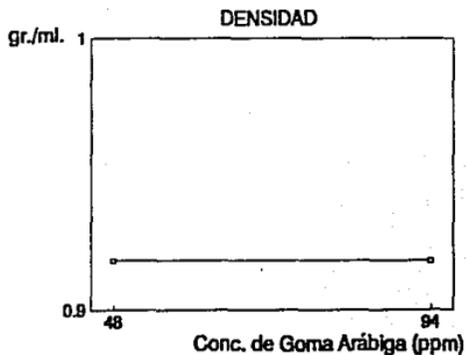
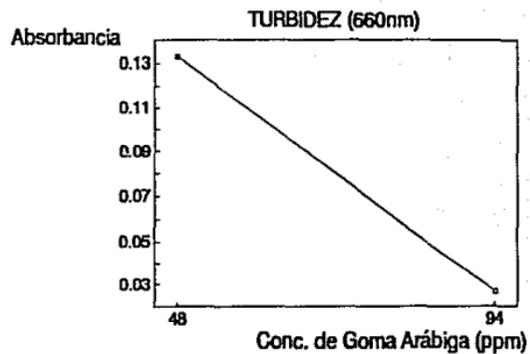
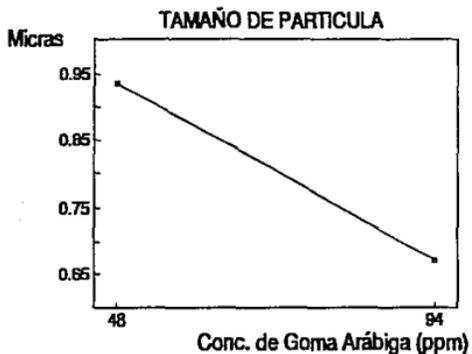
GRAFICAS DE FORMULACION 7

SUSTITUCION DE AGENTES ESPESANTES POR TENSOACTIVO (50ppm) VARIANDO LA CANTIDAD DE GOMA ARÁBIGA



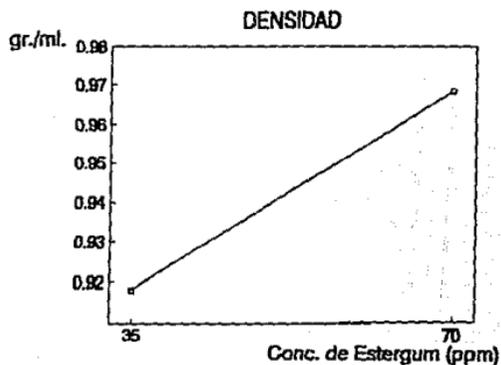
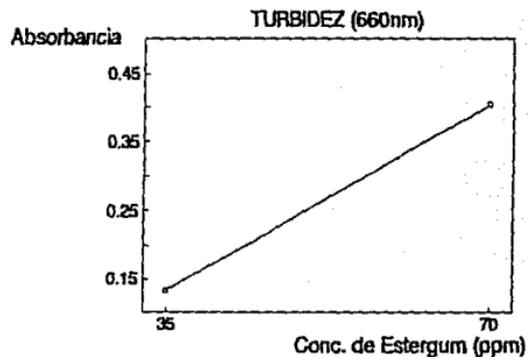
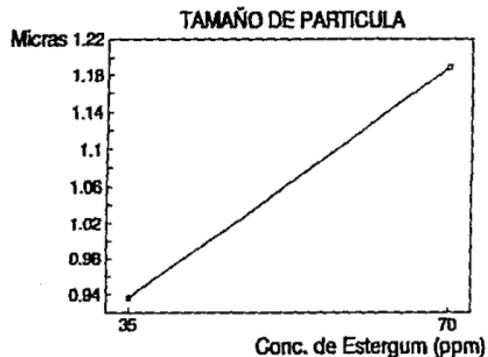
GRAFICAS DE FORMULACION 8a

SUSTITUCION DE BVO POR TENSOACTIVO (50ppm) VARIANDO LA CONCENTRACION DE GOMA ARABIGA (a vs. c)



GRAFICAS DE FORMULACION 8b

SUSTITUCION DE BVO POR TENSOACTIVO (50ppm) VARIANDO
LA CONCENTRACION DE ESTERGUM (a vs. b). GOMA ARABIGA (48ppm)



V. -DISCUSION DE RESULTADOS:

1.-Resultados experimentales:

A partir de los resultados experimentales, se tuvo que decidir cuál de todas las formulaciones propuestas era la que cumplía con los requisitos necesarios para sustituir a la formulación original en el mercado, tanto en aspectos físicos y de estabilidad, como sensoriales.

Para esto, se tuvo que hacer un análisis de cada una de las pruebas que se realizaron, ya que cada uno de los parámetros juega un papel muy importante dentro de la estabilidad de nuestro producto terminado.

Primero hubo que fijarnos en parámetros tales como la homogeneización, tamaño de partícula, densidad de la fase oleosa y turbidez y si estas pruebas cumplían con lo establecido, se realizaban las pruebas de estabilidad, las cuales consistían en determinar formación de anillo, sedimento y pérdida de nube. Las muestras que cumplían con estas pruebas eran las que se tomaban para hacer las pruebas sensoriales para determinar si presentaban diferencias sensorialmente perceptibles por el consumidor, al compararlas contra la formulación original.

A partir de todos estos datos, es como podremos concluir sobre cuál de las formulaciones probadas es la que puede sustituir a la formulación original.

a)Formulación 1: Sustitución de BVO por SAIB:

La homogeneización de estas formulaciones observada al microscopio, es muy similar a la de la formulación original, siendo bastante homogénea en todos los casos.

El tamaño de partícula cae dentro de nuestro rango establecido (menor a 2μ) aunque en todos los casos este valor es un poco mayor que el de la formulación original, y tal como podemos observar en la gráfica correspondiente, hay una tendencia ascendente en los valores de tamaño de partícula al aumentar la concentración de SAIB en la

formulación.

Sobre la turbidez se puede decir que es bastante buena en todos los casos, ya que los valores obtenidos son muy parecidos a los de la formulación original (0.767), aparte de caer dentro del rango establecido, obteniendo valores entre 0.856 y 0.949. En la gráfica correspondiente, podemos observar la tendencia de la turbidez a aumentar, cuando aumenta la concentración del SAIB en la formulación.

En lo referente a las pruebas de estabilidad, todas las combinaciones de la formulación 1, cumplen satisfactoriamente con estas pruebas, ya que ninguna presenta formación de anillo o sedimento, ni tampoco pérdida de nube.

Por tanto, se pudieron someter a las pruebas sensoriales y a partir de estas pruebas pudimos descartar 2 de las 5 formulaciones (en las cuales se utilizaron 50 y 55 ppm de SAIB), ya que presentaron diferencia significativa al compararlas contra la formulación original.

En lo que se refiere a las otras 3 formulaciones (en las que se utilizaron 35, 40 y 45 ppm de SAIB) la única diferencia relevante que presentan es la de la densidad de las fases oleosas, que como ya dijimos debe de ser similar a la de la fase dispersante, y la formulación que más se acerca a este valor es en la que utilizamos 45 ppm de SAIB, presentando un valor de 0.9647. Como podemos observar en la gráfica, la tendencia de la densidad es de ir aumentando hasta cierto valor y luego empieza a dejar ver una tendencia en los valores un poco más constante.

**b) Formulación 2: Sustitución de una parte de BVO por SAIB.
Concentración de BVO: 14 ppm.**

En lo referente a las homogeneizaciones, las formulaciones en donde utilizamos 21 y 35 ppm de SAIB presentan una fase bastante homogénea, muy similar a la formulación original, en tanto que la formulación en donde utilizamos 30 ppm, aunque se puede decir que está homogénea, el tamaño de las partículas es un poco más variado que en las otras 2 formulaciones.

En la determinación de tamaño de partícula, podemos ver que las 3 formulaciones caen dentro del rango establecido, siendo todos los valores menores de 2μ , aunque en todos los casos los valores son mayores al de la formulación original.

La turbidez es bastante buena en los 3 casos ya que presentan valores muy similares a los de la formulación original (0.767), los cuales varían entre 0.938 y 0.971 y caen dentro del rango propuesto. Podemos observar en la gráfica correspondiente, una tendencia ascendente en los valores de turbidez, al aumentar la concentración de SAIB en la formulación.

La formulación que presenta mejor densidad de la fase oleosa con respecto a lo propuesto, es la formulación en donde utilizamos 35 ppm de SAIB, en la cual se obtuvo un valor de 0.9844, aunque también se obtuvo un buen valor en la formulación donde utilizamos 30 ppm de SAIB, en la cual el valor obtenido es de 0.9779. Existe una tendencia de aumentar la densidad al aumentar la concentración de SAIB.

En lo referente a las pruebas de estabilidad, todas las combinaciones de la formulación 2, cumplen satisfactoriamente con estas pruebas, ya que ninguna presenta formación de anillo o sedimento, ni tampoco pérdida de nube.

Por tanto, también estas muestras pudieron someterse a las pruebas sensoriales, a partir de las cuales pudimos darnos cuenta que ninguna de estas formulaciones presenta diferencias al compararla contra la formulación original.

c) Formulación 3: Sustitución de Estergum por Resinogum DD.
Concentración de BVO: 14 ppm.

La homogeneización en todos los casos, resulta un poco menor a la de la formulación original, aunque se puede decir que son homogéneas.

El tamaño de partícula en todos los casos, cae dentro del límite establecido (menor a 2μ), aunque con respecto a la formulación original y a las formulaciones 1 y 2, los valores son un poco mayores.

También los valores de turbidez caen dentro del rango propuesto, observándose valores entre 0.872 y 1.128.

En lo que se refiere a la densidad de la fase oleosa, todos los

valores obtenidos están por debajo de 0.98, lo cual podría indicarnos cierta inestabilidad del producto terminado, ya que los valores van de 0.9253 a 0.9573. Al observar la gráfica correspondiente, nos podemos dar cuenta que existe una tendencia ascendente en los valores de tamaño de partícula, turbidez y densidad, al aumentar la concentración de resinogum en la formulación.

Solamente se obtuvo un valor de densidad en la última formulación de esta serie, el cual no graficamos puesto que lo consideramos error experimental, ya que se dispara mucho de los otros valores, los cuales si siguen una tendencia.

Esto se ve reflejado en las pruebas de estabilidad, ya que todas las muestras presentaron formación de anillo.

Sin embargo, se llevaron a cabo las pruebas sensoriales ya que tenemos conocimiento de que el resinogum a concentraciones elevadas proporciona un cierto sabor a pino y queríamos determinar desde qué concentración sucedía esto.

Aunque a concentraciones de 40 y 45ppm, no se encontró diferencia significativa, los jueces que detectaron diferencias marcan una cierta nota herbal en el producto.

También nos pudimos dar cuenta de que el resinogum a una concentración de 53ppm ya presenta un cierto sabor característico y diferencia significativa, encontrando un valor de 1%.

Por todo esto es que para la formulación 4 utilizamos resinogum a concentraciones de 35ppm.

d)Formulación 4: Sustitución de Estergum por Resinogum (35 ppm) y sustitución de Goma arábiga por Emulgum a diferentes concentraciones. Concentración de BVO: 14 ppm.

Al observar al microscopio estas formulaciones, pudimos ver una serie de partículas rocosas, más grandes que el tamaño de partícula normal, las cuales suponemos son partículas de emulgum que no lograron disolverse totalmente. Todas las muestras trabajadas en esta formulación presentan esta distribución heterogénea en los concentrados.

Los valores en el tamaño de partícula rebasan el límite propuesto observando valores entre 2.043 y 2.155 que aunque no son valores mucho mas elevados a 2μ , nos indican falta de homogeneidad en el concentrado y por consiguiente problemas de estabilidad en el producto terminado. Aparte la tendencia en los valores es de ir aumentando al aumentar la concentración de emulgum.

Al no variar los componentes en la fase oleosa, obtuvimos un valor de densidad constante de 0.9202, lo cual tampoco es lo adecuado, pero al estar utilizando emulgum en lugar de goma arábica, la densidad no es tan significativa, ya que el emulgum tiene un mayor poder emulsificante que la goma arábica y entonces no se requiere de densidad tan alta en la fase oleosa como en los casos anteriores.

La turbidez cae dentro del rango establecido y no se aprecia pérdida de nube en ninguna de las muestras. Se observa una tendencia practicamente constante en los valores de turbidez al aumentar la concentración de emulgum.

El tamaño de partícula rebasa nuestro rango establecido, lo cual se ve reflejado en las pruebas de estabilidad, en las cuales encontramos tanto formación de anillo como sedimento, por lo que estas muestras no pudieron someterse a las pruebas sensoriales.

e) Formulación 5: Sustitución de agentes espesantes (estergum y BVO) por resinoqum DDD, sin la utilización de goma dentro de la formulación.

Se utilizó en esta formulación un Resinoqum diferente del de las formulaciones 3 y 4, el cual segun sus especificaciones no requiere de la utilización de goma, ya que esta viene integrada al resinoqum.

No logramos obtener una emulsión; durante la agitación de la premezcla hubo incremento de la viscosidad y luego al pasarla por la homogeneizadora se rompió la emulsión.

No obstante, se prepararon las bebidas, las cuales carecen completamente de nube.

No se hicieron las pruebas sensoriales.

f) Formulación 6: Sustitución de agentes espesantes por tensoactivo, sin la utilización de goma dentro de la formulación.

Se observó un inconveniente al utilizar el tensoactivo, ya que a la hora de preparar las bebidas, hay formación de gran cantidad de espuma, lo cual dificulta la producción.

No se tuvo que homogeneizar, ya que no estamos utilizando goma y por tanto no se observaron las muestras al microscopio.

Se midió turbidez en el espectofotómetro y se obtuvieron valores muy pequeños, entre 0.029 y 0.080 los cuales no entraron en nuestro rango y con esto no se obtuvo nube en el producto terminado.

Por todo esto, esta serie de muestras no se sometieron a las pruebas sensoriales.

g) Formulación 7: Sustitución de agentes espesantes por tensoactivo Polisorbac en 50ppm, variando la cantidad de goma arábiga utilizada:

Se obtuvieron emulsiones heterogéneas, las cuales observadas al microscopio, casi no se parecen a la formulación original.

El tamaño de partícula es menor a 2μ , pero se obtienen valores muy pequeños que van desde 0.7585 hasta 0.9795. Esto se ve reflejado en parte, en que las bebidas preparadas no presentan nube. También podemos observar cómo al aumentar la concentración de goma arábiga, el tamaño de partícula tiende a disminuir.

En lo que se refiere a la turbidez, los valores obtenidos son muy bajos y podemos observar cómo al aumentar la cantidad de goma, el valor de turbidez va disminuyendo.

Algún tipo de reacción se está llevando a cabo entre el tensoactivo y la goma arábiga, ya que al preparar las bebidas se pudieron observar una serie de partículas que al principio eran insolubles y que después se iban solubilizando poco a poco hasta disolverse completamente en el jarabe.

Por consiguiente, esta serie de muestras tampoco se sometió a las pruebas sensoriales.

h) Formulación B: Sustitución de BVO por Tensoactivo (50ppm), variando la concentración de goma arábiga y estergum.

Al microscopio se observan estas muestras bastante heterogéneas, muy diferentes a la formulación original.

Encontramos también que el tamaño de partícula cae por debajo de 2μ obteniéndose valores entre 0.672 y 1.190, los cuales caen dentro del rango propuesto.

En lo referente a la turbidez, las formulaciones en donde se utilizan 35ppm de estergum y se varía la cantidad de goma arábiga (formulaciones a y c), presentan valores muy bajos los cuales se ven reflejados en que las bebidas preparadas no presentan nube; por otro lado, la formulación en donde utilizamos 70ppm de estergum sin variar la cantidad de goma arábiga (formulación b), presenta un valor de turbidez de 0.405, el cual pudiera considerarse dentro de nuestro rango de valores (0.50-1.2), pues aunque es un poco bajo, el producto terminado presenta buena nube.

Los valores de densidad también se presentan bajos en las formulaciones a y c, pero tiene un valor mayor en la formulación b (0.9683), el cual se presenta bastante aceptable y nos pudiera dar cierta estabilidad al producto terminado.

Ninguna de las tres muestras presenta anillo ni sedimento, aunque las formulaciones a y c no presentan nube. En cambio, la formulación b se observa con muy buena nube, lo cual hizo posible someterla a las pruebas sensoriales, en las cuales presenta un nivel de significancia del 0.1% y con esto es posible descartar esta formulación como posible sustituto de nuestra formulación original.

2.-Prueba piloto:

Decidimos utilizar las formulaciones 1c y 2c para llevar a cabo la prueba piloto. La primera es en la que sustituimos el BVO por SAIB en 45ppm y la segunda en la que se bajó la concentración de BVO a 14ppm y se utilizó SAIB en 35ppm.

La prueba piloto se llevó a cabo con el fin de comprobar que las características de las bebidas preparadas a partir de estas dos formulaciones, fueran las más parecidas a las de la formulación original y que su comportamiento fuera también el adecuado.

Se hizo una producción de 2 Kg. de cada una de las dos formulaciones; primeramente se hicieron los cálculos de la cantidad de materias primas a utilizar y luego se llevaron a cabo las fases oleosa y acuosa. El tiempo de agitación de la fase oleosa en el caso de la formulación 1c, fue de 3 1/2 hrs. obteniéndose una densidad final de 0.9753 y en el caso de la formulación 2c fué de 4 hrs., obteniéndose una densidad final de 0.9831.

Luego se hizo la premezcla, la cual en ambos casos duró aproximadamente 1 1/2 hrs. y de ahí se llevaron a homogeneizar a la planta piloto. Cada muestra se pasó dos veces por la homogeneizadora a una presión de 2,800 psi. y después de esto se hicieron las determinaciones de tamaño de partícula y turbidez.

También se observaron las muestras al microscopio y luego se prepararon las bebidas, las cuales se dejaron en estabilidad para luego llevar a cabo las pruebas sensoriales.

Los resultados obtenidos pueden observarse en la tabla de resultados.

Como podemos darnos cuenta, en ambos casos se obtienen valores de tamaño de partícula y turbidez que caen dentro de los rangos establecidos y la homogeneización es muy buena.

La densidad obtenida en la formulación 1c, está un poco por debajo del valor esperado, aunque podría considerarse como aceptable y la densidad de la formulación 2c cae dentro del rango establecido, lo cual nos indica cierta estabilidad.

Ninguna de las bebidas preparadas presenta formación de anillo ni de sedimento y la nube en ambos casos es bastante buena.

También se llevaron a cabo las pruebas sensoriales, en las cuales no encontramos diferencia significativa al compararlas con la formulación original.

VI.-Conclusiones:

De todos los agentes espesantes utilizados dentro de las formulaciones realizadas, el acetoisobutirato de sacarosa (SAIB) es el que presenta el comportamiento que más se asemeja al aceite vegetal bromado (BVD), en lo que respecta a las características que proporciona al producto terminado, ya que no proporciona sabores ni colores indeseables y es capaz también de mantener la estabilidad del producto terminado.

El SAIB puede ser utilizado solo o combinado con el BVD (dentro de sus límites permisibles) y en los dos casos se obtienen resultados satisfactorios.

No obstante, también pudimos darnos cuenta de que el SAIB presenta algunas desventajas, sobre todo en lo referente al manejo, ya que es un producto sumamente viscoso a temperatura ambiente y hay que tomar algunas medidas para su manipulación, tales como poner a calentarlo a baño maría hasta que se hace líquido, y como no se debe agregar caliente a los aceites, hay que esperar a que la temperatura baje alrededor de 30°C para adicionarlo.

Otra desventaja del SAIB con respecto al BVD es que su costo es del doble, y por tanto sugerimos la formulación 2c como la que más beneficios representa al utilizarla en sustitución de la formulación original, ya que aquí estamos utilizando menor cantidad de SAIB y lo estamos combinando con BVD en proporción permisible.

En lo referente a los demás agentes espesantes utilizados, se puede decir que no cumplieron con las características que deseábamos obtener en nuestro producto terminado, aunque por ejemplo, en el caso del resinoquim DD podemos decir que pudiera ser otra alternativa a utilizar en sustitución al BVD, pero habrían de llevarse a cabo más estudios, probar diferentes formulaciones y también combinarlo con otros agentes espesantes, ya que el problema al utilizarlo fue la formación de anillo y los valores obtenidos de densidad, lo cual podría estar indicando una deficiencia de agente espesante dentro de la fase oleosa; trabajando sobre esto, pudiera ser que se encontrara

alguna formulación que presentara las características que buscamos como otra alternativa.

El resinoquim DDD y el tensoactivo se pueden descartar como sustitutos de BVD, ya que con el primero ni siquiera logramos formar la emulsión y el segundo no proporciona turbidez al producto terminado aparte de que forma espuma y esta es una desventaja muy grande a nivel de producción.

-BIBLIOGRAFIA:

- (1) Karl, M.B., Encyclopedia of Food Technology. The AVI Pub. Co., Inc., West Port, 1974, p.129.
- (2) Chee-Teck Tan., Beverage Emulsions, International Flavors and Fragrances, Inc., Union Beach, New Jersey.
- (3) Alfred Oppenheimer, Clarifying the Clouding Agent Picture. H. Kohnstamm & Co., Inc. New York City. p.60.
- (4) U.K. Food Advisory Committee, Report on the review of the use of additives to cloud soft drinks, 1985.
- (5) Friedman, M.H., Faiber, T.M. and Tanner, J.T., Analytica Chimica Acta, 1973, 67(2), 277.
- (6) Green, M.S. and Keen, G.J. Assoc. Pub. Analysts, 1971, 9(3), 96; FSTA, 1972, 4(1), 1H194.
- (7) Turner, D.L., J. Food Sci., 1972, 37(5), 791.
- (8) Conacher, H.B.S., Meranger, J.C. and Lerona, J., JAOAC, 1970, 53(5), 571.
- (9) Conacher, H.B.S. and Chada, R.K., JAOAC, 1974, 57(4), 801.
- (10) Rajinder, K. Chada., James, F. Lawrence and Henry, B.S. Conacher. Journal of Chromatography. 356 (1986) p.441-444.
- (11) Gangolli, S.D., Sharatt, M. and Gaunt, I.F., Food Toxicology, 1971, 9(5), 663; FSTA, 1973, 5(3), 3T133.
- (12) Munro, I.C., Hand, B., Middleton, E.J., Heggveit, H.A. and Grice, H.C., Food Cosmet. Tox., 1971, 9(5), 631; FSTA, 1972, 4(9), 9T490.
- (13) Gaunt, I.F., Grasso, P. and Gangolli, S.D., Food Cosmet. Tox., 1971, 9(1), 1.
- (14) Gaunt, I.F., Gangolli, S.D. and Crampton, R.F., Food Cos. Tox., 1971, 9(1), 13.
- (15) Hall, J.R. and Swaine, R.L., CRC Critical Reviews in Food Technology, 1972, 2, 517.
- (16) Friedman, M.H., Faiber, T.M. and Tanner, J.T., Analytica Chimica Acta, 1973, 67(2), 277.
- (17) Bush Boake Allen, Ltd., U.K. Patent No. 1,118,019, 1968.

- (18) ANON, Resinogum DD, Product Bulletin Q 19, Iranex France S.A. 1979.
- (19) Green, L.F., Developments in Soft Drinks Technology--I, Applied Science Pub. Ltd., London, 1978, p.87.
- (20) G. Frank Phillips and Jasper G. Woodroof. Beverages: Carbonated and Noncarbonated. Westport, Con. The AVI, 1974.
- (21) Garcia, G.S. and Ash, L.R.: Diagnostic Parasitology: Clinical Laboratory Manual. St. Louis, C.V Mosby, 1975. p.42 y 43.
- (22) Koneman, E.W., Richie, L.E. and Tiemann, C.: Practical Laboratory Parasitology. New York. Medcom Press, 1974. p. 12-14.
- (23) Vered R. Kaufman and Nissim Garti. Effect of cloudy agents on the stability and opacity of cloudy emulsions for soft drinks. Journal of Food Technology (1984). 19, 255-261.
- (24) Naomi L. Hirsch. Sensory Panel Test Designs with Data Evaluation Procedures. The Coca-Cola Company Foods Division. Houston, Texas 1977. p. 20.