



10
2e.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ESTABILIZACION DE BEBIDAS NO ALCOHOLICAS
ELABORADAS A BASE DE ABIETATO DE
GLICERILO COMO EMULSIFICANTE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A N

GEORGINA MARTINA BECERRA CASTELLANOS

MARIA DE LOURDES ORDOÑEZ MENDOZA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D. F. 1988



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

		Pág.
CAPITULO UNO		
1.1	Objetivo	1
1.2	Introducción	
CAPITULO DOS		
	Generalidades	4
2.1	Bebidas	
2.1.1	Clasificación	
2.1.2	Historia	
2.1.3	Mercado	
2.2	Materias primas	
2.2.1	Agua	
2.2.2	Saborizantes	
2.2.3	Colorantes	
2.2.4	Edulcorantes	
2.2.5	Acidulantes	
2.2.6	Conservadores	
2.2.7	Agentes enturbiantes	
2.3	Proceso de elaboración	
CAPITULO TRES		
	Agentes enturbiantes	55
3.1	Gomas	
3.1.1	Generalidades	
3.1.2	Composición y estructura	
3.1.3	Aplicaciones	
3.1.4	Goma Arábiga	
3.1.4.1	Características y propiedades	
3.1.4.2	Obtención	
3.2	Abietato de glicerilo	
3.2.1	Generalidades de resina	
3.2.2	Características y propiedades de la colofonia	
3.2.3	Proceso de obtención	
3.3	Almidones	
3.3.1	Almidón nativo. Generalidades	
3.3.2	Estructura y propiedades	
3.3.3	Almidones modificados	
3.4	Aceite Vegetal Bromado	
3.4.1	Definición	
3.4.2	Generalidades	
3.4.3	Obtención	
3.4.4	Aplicación en bebidas	

CAPITULO CUATRO	Diseño experimental	102
4.1	Análisis de materia prima	
4.2	Proceso de elaboración de un refresco	
4.3	Bebida estándar	
4.4	Definición de características	
4.5	Evaluación de las características	
4.6	Elaboración de bebida estándar	
4.7	Sustitución de la goma arábiga	
4.7.1	Por abietato de glicerilo	
4.7.2	Por abietato de glicerilo-almidón modificado	
4.7.3	Disminución de la cantidad de aceite vegetal bromado	
4.8	Control de calidad en bebida terminada	
4.9	Elaboración de la emulsión en planta piloto	
4.10	Evaluación sensorial	
CAPITULO CINCO	Metodología	130
5.1	Análisis de materia prima	
5.1.1	Humedad	
5.1.2	Cenizas	
5.1.3	Ph	
5.1.4	Viscosidad	
5.1.5	Densidad óptica	
5.1.6	Sedimento	
5.1.7	Actividad enzimática	
5.1.8	Estabilidad de la emulsión	
5.1.9	Por ciento de retención	
5.1.10	Índice de acidez	
5.1.11	Punto de fusión capilar	
5.1.12	Alcalinidad	
5.1.13	Dureza total	
5.1.14	Análisis microbiológico	
5.2	Análisis de la emulsión	
5.2.1	Densidad	
5.2.2	Tamaño de partícula	
5.3	Análisis de la bebida	
5.3.1	Volumen de carbonatación	
5.3.2	Determinación de grados brix	
5.3.3	Análisis microbiológico	

		Pág.
CAPITULO SEIS	Resultados y discusión	139
6.1	Análisis de materia prima	
6.2	Umbral de percepción y reconocimiento	
6.3	Formulaciones	
6.4	Control de calidad durante el -- proceso y en producto terminado	
6.5	Evaluación final	
CAPITULO SIETE	Conclusiones	149
	Bibliografía	

CAPITULO UNO

1.1 OBJETIVO

Obtener una bebida no alcohólica carbonatada estable y de buena calidad, al sustituir total o parcialmente la goma arábiga (goma acacia), por el abieta--to de glicerilo y/o almidón modificado; y el disminuir también la cantidad de aceite vegetal bromado (BVO) normalmente empleada, ya que ambos son ingredientes indispensables del concentrado base para la elaboración de la bebida.

1.2 INTRODUCCION

En los últimos años la Industria dedicada a la elaboración de bebidas no alcohólicas carbonatadas ha tenido un gran auge debido al intenso desarrollo en focado a la mejora, diversificación y comercialización del producto por las características que presenta como su agradable aroma y sabor, el estricto control de calidad en su elaboración, a su efectividad al mitigar la sed y proporcionar ciertas sensaciones placenteras como frescura y saciedad.

Actualmente el problema de importación de materia prima afecta a diferentes ramas de la Industria, tal es el caso del área dedicada a la elaboración de bebidas no alcohólicas carbonatadas, que tiene problemas de suministro de goma arábiga. Esta goma proviene de Sudán y Senegal, países con evidentes problemas internos dados por conflictos políticos y agudizados por la reciente sequía que los ha agotado, provocando una notable disminución en su producción y con ello elevación de su costo.

Se iniciaron investigaciones en diversos países como Japón, Estados Unidos, Suiza y Sudáfrica, con vias a encontrar un sustituto de la goma arábiga para la elaboración de bebidas no alcohólicas carbonatadas. Estas investigaciones dieron como resultado diferentes materiales como: el acetoisobutirato de sacarosa (SAIB), los polibenzoatos, ésteres de resina como el abietato de glicerilo, almidones modificados y mezclas de gomas de diferentes variedades de acacia.

Para los requerimientos de nuestro país, el sustituto más adecuado puede ser el abietato de glicerilo dada su disponibilidad pues en el estado de Michoacán gracias al clima y a la variedad forestal que tiene, cuenta con la especie de pino de donde se obtiene esta resina.

Desde 1981 a la fecha, la explotación, procesamiento y distribución de la resina se lleva a cabo a través de empresas particulares privadas como son: Resinas Químicas Michoacanas (Resiquimich, S.A. de C.V.) y Resinas Sintéticas,

S.A. de C.V.

En este trabajo se elaboraron diferentes formulaciones del concentrado base de las bebidas no alcohólicas carbonatadas variando el tipo y cantidad de agente emulsificante usado, ya sea goma arábica, almidón modificado, abietato de glicerilo o sus posibles combinaciones.

CAPITULO DOS
GENERALIDADES

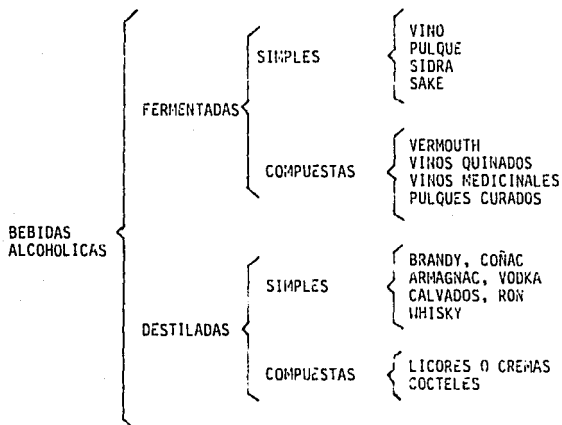
2.1 Bebidas

2.1.1 Clasificación

Existe una gran variedad de bebidas, clasificadas en dos grupos principales - que son: alcohólicas y no alcohólicas, distinguiéndose las primeras por su efecto estimulante sobre el organismo humano.

Definición. Las bebidas alcohólicas son aquellas que resultan de la fermentación alcohólica de soluciones azucaradas que contienen nutrientes por especies de la levadura *Saccharomyces*. La fuente del azúcar en el líquido varía con la naturaleza de la bebida. En algunas bebidas, como los vinos hechos de uva u otras frutas, el azúcar está presente en la materia prima; en otras es formado por la hidrólisis de polisacáridos de la materia prima. (52)

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



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

En el caso de bebidas nutricionales pueden contener además vitaminas, proteínas o sus hidrolizados de calidad proteica equivalente al de la caseína.

Las bebidas no alcohólicas comprendidas en esta norma se clasifican de acuerdo a su composición en dos tipos y tres subtipos cada uno:

TIPO 1 BEBIDAS

- a. Bebidas de ...
- b. Bebidas nutricionales
- c. Bebidas bajas en calorías

TIPO 2 REFRESCOS

- a. Refrescos de ...
- b. Refrescos sabor de ...
- c. Refrescos bajas en calorías

a. Bebidas de ...

Son aquéllas elaboradas con un mínimo de 10% y un máximo de 25% de jugos o pulpas de frutas, verduras o legumbres. Estos límites no son aplicables en el caso de bebidas que por razones técnicas y características organolépticas no son alcanzables.

b. Bebidas nutricionales

Son las que se elaboran con un mínimo de 1.5% de proteínas o sus hidrolizados de calidad proteica equivalente al de la caseína y que cumplan con lo especificado en a.

c. Bebidas bajas en calorías.

Son aquéllas que en su composición eliminan el uso del azúcar sustituyéndola por edulcorantes autorizados por la Secretaría de Salud y que cumplan con lo especificado en a.

d. Refrescos de

Es aquél que contiene menos del 10% y como mínimo 6% de jugos o pulpas de - - frutas, verduras o legumbres.

e. Refresco sabor de

Es aquél que puede contener jugos o pulpas de frutas, verduras o legumbres en cantidad menor al 6%.

f. Refrescos bajos en calorías

Son aquéllos que en su composición eliminan el uso del azúcar, sustituyéndola por edulcorantes autorizados por la Secretaría de Salud y que cumplan con lo especificado en d ó e.

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.

2.1.2 HISTORIA

En el siglo XVIII en Europa, el agua mineral de las fuentes naturales tenía un valor incalculable y una gran demanda, por la creencia de que poseía propiedades terapéuticas, pero por su localización específica se impedía el consumo en los lugares más apartados, lo que provocó que los científicos llevaran a cabo estudios para producir artificialmente agua carbonatada.

Uno de los primeros trabajos fue el de Van Helmont y Hoffman, donde estudiaron el carácter químico de los gases naturales; pero el primero en producir artificialmente agua carbonatada fue el Dr. Gabriel Venel, mediante la adición de ácido clorhídrico a carbonato de sodio en una vasija cerrada.

Más tarde Joseph Priestley estudió la carbonatación no sólo del agua, sino del vino y cerveza, notando que el dióxido de carbono aportaba al agua un delicado sabor. Cavendish encontró, al continuar con la investigación, que el dióxido de carbono era más soluble en agua a bajas temperaturas, y que esta solubilidad se incrementaba con presión, agitación y mayor superficie de contacto durante la carbonatación.

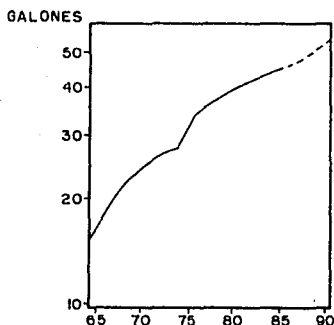
Así, los estudios no terminaron con estos logros, sino que se incrementaron enfocándose a diversos aspectos, primero para proporcionarle sabor adicionándole jugos de frutas; y después para aumentar la eficiencia del proceso con equipo adecuado y nuevas técnicas, produciéndose de esta manera el primer fresco de limón en 1913 y el de naranja en 1920.

Desde entonces, la Industria Refresquera está en constante desarrollo, tomando en cuenta el gusto popular, las legislaciones, la disponibilidad de materias primas, problemas de distribución, tipos de envases y costos, todo para producir cambios favorables.

2.1.3 MERCADO

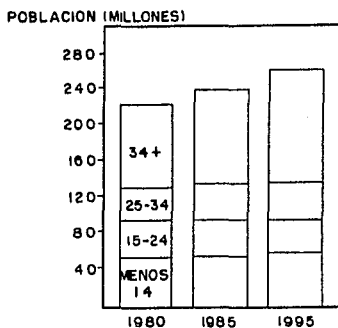
Actualmente una de las industrias más prósperas a nivel mundial es la Industria Refresquera, tan sólo podemos observar el incremento en el consumo durante los últimos veinte años, tanto en el total como en el per-cápita. El consumo per-cápita se ha duplicado, como se puede ver en la figura 1, de alrededor de 16.2 galones por año en 1965 a más de 40 galones en 1985; el consumo total ha sufrido un cambio semejante al del per-cápita. Esto se debe al intenso desarrollo y constante cambio que prevalecen en esta industria teniendo presentes siempre cada uno de los factores que la afectan. Algunos de estos factores son: edad del consumidor, hábitos de consumo, diversificación, envasado y canalización del producto.

FIG. 1 INCREMENTO DEL CONSUMO
PER-CAPITA DE REFRESCOS
1965-1990



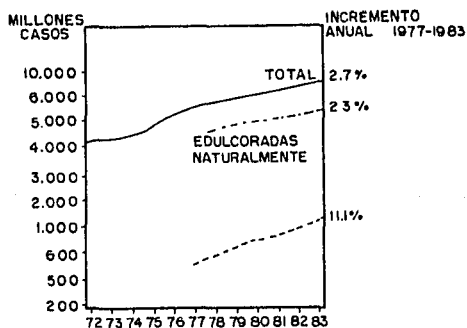
Históricamente el grupo de población que tiene mayor consumo per-cápita es el de 15 a 24 años, siguiéndole el de 25 a 34 años, y los de menor consumo son los de mayor edad (34 años en adelante), sin embargo se ha visto que en los últimos años el consumo ha ido aumentando en este sector de la población (fig. 2).

FIG. 2 PROYECCION DEL CONSUMO
SEGUN LA EDAD



Por otro lado, se ha generalizado el consumo de bebidas libres de cafeína y bajas en carbohidratos, lo que ha provocado un gran cambio, pues anteriormente se preferían las bebidas endulzadas con edulcorantes naturales y ahora - está aumentando el gusto por las bebidas llamadas "dietéticas" que son edulcoradas artificialmente (fig. 3)

FIG. 3 INCREMENTO DE BEBIDAS DIETÉTICAS
VS. LAS EDULCORADAS NATURALMENTE



En cuanto al envase, se han buscado nuevas opciones con el objeto de que sea accesible su manejo, así desde 1983 en Estados Unidos de Norteamérica la proporción de refrescos envasados en vidrio ha disminuido de 71 a 38%, la parte que se enlata de 1973 a 1978 se incrementó de 29 a 43% pero disminuyó a 37.7% en 1983; entre 1978 y 1983 el plástico se convirtió en el mayor factor, esto se debe principalmente a la reducción de costos, pues de 1978 a 1983 el costo de la botella de vidrio se incrementó a 3.5%, mientras que el plástico -- disminuye su precio a medida que se incrementa la producción de botellas -- (figs. 4 y 5).

Con este breve panorama general confirmamos que es una industria en continua evolución y cambio a nivel mundial, sin embargo se deben tomar en cuenta las condiciones y problemas de cada país.

En México, según estudios del Instituto Nacional del Consumidor, los hábitos en materia de bebidas han ido cambiando profundamente en los centros urbanos. Las tradicionales aguas frescas han sido desplazadas por las bebidas no alcohólicas carbonatadas, por la dificultad de acceso al agua potable de los sectores marginados rurales y urbanos, por la higiene de los productos, por la publicidad que se les da y el elevado costo de la leche o derivados.

Según las estadísticas de diciembre de 1983 (tabla I), el consumo anual de bebidas gaseosas es de más de 77 litros per-cápita, lo que hace que ocupe -- el 4º lugar a nivel mundial y el 1º en América Latina como consumidor de este producto. Se debe considerar que las cifras del consumo de bebidas por habitante resultan de la división del total de productos vendidos en el año entre el total de habitantes; si sólo se tomase en cuenta a los niños en edad de tomar refresco y a los jóvenes, el consumo por habitante resultaría mayor.

En el país hay más de 250 plantas embotelladoras de refrescos, de las cuales sólo el 30% son empresas mexicanas. En cuanto al mercado, la Coca-Cola y la Pepsi-Cola lo dominan en un 57.5%, mientras que las aguas minerales, ya sean

FIG. 4 RELACION DE LOS ENVASES DE REFRESCO DE REFRESCO

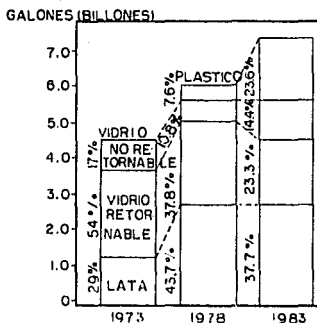
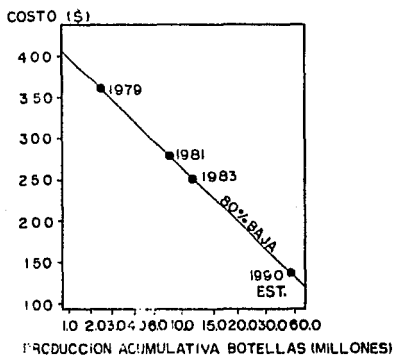


FIG. 5 IMPACTO DE LA PRODUCCION ACUMULATIVA DE BOTELLAS DE PLASTICO



naturales o con sabor, sólo abarcan el 7.2.% aunque son consideradas entre -- las mejores del mundo y se exportan. (30)

Los refrescos se expenden en diferentes tamaños, siendo los más comunes: 235 ml, 355 ml y 769 ml, ocupando el primer lugar en popularidad el segundo.

En México se producen 440 millones de cajas de refrescos (incluyendo sabores de cola). Lo que equivale a un consumo aproximado de trescientos setenta y cuatro mil ochocientos ochenta millones de toneladas de azúcar.

RANGO	PAIS	LITROS
1	Estados Unidos	152
2	Alemania Occidental	78
3	Venezuela	77
4	México	77
5	Canadá	69
6	Australia	66
7	Bélgica	63
8	Holanda	62
9	España	49
10	Sudáfrica	40
11	Reino Unido	36
12	Argentina	35
13	Italia	27
14	Brasil	24
15	Francia	23
16	Japón	23

TABLA I. Consumo de Refrescos per-Cápita
1983-1984
En orden de consumo. (30)

2.2 MATERIAS PRIMAS

2.2.1 AGUA

De acuerdo a la legislación vigente de la Secretaría de Salud se considera -- agua potable toda aquella cuya ingestión no cause efectos nocivos a la salud, para lo cual deberá llenar los siguientes requisitos:

I Caracteres Físicos.

La turbidez del agua no excederá del número diez de la escala de sílice; y -- su color del número veinte de la escala de platino-cobalto. El agua será inodora y de sabor agradable.

II Caracteres Químicos.

El pH para aguas naturales no tratadas es de 6 a 8

	ppm
Nitrógeno amoniacal hasta	0.50
Nitrógeno protéico hasta	0.10
Nitrógeno (NO ₂) hasta	0.05
Nitrógeno (NO ₃) hasta	5.00
Oxígeno consumido en medio ácido hasta	3.00
Oxígeno consumido en medio alcalino hasta	3.00
Sólidos totales hasta	500.00
Alcalinidad total (CaCO ₃) hasta	400.00
Dureza total (CaCO ₃) hasta	300.00
Dureza permanente (CaCO ₃) hasta	150.00
Cloruros (Cl) hasta	250.00
Sulfatos (SO ₄) hasta	250.00
Magnesio (Mg) hasta	125.00
Zinc (Zn) hasta	15.00
Cobre (Cu) hasta	3.00
Flúor (F) hasta	1.50
Hierro y manganeso (Fe y Mn) hasta	0.30
Plomo (Pb) hasta	0.10
Arsénico (As) hasta	0.05
Selenio (Se) hasta	0.05
Cromo (Cr) hasta	0.05
Cloro libre en aguas cloradas no menos de	0.20
Cloro libre en aguas sobrecloradas no menos de	0.2
ni más de	1.00

III Caracteres Bacteriológicos.

El agua estará libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal humana.

- a) Menos de 20 organismos de los grupos coli y coliforme por litro de muestra, es decir, todos los bacilos no esporógenos, gram negativo, que fermenten el caldo lactosado con formación de gas.
- b) Menos de 200 colonias bacterianas por centímetro cúbico de muestra, en la placa de agar incubada a 37°C durante 24 hrs.
- c) Ausencia de colonias bacterianas licuantes de la gelatina, cromógenas o fétidas, en la siembra de un centímetro cúbico de muestra en gelatina incubada a 20°C por 48 hrs.

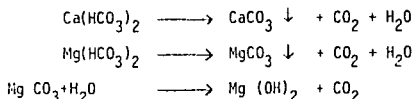
El agua en el refresco es el principal constituyente, ya que representa el 85% del volumen total, y es el vehículo que acarrea el azúcar, el ácido, el color, el sabor y el dióxido de carbono. Es importante que mantenga una determinada calidad para lograr el balance correcto de los ingredientes saborizantes y no contribuir con sustancias que pueden afectar negativamente a la bebida. Por ejemplo, si se tiene una alta alcalinidad, u olores y sabores residuales de cloro u otras sustancias aún en pequeñísimas cantidades alteran notablemente el sabor original y pueden favorecer la formación de espumas, sedimentos y anillos en el cuello de la botella. Para evitar esto, es indispensable darle un tratamiento adicional al agua potable para que cubra las especificaciones que se observan en la tabla II.

TABLA II
ESPECIFICACIONES DEL AGUA TRATADA

	Máximo (mg/l)
A alcalinidad total	50.0
Dureza total	100.0
Sólidos totales	500.0
Materia orgánica	Ausente
Turbidez	1.0
Hierro o Manganeso	0.1
Cloro residual	Ausente
Color, olor y sabor	Característicos
Coliformes	Ausentes

Debido a la gran dilución que hay en el agua, los bicarbonatos, sulfatos, - cloruros, etc., se encuentran presentes como iones; pero por facilidad se -- reportan como sales. Las sales presentes ocasionan dureza temporal y permanente, además de alcalinidad.

La dureza temporal está formada por los bicarbonatos de calcio y magnesio, - mismos que durante la ebullición del agua generan CO_2 y precipitan el carbonato o hidróxido correspondiente. Al liberarse el CO_2 se pierde acidez, y por esto el pH del agua después de hervir es mayor que antes de eliminar la dureza temporal.



La dureza permanente la constituyen los sulfatos, cloruros y nitratos de calcio y magnesio; estas sales no se eliminan durante la ebullición del agua, - y forman una incrustación dura en tuberías y equipo.

La alcalinidad está determinada por la presencia de carbonatos, bicarbonatos y oxhidrilos de calcio, magnesio y sodio.

Tenemos dos tipos de alcalinidad:

- a) Alcalinidad F, determinada al emplear como indicador para la titulación- fenolftaleína. Comprende a los oxhidrilos más la mitad de los carbona-- tos.
- b) Alcalinidad M, determinada al emplear como indicador para la titulación- anaranjado de metilo. Comprende a la alcalinidad F, la otra mitad de -- los carbonatos y los bicarbonatos.

Uno de los parámetros más importantes a controlar durante el tratamiento del agua es la alcalinidad por tres razones principales:

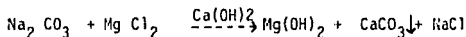
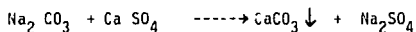
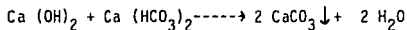
- a) La protección contra una contaminación al no neutralizar la acidez del - jarabe y mantener la acidez de la bebida.

- b) La eliminación de sabores extraños atribuidos a las sales alcalinas;
- c) La producción de una bebida uniforme, con color y sabor óptimos, de buena calidad.

El método aplicado casi universalmente para el tratamiento de agua usada en la elaboración de bebidas no alcohólicas carbonatadas, se muestra en la fig. 6.

Consiste en un sistema de tipo continuo de sedimentación, formado por tres - procesos básicos que son: 1 reducción alcalinidad, 2 coagulación; 3 cloración, correlacionadas en el mismo tanque; posteriormente el agua es filtrada, primero con un filtro de arena, después por uno de carbón activado y finalmente por un filtro pulidor.

1. Para reducir la alcalinidad se emplea generalmente cal hidratada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que abate al mismo tiempo la dureza temporal y permanente. Si se tienen sulfatos o cloruros de calcio y/o magnesio se agrega también carbonato de sodio. Las siguientes reacciones químicas son las que toman lugar en el tanque de tratamiento:



2. La coagulación es con el fin de favorecer la sedimentación de las sales precipitadas y las sustancias coloidales producto de las diferentes reacciones efectuadas anteriormente. Los agentes químicos comúnmente usados son el sulfato de aluminio, el sulfato ferroso o el alumbre de aluminio y sodio, porque ayudan a formar los flocúlos.
3. Por último para eliminar bacterias y otros microorganismos, remover mate

rias orgánicas y para ayudar a convertir el coagulante usado en flóculo de hidróxido ferroso o de aluminio según sea el caso, se adiciona cloro en la cantidad adecuada de tal manera que a la salida del tanque se tengan de 6 a 8 p.p.m.

El tiempo de retención recomendado para un tanque de tratamiento de agua es de dos horas, antes de pasar a los filtros.

La primera filtración consiste en separar la materia suspendida que es muy grande para pasar por las aberturas de los granos de arena filtrante, algunas de las partículas pequeñas son también retenidas por la capa acumulada de coagulante después de un tiempo de operación. Este filtro de arena consiste de un lecho de cinco a seis capas de grava y arena, donde la más gruesa se encuentra en el fondo.

El filtro de carbón activado se usa para absorber el cloro y otras sustancias químicas disueltas en el agua que imparten olores, colores y sabores extraños. Está constituido de la misma manera que el de arena, encontrándose la capa de carbón activado en la parte superior. En realidad está considerado como purificador más que como un filtro, pues el carbón está activo mientras su superficie está limpia.

La última filtración, anterior a la línea de distribución es por medio de filtros pulidores que están dotados con una materia filtrante de tela o algodón preparado que retiene partículas finas incluyendo las de carbón activado que pudieran haberse pasado.

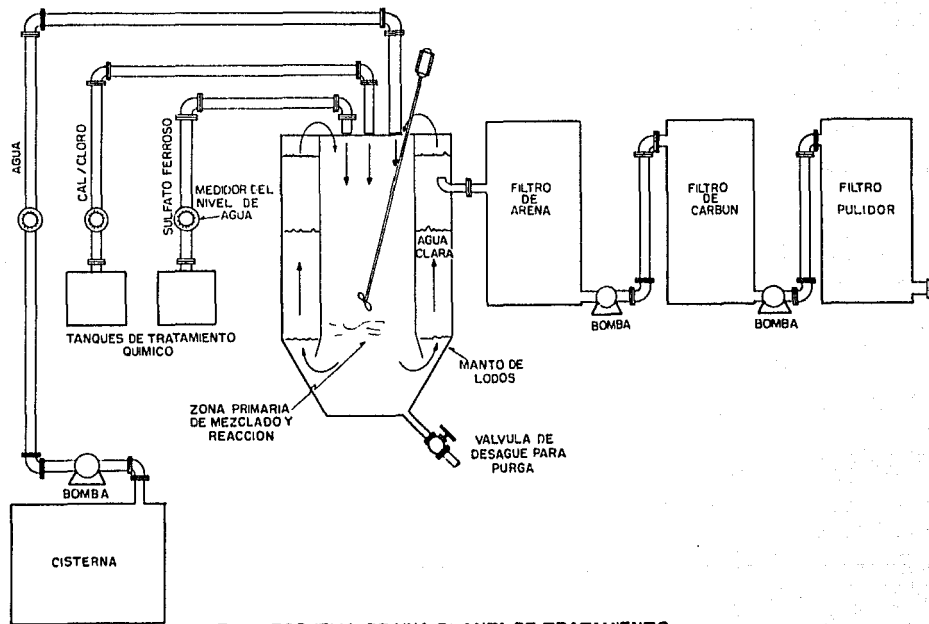


Fig. 6.-ESQUEMA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

2.2.2. SABORIZANTES

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

Diversos estudios realizados en alimentos han 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 nervioso central para crear la impresión del "flavor". Existen sensaciones indirectas captadas por medio de la vista, el oído y el tacto, que influyen en la percepción del gusto y olfato, tales como textura, frescura, temperatura, color, -- picante, etc.

La ciencia y tecnología de los saborizantes en alimentos requiere del conocimiento de las características químicas, físicas y sensoriales de las sustancias aromáticas, tanto de origen sintético como natural; las naturales son -- biosintetizadas durante el proceso metabólico normal de las plantas, pudiendo ser modificadas por un proceso químico.

Los saborizantes se clasifican según su origen en:

a) Naturales.

Son sustancias orgánicas naturales derivadas de flores, hojas, botones, -- raíces y frutos. Se subdividen en dos grupos: uno de aceites esenciales y oleoresinas; otro de concentrados de frutas, esencias y extractos alcohólicos.

b) Idénticos naturales.

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.

c) Artificiales.

Se clasifican en dos grupos:

El primero son sustancias derivadas de hulla y petróleo que, químicamente hablando son iguales a los saborizantes aislados. Entre ellos está la vainillina y el β -metiltiolpropionato que es una sustancia saborizante de la piña.

El segundo son sustancias que no se asemejan necesariamente en sabor a las naturales. Un ejemplo son los aldehídos C_{14} (δ -undecalactona) y el C_{16} (éster etílico del ácido 3-metil-3-fenil glicídico).

El grupo de saborizantes más usados en la Industria de Refrescos es el de naturales y específicamente los aceites esenciales.

Los aceites esenciales se encuentran en forma de sacos o glándulas situadas irregularmente bajo la superficie de la cáscara de los frutos cítricos. Son líquidos oleosos, etéreos, insolubles en agua y solubles en alcohol en diversas proporciones. Son mezclas de sustancias química y físicamente diferentes entre las que predominan los terpenos y los sesquiterpenos que actúan como soporte de los compuestos oxigenados como alcoholes, aldehídos, cetonas y ésteres, a los que se debe el aroma y sabor característico de los aceites. Los terpenos son el producto de la fusión de dos o más isoprenos (C_5H_8), por lo que la fórmula general de los terpenos es $(C_5H_8)_n$, cuando $n=2$ los hidrocarburos son conocidos como monoterpenos o simplemente terpenos, cuando $n=3$ son sesquiterpenos y cuando $n=4$ diterpenos.

Si del aceite esencial son extraídos los monoterpenos es designado como "libre de terpenos" o más usualmente "desterpenado". Este destilado, sin embargo, contiene sesquiterpenos y compuestos aromáticos oxigenados.

Si por un proceso más riguroso son removidos los sesquiterpenos, se dice entonces, que es un aceite "desesquiterpenado". Pero en muchos casos el contenido de sesquiterpenos en el aceite es relativamente bajo y por ello los dos términos pueden usarse simultáneamente.

Al llevar a cabo el proceso de desterpenación se efectúa también una concentración del aceite; para determinar el grado de concentración al que se llega, se toma en cuenta la cantidad del principal constituyente antes y después del proceso. En algunos casos, el poder saborizante efectivo llega a ser --

mucho más alto que el valor determinado, porque el componente tomado como -- referencia no es el único que proporciona sabor, ya que pueden existir otros que tengan una mayor contribución del perfil total.

Actualmente, el rendimiento de aceites desterpenados obtenido de un peso de aceite total es la mejor base para establecer el grado de concentración. Pa ra expresar en un aceite esencial el grado de concentración se indica como - "nX" de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\text{Peso del aceite original}}{\text{Peso del aceite concentrado obtenido}}$$

n= se expresa hasta la primera cifra decimal

x= factor literal que traduce convencionalmente la palabra "veces".

Existen diversos procesos para la extracción de los aceites esenciales, entre los que se encuentran:

a) Presión manual.- Las cáscaras separadas del fruto son presionadas manual mente sobre una superficie hasta extraer el aceite que es colectado en esponjas.

Este método de laboratorio, da como resultado un aceite de alta calidad, pero bajo rendimiento.

b) Presión mecánica.- Existen dos tipos que pueden emplearse: Sfumatrici -- que presiona automáticamente las cáscaras después de haber extraído el jugo y la pulpa; Pellatrici que maneja la fruta completa y por medio de un raspado de la superficie de la cáscara se extrae el aceite. El aceite extraído por las dos máquinas forma parte de una emulsión con agua, - por lo que se centrifuga para separarlo.

c) Presión mecánica con extracción simultánea de jugo.

1) De la fruta partida a la mitad se extrae el jugo, se limpia la cáscara y se presiona entre rodillos estriados.

2) La superficie de la fruta completa se ralla, removiendo el aceite con chorros de agua; al mismo tiempo se extrae el jugo por la presión del rallador, sólo que este se colecta por separado.

- d) Destilación.- Se efectúa en un alambique a vacío e introduciendo una corriente de vapor para que la temperatura de destilación no sea superior a los 45-55°C. Las características organolépticas del aceite obtenido -- por este método son netamente diferentes e inferiores con respecto al extraído en frío.

2.2.3. COLORANTES

De acuerdo con la F.D.A. un color es "cualquier material colorido, pigmento u otra sustancia hecha por un proceso de síntesis o un artificio similar, - - extracción, aislamiento u otra derivación distinta con o sin intermediario o cambio final de identidad, de una fuente vegetal, animal, mineral u otra y -- que cuando se adicione o aplique en alimentos, fármacos, cosméticos o cualquier parte del cuerpo sea capaz (sin reaccionar con otra sustancia), de impartir un color". (33)

El color es un punto clave en los alimentos ya que por el proceso de aprendizaje, se tienen correlacionados los alimentos con un determinado color, derivándose de éste, el gusto o el disgusto por ellos.

Así, el color de los alimentos y el color del ambiente en el cual se encuentran, pueden incrementar o disminuir significativamente el deseo o apetito de consumirlos.

Por ello la selección de los alimentos o el juicio de su calidad resultaría extremadamente difícil si la discriminación de color fuera eliminada, aún - - cuando el tamaño, textura, forma y otras características se dejaran intactas. Hay dos clases de colorantes usados como aditivos, los certificados y los no certificados, llamados también estos últimos "colores naturales" (aprobados por la F.D.A. y la S.S. en su Dirección General de Bebidas y Alimentos).

Se obtienen de fuentes vegetales, animales y minerales, o son duplicados artificiales de los colorantes naturales existentes.

Los colorantes certificados son compuestos de estructura conocida que se producen mediante síntesis químicas y que reúnen las altas especificaciones de pureza establecidas por la F.D.A. Se dividen en dos grupos según la F.D.& C: lacas e hidrosolubles.

Los hidrosolubles como su nombre lo indica son altamente solubles en agua y manifiestan su poder colorante al estar disueltos. Se presentan en diferentes formas como líquidos, polvos, pastas y dispersiones, presentando ventajas y desventajas, por lo que cada uno cubre necesidades específicas teniendo gran-

aplicación en la Industria Alimentaria. Por ejemplo: polvos y granulados se usan en bebidas; pastas y dispersiones en confitería y colores líquidos para productos lácteos.

La F.D.A. no establece límites en la cantidad a usar, pero el Manual de buenas prácticas de manufactura sugiere que deben usarse en una cantidad menor de 300 p.p.m.; esta cantidad es más que suficiente para dar color a la mayoría de los productos, con excepción de los productos que poseen un color oscuro, como es el caso del chocolate que requiere mayor cantidad.

En bebidas, 100 p.p.m. son suficientes; además los colorantes deben tener un comportamiento adecuado a la luz y a tres de los principales constituyentes del refresco que son: a) ácidos cítrico y ascórbico; b) saborizantes; c) conservadores como ácido benzoico.

La combinación del ácido ascórbico y la luz tienen un efecto desestabilizante bien conocido sobre muchos colorantes.

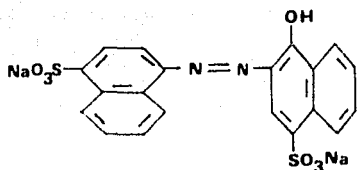
Los colorantes más usados en bebidas no alcohólicas carbonatadas se indican en la tabla III.

T A B L A 111
 COLORANTES COMUNMENTE USADOS EN
 BEBIDAS NO ALCOHOLICAS CARBONATADAS

NOMBRE COMUN	NOMBRE QUIMICO	F.D.&C.	C.I.N.	ESTRUCTURA
TARTRAZINA	SAL DISODICA DE 5-HIDROXI-1-(4-SULFO FENIL)-4-(4-SULFO FENILAZO) PIRASOL-3-CARBOXILATO.	AMARILLO # 5	19140	
AMARILLO SUNSET	SAL DISODICA DE 1-P-SULFO FENILAZO-2-NAFTOL-6-SULFONATO	AMARILLO # 6	15985	
ERITROSINA B.S.	SAL DISODICA DE 2,4,5,7 TETRAIODO - FLUORESCÉINA	ROJO # 3	45430	
CARMOISINA	SAL DISODICA DE 2-(4-SULFO-1-NAFTILAZO)-1-NAFTOL-4-SULFONATO	ROJO # 5	14720	
INDIGOTINA	5,5' INDIGO TINESULFONATO	AZUL # 2	75015	
VERDE 5	SAL DISODICA DE 4-(4-DIMETIL AMINIO CICLOHEXA-2,5-DIETIL-IDENO-(4-DIMETIL AMINO FENIL METIL)-3-HIDROXINAFTALENO-2,7-DISULFONATO.		44090	
CARAMELO	PRODUCTOS OBTENIDOS EXCLUSIVAMENTE POR CALENTAMIENTO DE SACAROSA U OTRO AZUCAR COMESTIBLE.			

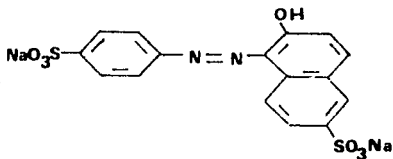
Para la elaboración del refresco sabor naranja o mandarina, los colorantes usados son:

CARMOISINA (ROJO # 5)



Es la sal disódica del ácido 2-4(sulfo-1-naftilazo)-1-naftol-4-sulfónico. Es rojo, soluble en agua (4% a 25°C) que da una solución rojo-azuloso. Es moderadamente estable a la luz, muy estable en medio ácido, pero pobremente estable en medio alcalino. Estable en presencia del ácido benzoico y dióxido de azufre.

AMARILLO SUNSET (AMARILLO # 6)



Es la sal disódica del ácido 1-p-sulfofenilazo-2-naftol-6-sulfónico. Es naranja, soluble en agua y glicerol (ambos 19% a 25°C), que da una solución -- naranja-amarillo. Es poco soluble en glicoles (2% a 25°C) y casi insoluble en etanol al 25%. Es estable a la luz, al medio ácido y también al medio -- alcalino. En presencia de ácido benzoico y dióxido de azufre es también estable.

Ambos colorantes son inestables en presencia de ácido ascórbico en concentraciones superiores al 0.1%.

Las especificaciones de estos colorantes se mencionan en la tabla IV.

T A B L A IV

ESPECIFICACIONES DE LOS COLORANTES UTILIZADOS EN LA
ELABORACION DE UN REFRESCO SABOR NARANJA-MANDARINA

	AMARILLO Nº 6 (SUNSET)	ROJO Nº 5 (CARMOISINA)
SOLUBILIDAD EN AGUA	TOTALMENTE	TOTALMENTE
MATERIA VOLATIL A 135°C	NO MAS DE 10%	NO MAS DE 10%
MATERIA INSOLUBLE EN AGUA	NO MAS DE 0.5%	NO MAS DE 1%
EXTRACTO ETereo	NO MAS DE 0.2%	NO MAS DE 0.2%
CLORURO Y SULFATO DE SODIO	NO MAS DE 5%	NO MAS DE 5%
OXIDOS MEZCLADOS		NO MAS DE 1%
OTROS COLORANTES SUBSIDIARIOS	NO MAS DE 5%	
CONCENTRACION DEL COLORANTE	85%	85%

2.2.4. Edulcorantes

Los edulcorantes como ingredientes de las bebidas no alcohólicas carbonatadas, son más que un simple agente endulzante. Tienen en general tres principales funciones: a) proveer el dulzor para balancear adecuadamente el ácido y otros sabores producidos por los componentes de la bebida, produciendo - - así, el balance total de sabor; b) proporcionan parte del cuerpo a la bebida que junto con los demás ingredientes ayudan para poder excluirlas de la clase de aguas; y c) sirve para acarrear el sabor y distribuirlo uniformemente.

Los edulcorantes para refrescos se pueden clasificar según su origen en:

Naturales	{ Sacarosa Dextrosa Azúcar invertido	Artificiales	{ Sacarina Ciclamato Aspartame
-----------	--	--------------	--------------------------------------

El principal azúcar de origen natural es la sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) un disacárido característico de las plantas. Es obtenida en escala comercial de la caña y de la remolacha. También puede ser obtenida de sorgo, maple, palma y - otras plantas. Por ejemplo, cerca del 50% de la materia seca de algunos vegetales como la zanahoria y algunas frutas como piña es sacarosa.

Para que este azúcar sea usada en la elaboración de bebidas de calidad, debe reunir ciertos requerimientos de pureza. La presencia de impurezas ha sido la causa principal de la formación de espuma durante el proceso de llenado - que finalmente resulta en un volumen falso. Otras alteraciones como sedimento, variaciones en el sabor y/u olor o descomposición por acción bacteriana han sido también producidas al usar azúcar de baja calidad.

El uso de azúcar líquida ha venido a ser una alternativa común. Esta puede obtenerse de tal manera que la pureza es semejante a la de la sacarosa cristalina.

Existen dos tipos de azúcar líquida, la llamada 100% sacarosa y 50/50 jarabe invertido-sacarosa. El primero está hecho por dos métodos principalmente.

Uno de estos consiste en la filtración del jarabe por carbón vegetal para -- eliminar cualquier sabor u olor indeseable y posteriormente es concentrado a 68°Bx. En el segundo método el azúcar granulada es disuelta en agua y el -- jarabe formado subsecuentemente filtrado.

El azúcar invertido es una mezcla que consiste de aproximadamente 50% de dextrosa (D-glucosa) y 50% de fructosa. Esta se obtiene por la hidrólisis de - soluciones de sacarosa con ácido clorhídrico a un pH de 3 ó 4 con la adición de una enzima invertasa. El ácido es neutralizado a un pH de cerca de 6 con carbonato de sodio y cuando la cristalización de la dextrosa llega al equilibrio, la masa entera es agotada del cremoso producto.

La dextrosa o azúcar de maíz cuyo nombre químico propio es D-glucosa, está - comercialmente disponible en varias formas: azúcar cruda de dextrosa, azúcar de dextrosa prensada, cerelesa, dextrosa anhidra y dextrosa hidratada. Los- azúcares de dextrosa se utilizan en la Industria de bebidas no alcohólicas - carbonatadas, porque proporcionan cuerpo a la bebida sin adicionar algún otro edulcorante. Debemos aclarar que el poder edulcorante de la dextrosa es mu- cho menor en comparación con una igual cantidad en peso de sacarosa.

La obtención de buenos resultados en el uso de la dextrosa según varios embo telladores se logra en un 12-25%.

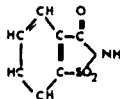
Dentro de los edulcorantes naturales, existen otros azúcares como la fructo- sa (levulosa), lactosa, maltosa y otras parecidas que son raramente usadas, - excepto en tiempos en que la disponibilidad de la sacarosa o azúcar común -- disminuye.

En lo que respecta al uso de los edulcorantes artificiales, aunque no es nue vo, actualmente se ha visto incrementado debido a que los requerimientos de- una porción de la población se enfocan al consumo de alimentos bajos en calorías.

Los edulcorantes artificiales que han tenido mayor desarrollo en la elabora-

ción de refrescos dietéticos son: sacarina, ciclamato y aspartame.

La sacarina es el 2-3-dihidro-3 oxobenzisulfonazol; también conocida como -- benzoisulfonimida. Es un polvo blanco cristalino e inodoro, con un remarcado sabor dulce de 300 a 550 veces más dulce que la sacarosa. Por la baja so lubilidad que tiene en agua fría, se utiliza en forma de sal de sodio - - - ($C_7H_4O_3 \cdot NSNa \cdot 2H_2O$), bajo el nombre de sacarina soluble.



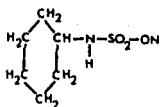
SACARINA

La sacarina ha sido sintetizada por un sinnúmero de métodos uno de los cuales es a partir de tolueno por formación del ácido ortosulfónico. Este es -- convertido en cloruro de sulfonilo, la amida y al ácido ortobenzoico mediante una solución de permanganato de potasio. Después de una acidificación, -- el agua es eliminada y la sacarina formada.

La sacarina ha sido usada por muchos años como endulzante de productos alimenticios, particularmente en bebidas no alcohólicas y en confitería.

El ciclamato o ciclohexil sulfamato de sodio es un sólido blanco, no higroscópico, no corrosivo, inodoro y no posee valor nutritivo. Es compatible con todos los ingredientes usados en la elaboración de bebidas, es estable en un amplio rango de pH (2-10), es muy soluble en agua y forma soluciones incoloras.

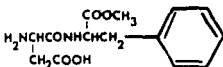
También existe la sal de calcio ($C_6H_{11} \cdot NHSO_3$)₂Ca·2H₂O que es el ciclohexil -- sulfamato de calcio dihidratado. Es también un polvo blanco, cristalino, no higroscópico y posee un sabor dulce característico de 30-40 veces mayor que el de la sacarosa y no posee valor nutritivo.



CICLAMATO

El uso de los ciclamatos estuvo prohibido por un tiempo debido a que se encontraron alteraciones cromosómicas así como carcinomas en vejiga; los estudios continuaron y actualmente su uso está permitido por considerarse no tóxico al emplearlo como aditivo.

El aspartame es un producto sintetizado a partir de dos aminoácidos intermedios llamados ácido L-aspartico y L-fenilalanina. Su poder edulcorante es 108 veces mayor al de la sacarosa. Fue aprobado como edulcorante artificial por la F.D.A. desde el año de 1982; usándose desde entonces principalmente como edulcorante de bebidas dietéticas.



ASPARTAME

El uso de este edulcorante está restringido para las personas con fenilcetonuria por la liberación y acumulación de la fenilalanina, que en altas concentraciones provoca retraso mental. En general se considera que los productos finales son CO₂ y agua o bien entran al metabolismo de proteínas.

2.2.5 ACIDULANTES

El sabor de las bebidas es dependiente en algunos casos, de la cantidad y -- carácter del ácido adiconando, porque lo complementa y desarrolla influyendo en la calidad final.

Al evaluar la acidez de una bebida, se deben considerar dos aspectos:

- 1) Aspecto de Cantidad.- La cantidad total de iones hidrógeno presentes y -- disponibles en un volumen dado de bebida. Estimado por la determinación de acidez total titulable.
- 2) Aspecto de Intensidad.- La concentración aparente del ión hidrógeno expresada usualmente en términos de pH.

Los ácidos principalmente usados son el cítrico, fosfórico y tartárico; en -- muy pocas ocasiones se utilizan los ácidos láctico y málico. El ácido fosfórico es el único ácido inorgánico usado extensamente como acidulante de -- alimentos; se emplea en forma de sales en refrescos de cola, root beer, sarsaparilla y en otros refrescos de sabor similar. Dentro del porcentaje de uso de ácidos en alimentos ocupa el 25%, el 60% lo ocupa el ácido cítrico y el 15% el resto de los ácidos.

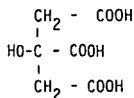
El factor más importante en la elección de un ácido es su habilidad para -- resaltar y mejorar el sabor del refresco; sobre esta base, el ácido tartárico es el más adecuado para el sabor uva; ácido cítrico para los sabores cítricos; ácido málico para el sabor manzana. Sin embargo, actualmente, otros factores como precio y disponibilidad influyen en la elección.

La acidulación no sólo es importante por el factor sabor, sino que también -- tiene otras funciones, las más importantes son:

- a) Ayuda a conservar el jarabe y la bebida, al crear un medio desfavorable para el crecimiento microbiano.
- b) Convierte el benzoato de sodio en ácido benzoico.
- c) Ayuda a la inversión de la sacarosa.

2.2.5.1 ACIDO CITRICO

El ácido cítrico es el ácido β -hidroxitricarboxílico, con un peso molecular de 192 g/mol.



Es un sólido incoloro, inodoro, que se presenta en forma de cristales translúcidos, gránulos blancos o polvo. Puede estar anhidro o hidratado con una molécula de agua. El ácido hidratado tiene un punto de fusión aparente de -100°C , mientras que el anhidro funde a 153°C . Es muy soluble en agua, pero poco soluble en alcohol y éter.

Comercialmente se obtiene de frutas como limón, lima y piña. El proceso de obtención se inicia con la extracción del jugo, precipitando después el ácido como una sal de calcio que se separa por filtración y se redissuelve en ácido sulfúrico, esta solución que contiene el ácido disuelto se concentra para obtenerlo en forma cristalina.

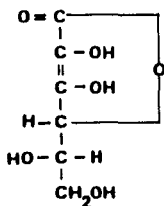
También puede obtenerse a partir de fermentaciones fungales de sacarosa con *A. niger*, *P. monovercillate*, *citromyces* o *mucor*.

Las especificaciones que debe reunir el ácido son:

		MAXIMO
Humedad	Anhidro	0.5%
	Hidratado	8.8%
Cenizas		0.05%
Metales pesados		ausentes
Oxalatos		negativo
Sulfatos		negativo

2.2.5.2 ACIDO ASCORBICO

El ácido ascórbico o vitamina C, es la lactona γ de un ácido hexurónico que - contiene una estructura enol entre los carbonos 2 y 3 con un peso molecular - de 176g/mol.



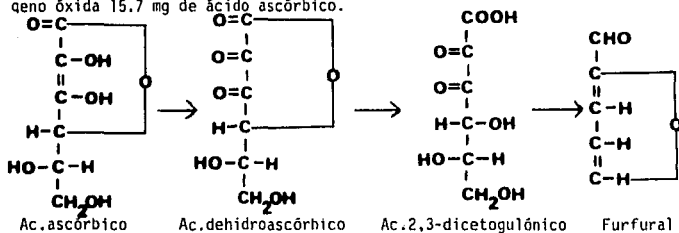
Es usado como antioxidante para estabilizar el sabor y con ello prolongar la vida de anaquel de la bebida no alcohólica carbonatada, ya que dentro de los principales constituyentes de los ingredientes saborizantes se encuentran los aldehídos, cetonas y cetoésteres que son susceptibles a la oxidación, perdiendo así sus características de sabor durante el almacenamiento. Además como - vitamina que es, tiene una función biológica al desempeñar un papel importante en las reacciones metabólicas de oxidoreducción. Es necesaria en la síntesis de tejido conectivo para la buena formación de huesos, de la dentina, de los cartílagos y de las paredes de los capilares.

Es inestable oxidándose a ácido dehidroascórbico e inclusive hasta furfural - con liberación de dióxido de carbono en presencia de aire, dependiendo también del pH y la temperatura del sistema. Es estable a pH ácido (Fig. 7).

Cuando el ácido ascórbico se adiciona a la bebida, es preferencialmente oxidado y se pierde parcialmente, mientras que los componentes del sabor se mantienen.

Existe una merma en la cantidad de ácido desde que se agrega, causada por el oxígeno disponible en el aire ocluido al cerrar el envase, por lo que se recomienda agregar un excedente tomando en cuenta el tamaño del envase, pero que-

no sobrepase el límite permitido de 10 mg/botella. Teóricamente 1 cc de oxígeno oxida 15.7 mg de ácido ascórbico.



Las especificaciones que debe reunir el ácido ascórbico son:

Aspecto	polvo cristalino blanco
Solución en agua (1g/20ml)	prácticamente clara e incolora
pH de esta solución	2.2 - 2.5
Rotación específica (c= 10 en agua)	+20.5° a +21.5°
Humedad (4 horas a 105°C)	máximo 0.1%
Cenizas	máximo 0.1%
Metales pesados	máximo 10 p.p.m.
Arsénico	máximo 3 p.p.m.
Punto de fusión	aproximadamente 190°C

2.2.6 CONSERVADORES

Un conservador es una sustancia capaz de inhibir, retardar o detener el crecimiento microbiano, la fermentación, putrefacción o descomposición del producto, esto se puede referir también a una sustancia usada para prevenir el deterioro del sabor o color del producto. (3)

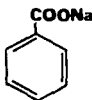
La función de los conservadores es la de prevenir el daño causado por enzimas y microorganismos presentes en varios grados en todos los alimentos; no obstante, se debe tener un escrupuloso control en la limpieza del equipo y durante todo el proceso.

Algunos conservadores tienen un alto grado de especificidad contra cierto tipo de microorganismos, mientras que otros pueden inhibir una gran variedad de ellos. Los más importantes son los ácidos benzoico, sórbico, acético, propiónico y dióxido de azufre; siendo el ácido benzoico el más usado en bebidas no alcohólicas carbonatadas.

De los factores intrínsecos del propio alimento como su composición, el nivel inicial de contaminación microbiana y la forma en que se maneja y distribuye, depende la efectividad del conservador.

La carbonatación y la acidez de la bebida crean un medio desfavorable para el desarrollo de los microorganismos, pero cuando los niveles usados no son muy elevados, se agrega benzoato de sodio para asegurar la vida de anaquel del producto. Generalmente se agrega la sal de sodio del ácido benzoico, porque el ácido por si solo presenta problemas de solubilidad.

El benzoato de sodio es un polvo cristalino o granulado blanco, inodoro o casi inodoro, estable al aire, con un peso molecular de 144.11g/mol. Es soluble en agua y en alcohol al 90%, poco soluble en alcohol al 96%. Cuya fórmula es:



Es un inhibidor antimicrobiano muy efectivo, actúa contra hongos, levaduras y bacterias en sistemas acuosos con un pH no mayor de 4.5. No es dañino a la salud en los niveles permitidos (0.1% como máximo), debido a que se elimina como ácido hipúrico (benzil glicina)



Las especificaciones que debe cubrir son:

	MAXIMO
Humedad	1.0%
Alcalinidad (como NaOH)	0.04%
Metales pesados (como Pb)	10.00%
Pureza	99 - 100%

2.2.7 AGENTES ENTURBIANTES

Algunos extractos de frutas, particularmente los de cítricos, son turbios por naturaleza debido a la suspensión de fragmentos celulares. Los consumidores por lo tanto esperan que las bebidas de frutas o con sabor a fruta sean turbias.

Si la bebida no contiene jugo o la cantidad no es suficiente para dar la turbidez adecuada, se usan agentes enturbiantes que son los que proporcionan y mantienen la opalescencia o turbidez del producto.

Los agentes enturbiantes pueden ser:

- 1) Aceites vegetales bromados (BVO)
- 2) Esteres de sacarosa como el octa-acetato de sacarosa y el acetoisobutirato de sacarosa (SAIB).
- 3) Esteres de resina como el abietato de glicerilo (estergum).
- 4) Poliolbenzoatos como propilenglicol dibenzoato y glicerol tribenzoato.
- 5) Emulsificantes como hidrocoloides, pectinas, celulosa, polisorbatos, ésteres de sorbitán, propilenglicol alginato, etc.
- 6) proteínas como las de soya y leche.
- 7) Otros como sílica y dióxido de titanio.

Es importante aclarar que tanto el BVO como el abietato de glicerilo poseen una doble función; ya que a la vez que se usan para ajustar la gravedad específica de la fase oleosa, imparten también turbidez al producto.

El uso de estos agentes se encuentra limitado por sus propiedades fisicoquímicas y toxicológicas dentro de un rango establecido. (Tabla V).

Tabla V. Niveles de uso de algunos agentes enturbiantes.

	(p.p.m.)
Aceite vegetal bromado	14-15
Acetoisobutirato de sacarosa	50-500
Abietato de glicerilo	100-150
Propilenglicol dibenzoato	85-120
Glicerol tribenzoato	40-190
Goma arábica	

El uso del aceite vegetal bromado se remonta a los años cuarenta por sus propiedades características como no impartir sabor ni olor alguno y su elevada gravedad específica de 1.24 - 1.33 dependiendo de la fuente de origen del aceite. Logrando con ello una estabilidad inmejorable en la bebida, siendo esto la causa de que hasta la fecha sea insustituible.

En Estados Unidos, el SAIB se empezó a usar desde 1970, por poseer una gravedad específica de 1.146, al no llegarse a una estabilidad adecuada, se combinó con octa-acetato de sacarosa obteniéndose mejores resultados en cuanto a estabilidad, pero con una ligera alteración del sabor dada por un amargor.

El uso de los ésteres de resina se ha generalizado en diversos países. Los resultados que se han obtenido hasta ahora han sido satisfactorios sobre todo en formulaciones sabor naranja y de otros cítricos.

Desde 1972 a la fecha se ha observado una disminución gradual en el uso de los poliolbenzoatos debido a la presencia de otros sustitutos y por la desventaja que presentan al usarse combinados.

Principalmente se destinan a la elaboración de bebidas sabor limón o toronja, por el sabor a zumo que proporcionan.

Los emulsificantes son en general hidrocoloides como gomas, almidones, alginatos, pectinas, celulosas, polisorbatos, etc. Importantes porque a la vez que emulsifican, estabilizan la bebida.

Entre las proteínas más usadas como enturbiantes están las de soya y leche, pero no son las adecuadas para bebidas cítricas por el pH del medio.

La calidad de un agente enturbiante se encuentra determinada por su capacidad para:

- 1.- Estabilizar la bebida sin que se presente sedimento o anillo.
- 2.- No interferir con las propiedades organolépticas del producto.

3.- Satisfacer los requerimientos legales del lugar de consumo.

Una bebida turbia se obtiene a base de un concentrado de sabor en forma de emulsión que contiene los agentes enturbiantes.

La emulsión es una mezcla íntima de dos líquidos inmiscibles del tipo "aceite en agua" (O/W), en la cual el aceite se dispersa uniformemente en el agua en forma de gotitas muy finas dando la apariencia turbia.

La turbidez se debe a la interacción y difusión de la luz por las partículas finamente suspendidas.

La dispersión se lleva a cabo con la ayuda de un agente emulsificante como goma arábiga, otras gomas naturales, dextrinas, almidón modificado, etc.

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, porque los aceites cítricos esenciales tienen en promedio un valor de 0.84, mientras que la bebida final presenta una variación entre 1.038 - 1.054; y aún cuando los aceites de sabor se pueden emulsificar y dispersar uniformemente, esta diferencia en la 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.

Diferencia en gravedad esp.	Velocidad (Dirección)	Descripción
$d_1 > d_2$	+ (indica dirección)	Sedimentación
$d_1 = d_2$	0 (la gravedad específica no es una variable)	
$d_1 < d_2$	- (indica dirección)	Anillo

La gravedad específica de la fase de aceite de sabor se puede aumentar adicionando agentes de alta gravedad específica, como el BVO y el abietato de glicerilo.

El tamaño de los glóbulos de aceite dispersos es el responsable de la sedimentación o de la formación de anillo en el producto embotellado. Para lograr el tamaño de partícula adecuado, se pasa la emulsión por una homogeneizadora hasta obtener un diámetro promedio entre 0.5 - 1.5 micrones. 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.

El efecto de la viscosidad influye en la velocidad de separación, mientras más viscosa sea la fase externa, más lentamente los glóbulos de aceite dispersos se elevarán o acentarán. La viscosidad depende del tipo y cantidad de agente emulsificante, así como de la cantidad de aceite presente en un volumen determinado de concentrado de sabor.

Nota:- La gravedad específica expresada en g/ml

2.3 PROCESO DE ELABORACION

En términos generales se puede decir que una bebida no alcohólica carbonatada consta esencialmente de agua, jarabe terminado y gas carbónico.

El agua que se emplea en el proceso, previamente tratada, pasa por el deareador que es un tanque cilíndrico de 76.2 cm. de diámetro y 213.36 cm. de altura, y en su interior tiene tres canastillas de acero inoxidable, cada una llena de anillos de porcelana llamados anillos Raschig. El agua entra por la parte superior a una presión de 1.27 a 1.41 Kg/cm², distribuyéndose en las canastillas al pasar por los anillos, teniendo así un mayor contacto con el vacío existente y una rápida deareación.

El objeto de pasar por el deareador es de:

- 1) Eliminar el aire, asegurando una dosificación exacta.
- 2) Reducir la tendencia a la formación de espuma durante la operación del llenado.
- 3) Disminuir la posible oxidación en el producto embotellado por la eliminación del aire.
- 4) Mejorar la retención del CO₂ en la bebida después de que se destapa la botella, asegurando un sabor uniforme.

De aquí, el agua se bombea a la sala de preparación de jarabes y al salón de embotellado. En la sala de jarabes, el jarabe simple se prepara al disolver azúcar en agua en un tanque donde además se adiciona un filtro ayuda (tierradiatomea); esta solución se pasa por un filtro prensa una o dos veces dependiendo de la pureza del azúcar usada. En seguida se envía a los tanques de jarabe terminado donde se adiciona la emulsión y cuando está homogeneizado perfectamente pasa al sincrómetro.

El sincrómetro consiste en una bomba de agua y otra de jarabe, conectada cada una a su respectivo medidor; estos medidores están interconectados por engranes diferenciales para controlar el flujo, en la proporción determinada previamente (Fig. 8).

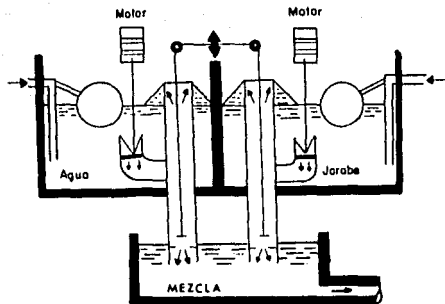


Fig 8 DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UN SINCROMETRO.

Este equipo ayuda a obtener uniformidad en el producto al proporcionar al carbonatador-enfriador jarabe y agua en una relación siempre constante.

En el carbonatador-enfriador se agrega el dióxido de carbono, que es el constituyente más pequeño en peso, pero el mayor en volumen; éste provee la característica "chispeante" de todas las bebidas carbonatadas. Este grado de efervescencia es probablemente la propiedad más importante de una bebida carbonatada porque complementa el sabor y ayuda a prolongar la vida de anaquel del producto.

La efectividad del proceso de carbonatación depende de la cantidad de gas presente en la bebida, medido en volúmenes. Un volumen está definido como la cantidad de dióxido de carbono gaseoso disuelto en un líquido mezclado en condiciones estándar 15.56°C (60°F) y presión atmosférica; bajando la temperatura y/o incrementando la presión se pueden aumentar los volúmenes.

Para efectuar una carbonatación adecuada se deben tener en cuenta los siguientes factores: 1) temperatura del líquido a carbonatar; 2) presión en el carbonatador; 3) contenido de aire en agua y jarabe.

La disminución de la temperatura en la carbonatación es importante, ya que entre menor sea la temperatura menor será la presión del dióxido de carbono, aumentando así su solubilidad. (Fig. 9)

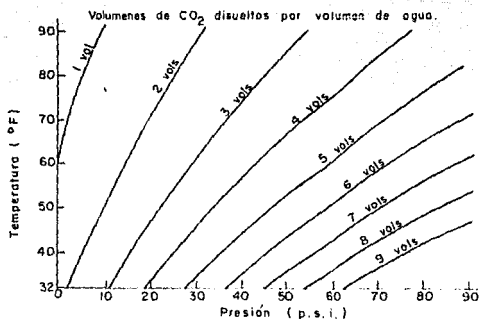
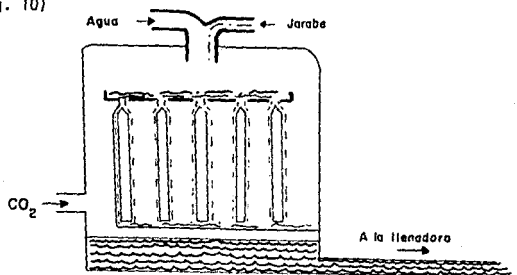


Fig. 9

El carbonatador es un tanque en donde el líquido y el dióxido de carbono se mezclan de la siguiente manera:

El agua y el jarabe entran al carbonatador-enfriador, por la parte superior pasando por una artesa distribuidora en donde se mezclan parcialmente; de aquí, el producto se distribuye en capas delgadas sobre los platos enfriadores del tanque, para pasar posteriormente a la charola mezcladora, en la que existen placas deflectoras que permiten el cambio en la dirección del flujo, consiguiendo una mezcla homogénea del agua, jarabe y dióxido de carbono antes de caer a la parte inferior del tanque donde se colecta para pasar a la llenadora. El dióxido de carbono entra por el costado opuesto de donde se localiza la salida del producto. (Fig. 10)



Las botellas llegan a la llenadora por medio del transportador para recibir el

producto, empleando los pasos fundamentales del llenado que son:

- 1) Contrapresión
- 2) Flujo por gravedad
- 3) Control de altura de llenado
- 4) Reducción gradual de la presión de la botella a la atmósfera.

La botella es sellada herméticamente contra las válvulas llenadoras con el fin de evitar espuma, pérdida de dióxido de carbono, variación en la altura de llenado, etc.; después se eleva la presión en la botella para igualarla con la existente en el tazón de la llenadora. Esto se realiza a través del tubo central de la válvula de llenado, por el aire o gas ocluido arriba del nivel del producto en el tazón de la llenadora. El producto baja por gravedad a la botella eliminando el aire, volviendo a la contrapresión por el tubo central de la válvula de llenado; este tubo tiene un agujero de control de nivel y al llegar el producto a este agujero se detiene el flujo.

Antes de separar la botella de la válvula se iguala gradualmente la presión con la atmosférica, para evitar espuma en el producto. Una vez llena la botella hasta el nivel adecuado se pasa al coronador, que sella la botella con la corona para terminar la operación de la máquina.

Los pasos que constituyen una línea de embotellado (Fig. 11) son:

- 1) Desempacado.
- 2) 1a. Inspección.
- 3) Lavado de botellas.
- 4) 2a. Inspección.
- 5) Mezclado.
- 6) 3a. Inspección.
- 7) Llenado.
- 8) 4a. Inspección.
- 9) Empacado.
- 1) Desempacado.- Se retiran las botellas de las cajas con una máquina automática

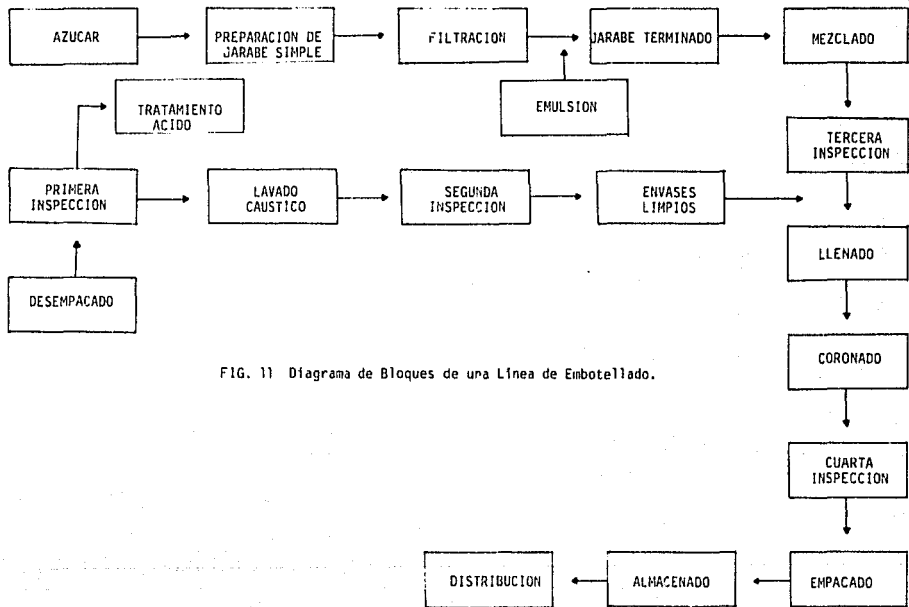


FIG. 11 Diagrama de Bloques de una Línea de Embotellado.

tica que toma las botellas del cuello succionándolas por presión; la velocidad de esta máquina se puede regular para tener un suministro constante de botellas.

- 2) la. Inspección.- Tiene por objeto eliminar cualquier tipo de materia extraña (popotes, colillas de cigarrillos, etc.), seleccionando al mismo tiempo -- las que requieren del lavado industrial; este es un lavado más enérgico -- con ácido para eliminar restos de pintura, óxido, cera, etc. después se pasan por un lavado manual con jabón y se enjuagan para ser lavados normalmente.
- 3) Lavado de botellas.- Las botellas ya seleccionadas entran a la lavadora -- para salir limpias y estériles. La eficiencia germicida de este proceso -- depende: el tiempo de remojo, % de causticidad y la temperatura, interrelacionadas entre sí de tal manera que la variación de uno afecta a los -- otros.

La lavadora más usada es la que consta de cuatro compartimientos; en los tres primeros se realiza el tratamiento cáustico, y en el último se enjuaga primero con agua de recirculación, para disminuir gradualmente la temperatura y después con agua a temperatura ambiente (Fig. 12). Las condiciones más usuales -- en las que trabaja la lavadora de cuatro compartimientos, se pueden observar -- en la Tabla VI.

TEMPERATURA	% CAUSTICO	COMPARTIMIENTO
43.3°C	3.0	1
65.5°C	2.5	2
54.4°C	1.5	3
37.8°C	agua fresca	4

Tabla VI. Temperatura y % de cáustico empleados en la lavadora de 4 compartimientos.

Las soluciones lavadoras se componen generalmente de sosa cáustica, o combinaciones de ésta con carbonato de sodio, fosfato trisódico y metasilicato de so-

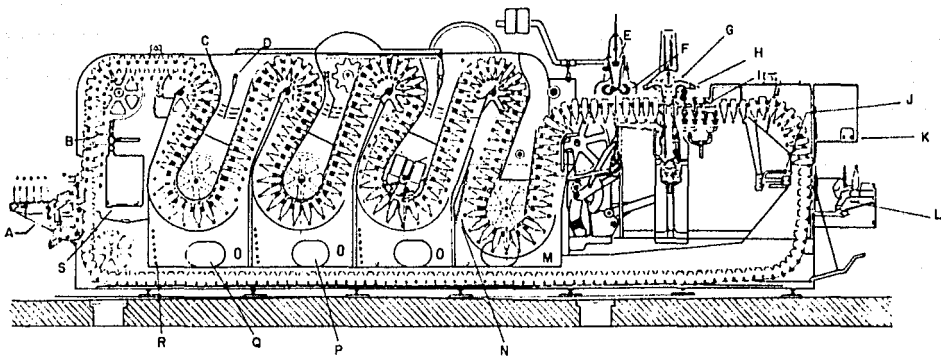


FIG.-12. DIAGRAMA PANORAMICO DE LA LAVADORA DE BOTELLAS MEYER DUMORE DE CUATRO COMPARTIMIENTOS

A - MECANISMO DE CARGA.
 B - PRE-ENJUAGUE HORIZ.
 C - GUARDA BOTELLAS.
 D - AGITADOR.
 E - CEPILLOS INTERIORES.
 F - CEPILLOS EXTERIORES.

G - ABRAZADERA DE ALTA SEGURIDAD.
 H - DOS FILAS DE CEPILLOS INTERIORES.
 I - ENJUAGUE FINAL.
 J - DEDO BOTADOR.
 K - LUZ DE INSPECCION.

L - DESCARGADOR AUTOMATICO.
 M - COMPARTIMIENTO DE AGUA FRESCA.
 N - CALENTADOR DE AGUA.

O - COMPARTIMIENTOS CAUSTICOS.
 P - ENTRADA HOMBRE AL NIVEL DEL TANQUE.

Q - ESPACIO PARA ETIQUETAS CAUSTICOS.
 R - CALENTADOR DE VAPOR.
 S - DESAGUE.

dio.

El carbonato de sodio y el fosfato trisódico se emplean para mejorar la acción detergente de la solución; el metasilicato de sodio previene los efectos perjudiciales de las soluciones altamente alcalinas.

4) 2a. Inspección.- Esta inspección consta de dos partes: la primera se realiza de vez en cuando para verificar la ausencia de álcali, detectándola visualmente con un indicador (fenolftaleína 1%), por el cambio de color.

La segunda parte la realiza una persona encargada de separar las botellas -- despostilladas o estrelladas, y las que aún después del lavado están sucias.

5) Mezclado.- Este proceso es de enfriamiento, carbonatación y mezclado.

6) 3a. Inspección.- Esta es una medida de control de calidad para checar -- que los sólidos totales y el volumen de carbonatación sean los adecuados. Utilizándose un aerómetro y un manómetro respectivamente.

7) Llenado.- Después de la inspección, las botellas pasan a la máquina donde se llenan automáticamente hasta un nivel estándar, en seguida son sellados por un coronador que forma parte de la misma máquina.

8) 4a. Inspección.- El propósito de esta última inspección, es evitar la salida de botellas con defectos en el nivel de llenado y en el sellado.

9) Empacado.- Se realiza automáticamente, separando y acomodando veinticuatro botellas, simultáneamente en otra banda transportadora van las cajas donde se depositan las botellas.

El departamento de Control de Calidad tiene una función importante en la planta embotelladora, porque con las diferentes pruebas que se realizan, se asegura uniformidad en la calidad del producto.

Las pruebas microbiológicas (cuenta total, hongos y levaduras) se hacen en el laboratorio, al agua en la cisterna, en el tanque de tratamiento, al sa--

lir de cada filtro, al agua tratada, al jarabe, al producto en post-mezclado, al producto embotellado y a las válvulas y llaves del equipo. Ahí mismo se hace el análisis físico-químico del agua que consiste en prueba de -- olor, sabor, color, dureza y alcalinidad.

En la sala de tratamiento de aguas se debe tener un control de los filtros, para que no se tapen, y del nivel de lodos del tanque de tratamiento o suavizador.

En las tablas VII y VIII se pueden observar, respectivamente, las especificaciones de control de calidad y la frecuencia con la que se realizan las - pruebas.

Tabla VII. Especificaciones de control de calidad.

Especificaciones de la bebida

a) Fisicoquímicas

°Bx	10.0 [±] 0.1°Bx
Carbonatación	2.5 [±] 0.1 vol. CO ₂
Acidez	0.170 g/ 100 ml.
Color	amarillo-naranja
Apariencia	transparente

b) Microbiológicas

Mesófilos aerobios	máximo 20 colonias/ml
Levaduras	máximo 10 colonias/20 ml
Hongos	0 colonias /20 ml
Coliformes	0 colonias /100 ml

Especificaciones de agua

Dureza total	menos de 100 p.p.m.
Alcalinidad total	menos de 50 p.p.m.
Color, olor y sabor	característicos
Coliformes	negativo

TABLA VIII

AGUA	JARABES	LAVADORA	PRODUCTO	INSTRUMENTOS
Microbiológico	- Jarabe simple	- Soluciones:	- Botella	- Chequeo de manómetro para carbonatación (cada 8 horas)
Cuenta total, hongos y levaduras	Turbiedad	% de causticidad	Altura de llenado	
-3º cisterna suavizador	Sabor, olor y apariencia	- Enjuagues Finales	- Premezclado °Bx	
Filtro de arena	- Jarabe terminado	Cloro residual	Carbonatación	
Filtro de carbón	Densidad	Botellas lavadas	- Post-mezclado	- Análisis, Microbiológico
Filtro pulidor (cada semana)	Sabor, olor y <u>apariencia</u> (Cada preparación)	residuo cáustico (cada 8 horas)	Tiro de jarabe Carbonatación Cierre de corona Sabor, olor y apariencia (cada 15 min.)	Cuenta total Hongos y levaduras (cada semana)
Dureza	- Análisis Microbiológico		- Análisis Microbiológico	
Alcalinidad			Cuenta total	
Acidez (cada 8 horas)	Cuenta total, hongos y levaduras (cada 3er. día)		Hongos y levaduras (cada 24 horas)	
Nivel de lodos (para mantener los 10-15%)	°Bx patrón (cada cambio de tanque)			

CAPITULO TRES

Agentes Enturbiantes

3.1 Gomas

3.1.1 Generalidades

Una goma o hidrocoloide se define como cualquier material polimérico (polisacáridos) que es soluble en agua para dar una solución o dispersión viscosa.

Existe una gran variedad de gomas conocidas desde hace mucho tiempo, actualmente se han clasificado de acuerdo a su origen en:

A) Exudados de plantas:

- Arábica.
- Ghatti.
- Karaya.
- Tragacanto.

B) Extractos:

-De algas marinas:

- Agar.
- Alginatos.
- Carragenina.
- Fucellarum.

-De plantas:

- Pectinas.

-De animales:

- Grenetina.

C) Harinas:

-De semillas:

- Locust bean.
- Guar.
- Tamarindo.

-Almidones de cereales:

- Trigo.
- Centeno.
- Maíz.

D) Biosintéticos (fermentación)

Xantana.

Dextranos.

E) Semi-sintéticos:

-Derivados de celulosa:

Carboximetilcelulosa.

Metilcelulosa.

Hidroxipropilmetilcelulosa.

Hidroxipropilcelulosa.

Hidroxietylcelulosa.

-Derivados de almidón

-Pectina de bajo metoxilo.

-Propilenglicol alginato.

-Hidroxipropil guar.

F) Sintéticos:

Polivinilpirrolidin (PVP)

Polímeros de óxido de polietileno (Poliox)

Polímeros de ácido acrílico.

Metil viniléter / anhídrido maléico.

Alcohol polivinílico (PVA).

Polímeros de polietilenglicol (carbowax).

Las gomas en general se producen en climas cálidos y secos, por lo que provienen principalmente de lugares como India, Sudán, Senegal, Pakistán, Irán, Turquía y algunos sitios del Mediterráneo. Su máxima producción es en el verano, por tanto en este tiempo se recolectan las gomas.

Los exudados de plantas se obtienen al hacer incisiones en diversas partes del tronco del árbol; ya recolectadas se someten a un proceso de purificación, de acuerdo al tipo de goma que se trata.

Para obtener los extractos de algas marinas, se recolectan manualmente las algas, que de acuerdo a la especie están a determinada profundidad. Cuando se tienen las algas se seleccionan y se procesan para purificarlas de acuerdo a la especie.

Con los extractos de semillas ocurre algo similar, se recolectan las semillas cuidadosamente, se seleccionan y procesan.

3.1.2 Composición y Estructura

Todas las gomas son complejos de polisacáridos aniónicos o neutros, asociados muchas veces con cationes metálicos como calcio, potasio o magnesio.

Generalmente existe una relación estructural entre muchas de las gomas. La celulosa y sus derivados están constituidos por unidades de glucosa con enlaces $\beta 1 \rightarrow 4$, mientras que el almidón se compone también de unidades de glucosa, pero con enlaces $\alpha 1 \rightarrow 4$ y $\alpha 1 \rightarrow 6$.

Carragenina, agar y fucellarum tienen en común su estructura básica que consiste en cadenas de galactosa unidas alternadamente por enlaces $\alpha 1 \rightarrow 3$ y $\beta 1 \rightarrow 4$.

Los extractos de semillas como locust bean y guar son polisacáridos neutros de galactosa y manosa, difiriendo solamente en las proporciones de cada uno.

Los exudados de plantas tienen estructuras complejas y no han sido definidas aún completamente, pero se componen de diferentes azúcares como ribosa, arabinosa, galactosa, ácido glucurónico, ramnosa y fucosa entre otros.

Los componentes estructurales de algunas gomas se observan en la Tabla IX:

TABLA IX

GOMA	UNIDADES DE AZUCAR
Exudados de plantas	L-arabinosa, D-galactosa,
Arábigo	L-ramnosa, ácido D-glucurónico
Ghatti	L-arabinosa, D-xilosa,
	D-manosa, ác. D-glucurónico
Karaya	D-galactosa, L-ramnosa
	ác. D-glucurónico
Tragacanto	D-xilosa, L-fucosa, ác. D-
	galacturónico, D-galactosa
	L-arabinosa
Extractos de algas marinas	
Agar - agar	D-galactosa $\beta(1 \rightarrow 4)$, 3,6-anhidro-
	L-galactosa $(1 \rightarrow 3)$ + grupo éster
Carragenina	D-galactosa, 3,6-anhidro -D-galac-
	tosa + grupo éster
Fucellarum	D-galactosa - 3,6-anhidro -D-galac-
	tosa + D-galactosa -4-sulfato.
Alginato	ác. D-manurónico $\beta(1 \rightarrow 4)$
	L-gulurónico $\beta(1 \rightarrow 4)$
Extractos de semillas	
Guar	D-manosa $\beta(1 \rightarrow 4)$, D-galactosa
	$(1 \rightarrow 6)$
Locust bean	D-manosa $\beta(1 \rightarrow 4)$, D-galactosa
	$(1 \rightarrow 6)$

3.1.3 Aplicaciones

Las gomas tienen un amplio rango de aplicaciones por lo que su uso se ha extendido; las funciones típicas específicas y sus aplicaciones en alimentos se muestran en la Tabla X, pero la función general de las gomas se puede limitar a sus dos propiedades principales: gelificante y espesante.

Para seleccionar una goma en un producto específico es conveniente considerar los siguientes factores:

- 1.- Viscosidad.
- 2.- Concentración.
- 3.- Temperatura.
- 4.- Peso molecular.
- 5.- Distribución del peso molecular.
- 6.- Resistencia al corte o al esfuerzo.
- 7.- Estructura química del polímero.
- 8.- La presencia de cualquier ingrediente activo que pueda provocarnos sinergia o antagonismo.
- 9.- Nivel de uso.
- 10.- Aspecto económico.

Las diferencias en las propiedades reológicas de las gomas tienen gran importancia ya que están relacionadas directamente con la textura del producto.

TABLA X APLICACIONES DE LAS GOMAS

Función	Ejemplo
Adhesivo	Panadería dulce
Controlador de calorías	Alimentos dietéticos
Inhibidor de la cristalización	Helados
Agente clarificante	Cerveza y vino
Agente enturbiante	Jugo de frutas y refrescos
Agente encapsulante	Sabores en polvo
Coloide protector	Sabores emulsionados
Emulsificante	Aderezos y refrescos
Inhibidor de sinéresis	Queso y alimentos refrigerados
Gelificante	Pudines y postres
Agente de grageado	Confitería
Agente floculante	Vinos
Agente de suspensión	Leches con sabor chocolate
Agente espesante	Relleno de pay y jaleas

3.1.4 Goma arábiga

3.1.4.1 Características y propiedades

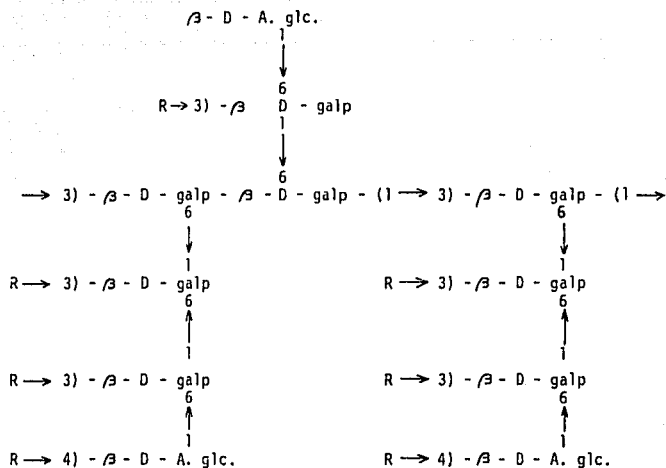
La goma arábiga se conoció desde hace 4000 años en el antiguo Egipto. Es el exudado de árboles de distintas especies de Acacia de las Leguminosas Mimosáceas; se produce en climas calientes y secos, dependiendo de esto, de la especie y del método utilizado para la recolección, varía la calidad y el rendimiento de la goma. Las especies de mayor producción son las de Sudán, Senegal, Mauritania y Mali.

La goma arábiga se encuentra en la naturaleza en forma neutra o como la sal ligeramente ácida de un complejo de polisacáridos, que contienen iones Ca^{2+} , Mg^{3+} y K^{+} . Los carbohidratos que la constituyen son L- arabinosa, L-ramnosa, D-galactosa y ácido D-glucurónico, en una proporción aproximada de 30.3%, 11.4%, 36.8% y 13.8% respectivamente, en forma cíclica (figura 13). Su peso molecular varía por la heterogeneidad de las especies y el método usado - en su determinación entre 250,000 y 1.000,000.

De todos los hidrocoloideos esta goma es la única totalmente soluble en agua fría, formando soluciones concentradas hasta un 50%, para preparar soluciones de concentraciones superiores es necesario elevar la temperatura del agua, debido a que la solubilidad aumenta proporcionalmente con la temperatura. Otra característica inherente a su alta solubilidad es la ausencia de viscosidad a una baja concentración de goma; cuando es inferior del 40% las soluciones tienen un comportamiento newtoniano, superiores al 40% presentan características pseudoplásticas.

Las propiedades reológicas de la goma se ven alteradas por factores como edad del árbol, cantidad de lluvias, tiempo de exudación y condiciones de almacenamiento, por lo que al preparar soluciones análogas se comportan de diferente manera. Otros factores que también afectan estas propiedades son el pH, la temperatura y los electrolitos.

Al ir incrementando el pH en las soluciones de goma arábiga se presenta un -



R = L- arab - (1→, L- rannp - (1→, α - D - galp - (1→3) - L- arab - (1→ o más frecuentemente: β - L- arab - (1→3) - L- arab - (1→

FIG. 13 FRAGMENTO DE LA ESTRUCTURA QUIMICA DE LA GOMA ARABIGA. (PHILLIPS, WEDLOCK AND WILLIAMS, 1983).

aumento proporcional de la viscosidad, alcanzando la máxima en un rango entre 4.5 y 6, empezando a decaer rápidamente al llegar a un pH entre 10 y 14.

(Figura 14).

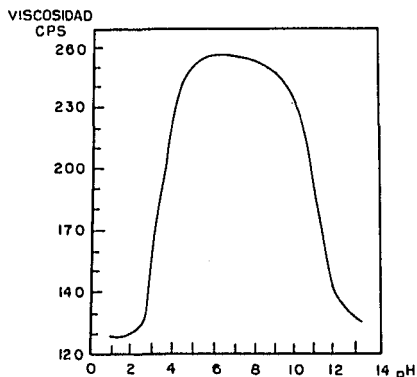


FIG. 14 EFECTO DEL pH SOBRE LA VISCOSIDAD DE LAS SOLUCIONES DE GOMA ARABIGA (Glicksman, 1969)

Por otra parte al adicionar electrolitos a las soluciones de goma disminuye la viscosidad de acuerdo a la concentración y valencia del catión, esto es -- presentando mayor efecto los monovalentes que los divalentes, sin embargo los trivalentes provocan la precipitación de la goma.

El efecto de la temperatura se aprecia por una variación en la viscosidad, es decir, a mayor temperatura menor viscosidad relativa y por consiguiente menor densidad.

Con la disminución de la viscosidad, decrece simultáneamente la tensión superficial, produciéndose así las condiciones favorables para la formación de

la emulsión. La densidad y concentración de la película emulsificada absorbida en la superficie de los glóbulos, juegan un papel muy importante en la estabilidad de la emulsión; la estabilización depende principalmente de la cohesión, rigidez, elasticidad y absorción de la película interfacial, sin embargo el mecanismo de la emulsificación aún no ha sido entendido, se cree que la goma arábiga como agente formador de películas previene la colisión de los glóbulos de aceite, permitiendo así un alto grado de dispersión por la disminución del diámetro de los glóbulos.

Esto ratifica su funcionalidad como coloide protector indicando su efectividad como agente emulsificante.

3.1.4.2 Obtención.

La producción de la goma es en la estación seca (junio-octubre) y se inicia con incisiones en los árboles de manera horizontal, con una profundidad de 3.8 cm., para lo cual se utiliza una pequeña hacha, después la corteza se pela hacia arriba y abajo para que la herida sea de 0.6 - 1.0 M. El periodo durante el cual es exudada la goma varía de 3 a 8 semanas, dependiendo de las condiciones climatológicas.

Después de secarse las gotas (conocidas también como lágrimas) al aire libre, tienen un diámetro de 1.9 - 7.5 cm.

En cada estación se hacen cortes en diferentes lugares alrededor del tronco, teniendo cuidado de no dañar al árbol para que sane. Los árboles empiezan a producir a los 6 - 7 años de vida dando en promedio 900 g. anuales, al tener mayor edad dan alrededor de 2,000 g.

Las gomas se clasifican según su calidad en grados y clases, antes y después de procesadas respectivamente, las de mejor grado son las que tienen uniformidad de color y están libres de materiales extraños.

La purificación de la goma es necesaria debido a que la lágrima al ser recolectada y secada al aire libre adquiere una gran cantidad de impurezas, ade-

más de que posee enzimas (peroxidasa, pectinasa y diastasa), que resultan -- perjudiciales al producto en el cual se utilizará. Otro objetivo que se pre tende al refinarla es el de cambiar su presentación disminuyendo el tamaño - de partícula para tener una mayor superficie de contacto y con ello aumentar su solubilidad.

El proceso de refinación se efectúa de la siguiente manera:

- I.- La disolución de la goma arábica en lágrima se realiza en el tanque - A con agua a una temperatura de 60°C y con agitación constante para - facilitar la posterior separación de impurezas.
- II.- Por gravedad, de este tanque pasa al tanque B, que en la parte supe- rior tiene una malla 30/20 donde se retiene una gran cantidad de impu rezas.
- III.- Este filtrado se bombea al reactor I para llevar a cabo la inactiva--- ción enzimática y el ajuste de sólidos. Se realiza elevando la tempe- ratura a 90°C durante una hora. Pasado este tiempo la actividad enzi- mática debe ser nula y tener 31% de sólidos totales.
- IV.- Para remover partículas pequeñas, la solución pasa a través de un fil- tro de malla 100/150.
- V.- De este filtro, se transporta al tanque C con ayuda de una bomba. Este tanque es el alimentador de la centrifuga, donde se eliminan las par-- tículas más finas que pudieron pasar.
- VI.- La solución totalmente libre de impurezas pasa al tanque D, con agita- ción constante para agregar propionato de sodio u otro bacteriostático con el fin de evitar la contaminación bacteriana.
- VII.- Finalmente, para dar una presentación adecuada, de fácil manejo y con- mayor vida de anaquel, se somete a un secado por Spray Dried, teniendo la precaución de no elevar demasiado la temperatura porque afectaría -

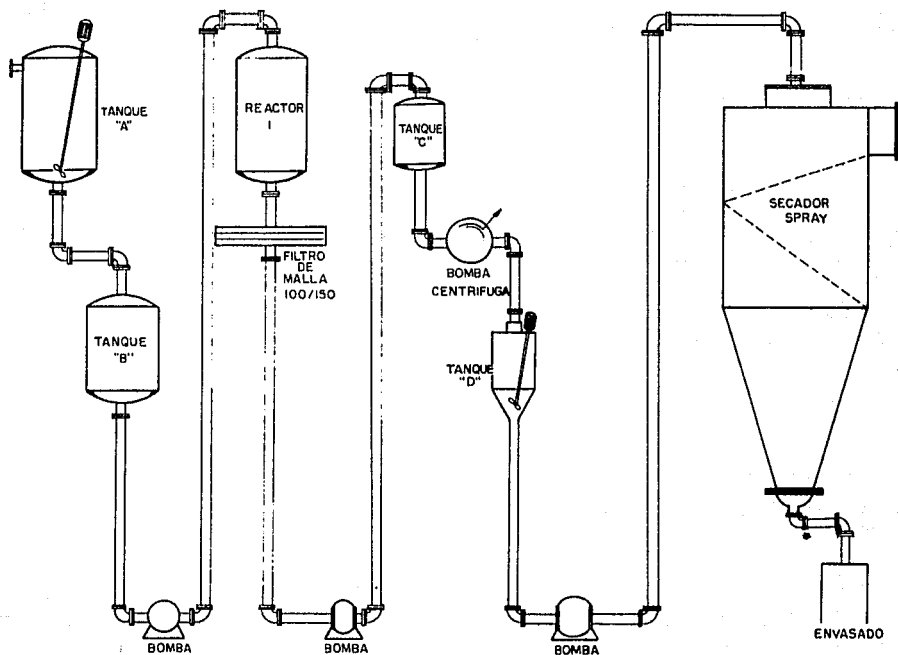


DIAGRAMA DEL PROCESO DE REFINACION DE LA GOMA ARABIGA

la viscosidad de la goma.

La goma arábica purificada debe ser un polvo fino homogéneo, de color blanco amarillento, exento de tóxicos y materiales extraños, que cumple con las siguientes especificaciones:

Olor y sabor	exento
Viscosidad (15% p/p 25°C)	15-25 cps.
Sedimento	ausente después de centrifugar.
Densidad Optica	1.0 máximo antes y después de centrifugar.
Almidón, dextrinas	negativo.
pH (15% a 25°C)	4.2 - 4.6
Cenizas	3.5% máximo
Humedad	5.0% máximo
Actividad enzimática	0.1% máximo
Cuenta Estándar	10,000 col/g máximo
Coliformes	negativo

Por sus diferentes propiedades, la aplicación de la goma arábica es extensiva a toda la Industria Química en:

Emulsiones de aceites esenciales.

Encapsulación de aceites y sabores.

Grageado de confitería.

Estabilización de espumas en bebidas.

Grageado farmacéutico.

Cosméticos como coloide protector .

Textiles.

Adhesivos.

Litografía.

Fabricación de tintas.

Cerámica.

Los niveles de uso de la goma arábiga en diversos productos de acuerdo con el Chemicals Used In Food Processing, son los siguientes:

Función, Uso	Nivel de uso
Espesante, estabilizante	
Estabilizante en refrescos y cerveza	0.0003 - 0.04%
Helados	0.0005 - 0.055%
Dulces	0.0005 - 0.11%
Panes	0.0001 - 0.06%
Merengue	0.075 - 0.5%
Jarabes	0.016 - 0.024%
Pudines	0.0075 - 0.1%
Aderezos	hasta 0.75%

3.2 Abietato de glicerilo

El abietato de glicerilo o éster de glicerol de la resina de goma es el producto de la esterificación de una resina natural conocida como colofonia o brea.

3.2.1 Generalidades de resina

El término resina aún no está definido claramente, algunos consideran que una resina es simplemente una mezcla de compuestos orgánicos poliméricos. Sin embargo se debe tomar en cuenta el hecho de que no todos los grandes polímeros orgánicos son resinas, por ejemplo, la celulosa no es considerada ordinariamente como resina, pero muchos de sus derivados si, como el caso del acetato de celulosa que es una de las resinas mejor conocidas en la industria de plásticos.

Antiguamente, el término resina se refería a sustancias de origen natural pero de considerable variedad en su naturaleza química, que presentaban propiedades físicas tales como: estructura amorfa, fragilidad, lustre, insolubilidad en agua, fusibilidad y plasticidad al someterse a calentamiento. Su uso se ha extendido y el significado actual de la palabra resina incluye materiales orgánicos naturales y sintéticos insolubles en agua.

Existen un gran número de resinas en el mercado, algunas son naturales, pero la mayoría de ellas son productos sintéticos desarrollados por la tecnología química dentro del campo de los plásticos, los elastómeros y las fibras sintéticas.

Las resinas naturales son principalmente exudaciones de árboles y son materiales orgánicos amorfos que pueden o no ser verdaderos polímeros; frecuentemente son complicadas mezclas de compuestos orgánicos con pesos moleculares por debajo de los encontrados en polímeros.

Algunas de las resinas de mayor uso se enumeran a continuación:

a) Resinas alcidicas a base de aceites vegetales para elaboración de esmal-

tes.

- b) Resinas poliéster para acabados de madera, plásticos reforzados, resanadores, botones y otros.
- c) Amino resinas, en diferentes tipos son empleadas como pegamentos, aprestos, acabados, moldeados y otros.
- d) Resinas acrílicas y de acetato de vinilo que se obtienen en dispersiones acuosas o en solventes para pinturas, tintas, textiles y papel.
- e) Resinas maléicas que por su dureza, brillo y compatibilidad con aceites secantes son empleadas en la elaboración de barnices, pinturas y tintas de impresión.
- f) Resinas esterificadas se utilizan en el campo de recubrimientos y en tintas de impresión.
- g) Resinas epóxicas, de poliuretano, poliamidas y politerpénicas.

3.2.2 Características y propiedades de la colofonia.

La colofonia o breá es, probablemente, la resina natural de más antiguo empleo, pues varios siglos antes de Cristo ya se conocía como producto para calafateo de barcos y como vehículo para pinturas.

Es una resina natural que se obtiene de la destilación de la miera (resina de pino) obteniéndose como subproducto la trementina o aguarrás; es un sólido de color ámbar de apariencia cristalina constituido de una mezcla de ácidos resínicos terpénicos y una proporción variable de insaponificables que funcionan como plastificantes. La composición y proporción de cada uno de los tipos de ácidos y de insaponificables depende de factores tales como variedad del pino, época del año, terrenos, altura, etc.

Comercialmente existen tres variedades principales de la colofonia (Fig. 18).

- a) Colofonia (Resina) de goma.- obtenida mediante la incisión de árboles vivos.

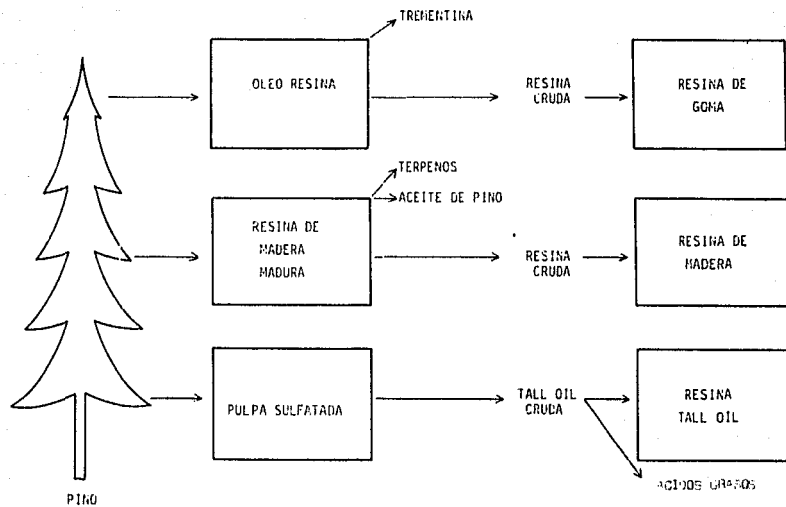


FIG. 18 PRINCIPALES VARIETADES DE LA COLOFONIA

b) Colofonia (Resina) de madera.- obtenida por extracción con solvente de las cepas del pino.

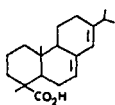
c) Colofonia (Resina) de tall oil.- obtenida por destilación fraccionada -- del subproducto (tall oil) de la industria de la celulosa.

Las tres variedades difieren cuantitativamente en su composición, sin embargo, las tres pueden modificarse químicamente con el fin de aumentar su estabilidad y mejorar sus propiedades físicas, gracias a los ácidos resínicos que las constituyen, pues estos poseen dos áreas reactivas que son: los dobles enlaces y el grupo carboxilo.

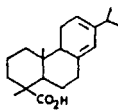
En adelante, centraremos nuestra atención en la colofonia de goma por ser la que se produce y emplea en México.

La colofonia es sólida a temperatura ambiente, su punto de fusión es de 67-71°C, presenta solubilidad en alcoholes, éteres, ésteres, hidrocarburos alifáticos, aromáticos y clorados; insoluble en agua, traslúcida y frágil de aspecto cristalino.

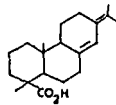
Se conoce como resina ácida ya que se compone por lo general de aproximadamente 30-40% de ácido abiético y el porcentaje restante de isómeros (cuya estructura se presenta a continuación), de terpenos e insaponificables.



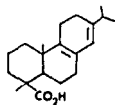
ABIETICO



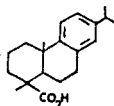
LEVOPIMARICO



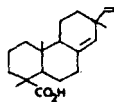
NEOABIETICO



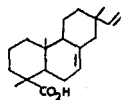
PALUSTRICO



DEHIDROABIETICO



PIMARICO



ISOPIMARICO

Para efectos de composición y de comprensión de las reacciones que se llevan o pueden llevar a cabo con la colofonia se le considera como ácido abiético; además mediante calentamiento superior a los 180°C se logra una conversión de los ácidos resínicos, para obtener aproximadamente un 85% del ácido abiético y un 15% de los ácidos restantes.

El ácido abiético es la forma más estable, sin embargo, debido a su insaturación es fácilmente oxidable reaccionando con oxígeno y metales pesados, -- tendiendo a cristalizar con solventes.

Las reacciones que se pueden efectuar con la colofonia son las propias de los dobles enlaces como isomerización, oxidación, hidrogenación y polimerización; además de la formación de sales y esterificación típicas del grupo carboxilo.

Una de las maneras de estabilizar la colofonia es precisamente a través de la esterificación y el bloqueo de la insaturación con antioxidantes. La hidrogenación y el desproporcionamiento son los medios para evitar la oxidación, al igual que la dimerización, sólo que ésta se usa en menor escala por que el producto presenta un aumento en la dureza.

3.2.3 Proceso de obtención.

La producción de la colofonia de goma es prácticamente durante todo el año, sin embargo existe un ciclo de baja disponibilidad en épocas de lluvia, debido a la dificultad de acceso al monte para coleccionar la miera y la falta de interés de la gente para llevar a cabo este trabajo.

La miera se obtiene por incisiones superficiales de la sección subyacente a la corteza, en una zona rectangular cercana a la base del pino, extendida sobre un área de 1/4 o 1/3 de circunferencia; se aplica ácido sulfúrico diluido sobre el corte fresco para estimular la producción de resina y se sujeta al pino, por el lado bajo de la incisión, un pequeño recipiente para coleccionarla.

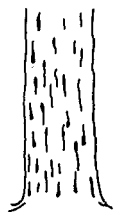
Durante la producción se seca el corte por lo que hay que incrementarlo semanalmente de 5 cm. en 5 cm. hasta 1.0 m. la producción por árbol es de 3 a 15 Kg/año.

La miera producida es un fluido viscoso que consiste en una mezcla de agua, terpenos volátiles, aguarrás y ácidos resínicos, junto con impurezas como insectos, polvo, y residuos de corteza. Mediante análisis se ha encontrado que la composición aproximada de la mezcla es: 12% agua, 20% aguarrás y 68% ácidos resínicos.

Para remover las impurezas comunes como aserrín o astillas de pino, insectos y polvo, se diluye la miera con aguarrás a elevadas temperaturas y se filtra. El filtrado posteriormente se destila a presión reducida para eliminar el aguarrás que es volátil. (Fig. 19).

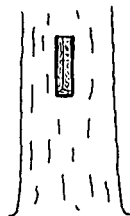
Una vez purificada la colofonia se procede al proceso de esterificación para obtener el éster de glicerol de la colofonia de goma, mejor conocido como abietato de glicerilo.

Por esterificación se conoce el proceso de reacción entre un ácido orgánico, que posee uno o más grupos carboxílicos y un alcohol, que posee uno o más --



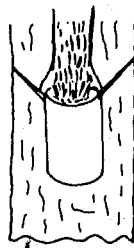
1

PINO



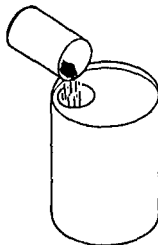
2

PICA O CORTE



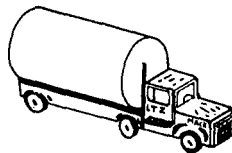
3

RECOLECCION EN RECIPIENTES



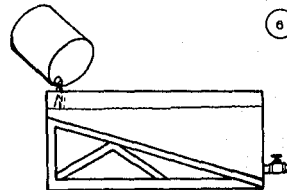
4

RECOLECCION EN TAMBOR



5

TRANSPORTE A RESINERA



6

ALMACEN EN RESINERA

Fig.19-PROCESO DE OBTENCION DE LA RESINA

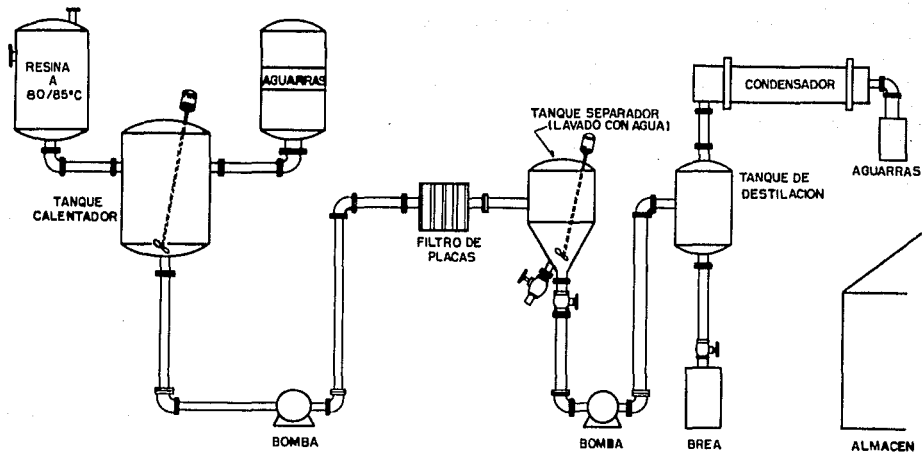


Fig. 19a. PROCESO DE REFINACION

grupos hidroxílicos. Cuando los productos a esterificar son polivalentes se produce una poliesterificación, mientras que al existir un sólo grupo funcional, ya sea el alcohol o el ácido, se limitará el grado de esterificación a la funcionalidad del otro reactante. En el caso de la colofonia de goma se trata de la reacción de un ácido monofuncional (ácido abiético), con un alcohol polivalente (glicerol), que nos da como resultado mono, di y triésteres, pues no se puede obtener un sólo tipo de éster. (Fig. 20)

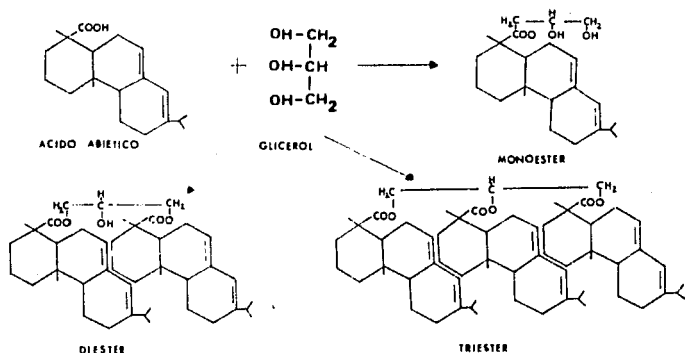


FIG. 20 ESTERIFICACION DEL ACIDO ABIETICO

El punto de fusión como en toda la química orgánica es directamente proporcional al peso molecular, o sea entre más alto es el punto de fusión más alto será el peso molecular, así los mono ésteres serán los de menor punto de fusión y después los di y triésteres.

Para efectuar la reacción se debe contar con un reactor de acero inoxidable con las siguientes características: sistema de agitación, sistema de calentamiento que nos permita obtener altas temperaturas, sistema de enfriamiento, sistema de vacío, columna empacada o de platos y condensador con tanque reci

bidor, sistema para mantener una corriente de gas inerte, controles de temperatura, presión, vacío y disco de seguridad.

Primeramente se carga el reactor con pequeños trozos de la resina, se eleva la temperatura para que funda perfectamente, entonces se agita y se carga el glicerol y las sales de zinc que actúan como catalizador; se sigue calentando hasta la temperatura de reacción (de 250 a 290°C), rectificando los vapores de salida en la columna para no perder el glicerol. Cuando se tienen el número ácido y punto de fusión adecuados se cierra la columna y se pasan los vapores por el condensador, se aplica máximo vacío y simultáneamente se hace pasar una corriente de vapor de agua para eliminar cualquier posible sabor - del producto, operación que debe durar de 5 a 7 horas.

Pasado este tiempo se enfría a 125°C, se carga antioxidante (B.H.T.), se deja mezclar por 20 minutos y se descarga en una charola, una vez fría la resina se parte tratando de obtener el menor polvo posible para eliminar al máximo la oxidación que se tiene al estar en contacto con el aire.

Las especificaciones que debe cumplir el producto son las siguientes:

Indice de acidez	6
Punto de fusión (Capilar)	67-71°C
Prueba de deodorización	Buena
Punto de ablandamiento (Gota)	84-88°C
Punto de ablandamiento (Anillo y Bola)	77-81°C
Color Gardner (50% en tolueno) (máx.)	10

Por sus propiedades generales el abietato de glicerilo tiene gran aplicación en:

- Barnices.
- Tintas de impresión.
- Adhesivos.
- Elaboración de bebidas.

Elaboración de goma de mascar.

El nivel de uso del abietato de glicerilo según el Chemicals Used In Food --
Processing, es:

Función, Uso	Nivel de uso
Ajustador de densidad para aceites cítricos en la preparación de bebidas	
Bebidas alcohólicas	0.006%
Refrescos	0.006%

3.3 Almidones

3.3.1 Almidón nativo. Generalidades

La generalización en el uso del almidón se ha debido principalmente a sus propiedades espesantes, gelificantes, adhesivas y formadoras de películas.

Esta versátil combinación de propiedades aunada a su disponibilidad, calidad controlada y bajo costo, han sido los factores determinantes.

En años recientes, se han desarrollado polímeros sintéticos solubles en agua con propiedades físicas similares y de fácil control durante su proceso de manufactura. Es por esto que ambos polímeros naturales y sintéticos compiten dentro de las mismas áreas de aplicación.

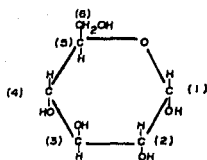
La modificación del almidón surge como una alternativa para cubrir los más variados requerimientos mediante la obtención de combinaciones de propiedades para aplicaciones específicas.

Con el objeto de apreciar de mejor manera el valor y efectos de la modificación del almidón conoceremos a continuación las propiedades básicas de los almidones nativos.

3.3.2 Estructura y propiedades

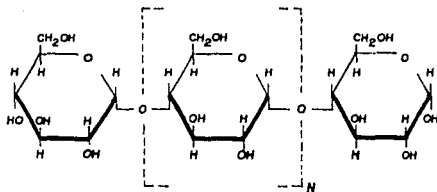
El almidón es una sustancia de composición química definitiva como reserva energética en la mayoría de las plantas. Se encuentra en mayor cantidad en semillas (maíz, trigo, sorgo, arroz, etc.) y raíces (papa, camote, yuca, etc.); ambas fuentes comunes de extracción a nivel industrial. Cabe señalar que las propiedades físicas de cada almidón varían según de la fuente que provengan.

En términos químicos, el almidón pertenece a la clase de compuestos orgánicos llamados carbohidratos. Los átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno se encuentran organizados en una molécula de azúcar, D-glucosa o dextrosa como es conocida comercialmente.



(a) Dextrosa (D-glucosa) indicando el número de átomos de carbono.

Así, el almidón se forma por la condensación de polímeros de glucosa obtenidos por la eliminación de agua entre unidades de glucosa; es decir las unidades de glucosa en la cadena de almidón son anhidras.



(b) Estructura de cadena lineal de la molécula de almidón. Cada grupo hexágono representa una unidad dextrosa. "N" es el número de unidades de dextrosa en la cadena.

De la estructura del almidón resulta evidente que la modificación del polímero tiene lugar a través de reacciones en los grupos hidroxilo (-OH) o mediante cortes en la cadena (depolymerización), en los enlaces entre unidades de glucosa.

El arreglo relativo en el espacio del grupo hidroxilo en el átomo de carbono número dos y el átomo de oxígeno conectado al átomo de carbono número uno de

la unidad siguiente de glucosa es la diferencia estructural existente entre el almidón y la celulosa, ya que ambas están compuestas de cadenas de unidades de D-glucosa. En el almidón, este átomo de oxígeno situado en el mismo lado del hexágono (abajo), como el grupo hidroxilo del carbono dos (cis). Este arreglo espacial es conocido como "enlace alfa" (α).

En la celulosa, este enlace de oxígeno entre unidades de glucosa está en el lado opuesto del ciclo (arriba) del grupo hidroxilo del carbono dos (trans), y esta relación es conocida como "enlace beta" (β). Esta aparentemente pequeña diferencia en el arreglo espacial de los átomos en la molécula es la responsable de que las propiedades del almidón y la celulosa sean tan diferentes.

El almidón es una mezcla de dos formas estructurales: un polímero lineal llamado amilosa y otro altamente ramificado conocido con el nombre de amilopectina.

La amilosa y la celulosa son química y arquitectónicamente similares, es decir, ambas constituidas de glucosa y como moléculas lineales. Sin embargo, la amilosa tiene enlaces alfa, mientras que la celulosa los tiene beta.

Dependiendo de la fuente y método de aislamiento, la amilosa tiene un peso molecular en un rango de 40,000 - 340,000, correspondiente a cadenas conteniendo de 250 a 2,000 unidades de glucosa (grado de depolimerización de 250 a 2,000). Tiende a formar complejos insolubles con todo y muchos agentes polares como son el n-butanol, ácidos grasos y nitroparafinas.

La amilopectina es una molécula ramificada muy larga, cuyo peso promedio es de 80 millones. Compuesta de manera similar a la amilosa por cadenas de glucosa pero con muchos puntos ramificados. La unión de cadenas ramificadas -- por enlaces de oxígeno entre el átomo de carbono número uno de una unidad de glucosa con el átomo de carbono número seis de otra glucosa, ya en una cadena es el principal punto de ramificación. Estos puntos se presentan a inter

valos de 20 a 25 unidades de glucosa Fig. 15.

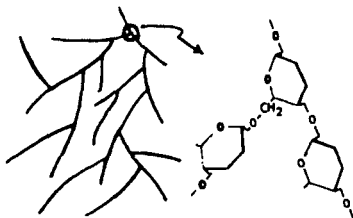


FIG.15 ESTRUCTURA DE LA FRACCIÓN RAMIFICADA DEL ALMIDÓN (IZQ.) CON LA CONFIGURACION QUIMICA DEL PUNTO DENTRO DEL CIRCULO (DER.)

Gran parte del comportamiento del almidón, se basa en la afinidad de los grupos hidroxilo en una molécula por éstos en otra. En los polímeros lineales como la celulosa y la amilosa, las cadenas se pueden orientar paralelamente provocando la proximidad de los grupos hidroxilo a lo largo de las cadenas; cuando esto pasa se forman asociaciones entre los grupos hidroxilo a través de puentes de hidrógeno ocasionando con ello la formación de agregados insolubles en agua.

En soluciones muy diluidas, las cadenas agregadas de amilosa se precipitan; en soluciones más concentradas se forma un gel. Fig. 16. Este proceso de alineamiento, asociación y precipitación o gelificación es conocido como retrogradación.

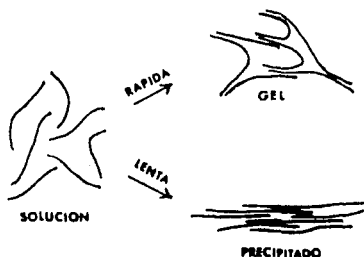


FIG.16 MECANISMOS DE RETROGRADACION

La retrogradación es esencialmente un proceso de cristalización y es un factor muy importante en la modificación y uso del almidón. De la linealidad de la amilosa y su marcada tendencia a asociarse y formar agregados, este material es insoluble en agua y forma películas fuertes y flexibles.

Por otra parte, las ramificaciones en las cadenas de amilopectina impiden -- que este fenómeno de alineamiento pueda presentarse y por tanto tiende a ser soluble, formando soluciones que no gelifican bajo condiciones normales. Durante un prolongado almacenamiento o bajo condiciones especiales como congelamiento, se han observado algunos efectos de retrogradación.

3.3.3 Almidones modificados

La gran variedad de ramas existentes en la Industria, exige una mayor investigación para el desarrollo de almidones que reúnan características específicas dando nuevas propiedades, mejorando las ya inherentes o reprimiendo -- otras.

Los almidones modificados son el producto resultante de estas investigaciones mediante el tratamiento de las 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 tamaño, apariencia y organización de las moléculas de almidón.

Clasificación de los almidones según el tipo de modificación.

Almidones Modificados	{	Por genética en la planta.
		Por Fraccionación.
		Por Enlazamiento cruzado.
		Por Conversión.
		Por Derivación.

Con el objeto de conocer de mejor manera cada tipo de modificación, los -- efectos y ventajas que ocasionan sobre el almidón nativo, a continuación tra -- daremos cada uno de ellos con mayor detalle.

1.- Modificación de la genética de las plantas.

La estructura de los polímeros sintéticos puede ser controlada y dirigi -- da mediante la selección de las condiciones, catálisis y reactantes en -- el proceso de polimerización. Obteniéndose así, polímeros con propieda -- des específicas. Para hacer esto con polímeros naturales como el almi -- dón, es necesario controlar el proceso biológico que produce el almidón

o desarrollar plantas que sintetizen el polímero deseado. Estas varia ciones genéticas han sido exploradas para desarrollar híbridos producto res de almidón conteniendo solo una forma: amilosa lineal o amilopec tina ramificada.

Las variedades waxy y milo de maíz, fueron desarrolladas para producir almid ón consistente en su totalidad de amilopectina. Como ya se mencionó anteri ormente, la amilopectina presenta muy poca tendencia a la retrogradación y por tanto estas dispersiones tienden a ser estables, no gelifican y generalmen te son solubles en agua.

En ciertas plantas de experimentación se han desarrollado híbridos producto res de amilosa por arriba de un 80%.

El almidón de maíz alto en amilosa requiere de una temperatura mayor para - gelatinizar que la de un almidón normal, así mismo, en una solución acuosa no da la misma viscosidad que un almidón regular aunque ambos sean tratados a una temperatura de 200°F.

Para obtener una dispersión de almidón de maíz alto en amilosa (55%), se -- trata el almidón a una temperatura entre 310-320°F en autoclave por un peri odo de 15 minutos o por peptización con cáustico.

2.- Modificación por fraccionación.

Cuando se habla de la fraccionación de un almidón, se entiende la divisi ón de éste en amilosa y amilopectina. Este método está basado en la dispersión del almidón en una solución acuosa de sulfato de magnesio - (10-15%) en autoclave a una temperatura de 160°C durante 30 minutos.

Al enfriar hasta una temperatura de 70°C, la amilosa se precipita y -- puede ser aislada. La amilopectina precipita posteriormente a temperatu ra ambiente.

También es posible y de gran utilidad la obtención de ciertos deriva--

dos de la amilosa como son: los ésteres, éteres y acetatos.

3.- Modificación por enlazamiento cruzado.

Las propiedades del almidón, ponen a la vista que la temperatura de gelatinización, la viscosidad inicial, la viscosidad resultante de una -exposición prolongada a un tratamiento de cocción, la agitación mecánica o un bajo pH son primeramente dadas por las características del gránulo.

Mediante el reforzamiento de los enlaces del gránulo, se han obtenido-cambios muy representativos en su comportamiento al hincharse.

Este gránulo-reforzado, es acompañado por reacciones de enlazamiento -cruzado vía reactivos bifuncionales (epiclorhidrina, formaldehído, metafosfatos solubles, etc.), los cuales forman reforzamiento en los enlaces entre moléculas en los gránulos. Estas reacciones aparentemente tienen lugar en o cerca de la superficie del gránulo y aunque el grado de enlazamiento cruzado es muy bajo (aproximadamente un enlace por cada 200-1000 glucosas), los efectos en las características de dispersión del almidón tratado son considerables.

La temperatura de gelatinización es proporcional al grado de tratamiento. El enlace cruzado también incrementa la resistencia de la masa de almidón a los efectos de una agitación prolongada, calentamiento o exposición a ácidos o álcalis.

4.- Almidones convertidos.

Los almidones comercialmente conocidos como convertidos son los de "bajo cocimiento" y las dextrinas. Se preparan mediante la degradación -de las moléculas de almidón para obtener productos de menor viscosidad que la del almidón original.

Esta modificación incluye el rompimiento, reacomodo y/o recombinación-

de las cadenas de almidón. En algunos casos, los grupos normalmente -- presentes en la molécula, son transformados en otros, por ejemplo, el grupo hidroxilo puede ser oxidado a cetona, aldehído o carboxilo.

El proceso de conversi3n puede efectuarse tambi3n a trav3s de la acci3n de enzimas, 3lcalis, 3cidos, agentes oxidantes y/o calor. Estos tres - 3ltimos son los usualmente empleados para la conversi3n de los almidones de actual venta.

a).- Almidones de bajo cocimiento.

Una hidr3lisis 3cida controlada produce este tipo de almidones en un amplio rango de viscosidades por debajo de la inicial. Se preparan por calentamiento del almid3n con una peque1a cantidad de 3cido fuerte (0.2-2%), a una temperatura por debajo de la de gelatinizaci3n, hasta obtener el grado de conversi3n deseado. En este punto de la reacci3n se detiene por neutralizaci3n y el producto se recupera por filtraci3n para un posterior secado.

Se caracteriza por su elevada fuerza en el gel y posee adem3s la propiedad de formaci3n de pel3culas.

b).- Almidones oxidados.

La oxidaci3n comercial para preparar almidones convertidos de bajo cocimiento se lleva a cabo utilizando hipoclorito de sodio y de all3 que se aplique el t3rmino "almid3n clorado", a3n cuando la introducci3n de grupos cloro no es llevada a cabo. Tambi3n suele usarse el per3xido de hidr3geno como oxidante. Al igual que la conversi3n 3cida, la oxidaci3n se lleva a cabo en medio acuoso parando la reacci3n mediante la destrucci3n del agente oxidante por acidificaci3n para recuperar el producto - finalmente por filtraci3n.

En suma, el hipoclorito adem3s de romper la cadena de almid3n, oxida los grupos hidroxilo a grupos carbonilo o carboxilo. La presencia de estos grupos-

en la cadena lineal del almidón provoca disturbios en la linealidad y por -- tanto la asociación no ocurre tan fácilmente. Consecuentemente la retrogración es eliminada del producto, obteniéndose así dispersiones más estables. Los efectos observados son: incremento en la claridad de la solución, decrecimiento en la fuerza del gel, rápido cocimiento y baja viscosidad, depen-- diendo de que tanto sea el grado de oxidación.

c).- Dextrinización.

Quando el almidón en polvo es recocado solo o en presencia de ácido, se producen las dextrinas y las llamadas gomas Británicas por un número de terminado de reacciones de degradación-recombinación. Las propiedades obtenidas varían dependiendo del tratamiento y generalmente tienen una viscosidad baja, buena estabilidad gelificante y una parcial o completa solubilidad en agua fría. Algunas combinaciones de estas propiedades - no pueden ser obtenidas por conversión en medio acuoso.

El grado de conversión del almidón está determinado por la relación tiempo-temperatura en el ciclo de calentamiento.

Aunque los cambios son complejos, existen tres tipos de transformaciones químicas predominantes. Fig. 17

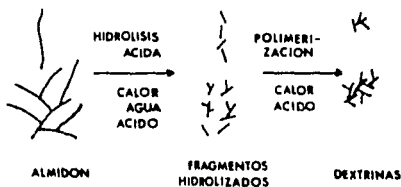


FIG.17 HIDROLISIS Y REPOLIMERIZACION DURANTE LA DEXTRINIZACION DEL ALMIDON

- 1) Hidrólisis de enlaces entre unidades de glucosa catalizada por ácido y - humedad que reducen el tamaño de las moléculas.
- 2) Rearreglo de las moléculas por el rompimiento de enlaces glucosa-glucosa en un punto de la cadena y reformación en otro punto para incrementar -- las ramificaciones.
- 3) Repolimerización de pequeños fragmentos a moléculas grandes por la acción catalítica de una elevada temperatura y ácido bajo condiciones anhidras.

Dependiendo de que tan rigurosas sean llevadas a cabo estas reacciones, es - el tipo de producto que se obtiene, principalmente son tres:

- Dextrinas blancas.- se preparan a bajas temperaturas (menores a 300°F), - en presencia de humedad y una elevada acidez proporcionada por el ácido - clorhídrico. Dependiendo del grado de conversión las dextrinas blancas - tienen un relativo alto peso molecular que se produce con un grado de po- limerización (DP) de 20 o menos unidades de glucosa enlazadas en la cade- na.

Tienden a presentar una ligera coloración (blanca o blanca-crema), tienen baja solubilidad en agua fría (requieren de cocción para dispersarse).

- Dextrinas amarillas.- se obtienen mediante el calentamiento del almidón a temperatura elevada (300-375°F) con poca humedad y en un medio ácido mode- rado. Tienen un bajo peso molecular con un grado de polimerización de -- aproximadamente 20-50. Son completamente solubles en agua fría y poseen una viscosidad baja.
- Gomas Británicas.- son obtenidas a partir de un almidón con poca humedad; utilizando una mínima cantidad de ácido a una temperatura entre 300-375°F.

Estas condiciones favorecen el rearreglo de la molécula, aunque pueden ocu- rrir al inicio de la reacción algunos rompimientos como resultado de la hi- drólisis. Con el rearreglo se obtiene un alto grado de ramificaciones que -

conceden al producto estabilidad en dispersiones acuosas, en comparación con las dextrinas blancas. El color suele variar desde claro hasta café oscuro. Las dispersiones acuosas de goma Británica presentan una excelente transparencia y pegajosidad.

Modificación por derivación.

En la mayoría de los casos, el interés está centrado en la obtención de un producto dispersible en agua fría. Como es bien sabido, el almidón es inherentemente dispersible en agua, por lo que no es necesario preparar derivados con un alto grado de sustitución con el fin de impartir solubilidad. Gracias a que el almidón tiende a sufrir varias de las reacciones de los alcoholes, es posible la obtención de almidones derivados. Los monómeros D-glucopiranosil contienen tres grupos hidroxilo libres y por tanto, el grado de sustitución (DS) puede variar de 0 a un máximo de 3. Comercialmente, los derivados más importantes están ligeramente sustituidos (DS menor de 0.1).

Algunas reacciones de derivación se llevan a cabo con el almidón en polvo al mezclarse con ciertos agentes que efectúan la reacción (generalmente por la aplicación de calor, álcali o ácido); y recuperando el producto directamente en polvo.

Prácticamente todos los productos del almidón pueden ser obtenidos de la forma dispersibles en agua fría por precocimiento y secado por espreas o en secadores rotatorios. Estos productos pregelatinizados son para usuarios que no desean utilizar procedimientos de cocción o técnicas químicas para dispersar los gránulos de almidón.

Los derivados de almidón cocido se preparan generalmente en reacciones acuosas en las cuales un 40-45% de sólidos de almidón son tratados con los reactivos; usualmente en condiciones alcalinas. La temperatura de gelatiniza---

ción disminuye conforme la introducción de grupos aumenta.

Existe un gran número de almidones derivados entre los cuales se encuentran los siguientes representativos:

- alquil, carboximetil, aminoetil, amidoetil, éteres hidroxialquílicos, así como sulfato, fosfato, acrilato y benzoato ésteres así como el éster hidrofóbico.

Almidón modificado del tipo esterificado-eterificado

Particularmente, en la elaboración del agente enturbiante para refresco, se usa el tipo de almidón derivado al que se le han introducido grupos hidrofílicos (COOH, $-SO_3Na$, cadenas alquílicas), debido a que su propósito es modificar las propiedades emulsificantes y estabilizantes que poseen los almidones en general.

En este tipo de almidones, la introducción de los grupos antes mencionados - ocurre en sustitución de los hidroxilos que poseen las unidades de glucosa - que conforman el almidón, mediante una reacción de eterificación-esterificación con reactivos que contienen estos sustituyentes. La sustitución es de un grupo por cada 20-100 unidades de glucosa anhidra.

Este almidón presenta las ventajas siguientes en la estabilización de bebidas en emulsión:

- 1.- Reducción hasta de un 50 por ciento de la cantidad en peso de goma arábiga utilizada como emulsificante.
- 2.- Permite obtener después del proceso de homogeneización, un tamaño promedio de partícula de aceite de 1.0 micrones o aún menor.
- 3.- Es soluble en agua y no requiere calentamiento o largos procesos de solubilización.

- 4.- El uso de este almidón elimina las dificultades conocidas de importación de goma arábiga.

Especificaciones

Humedad	6% máximo
Sedimento	0.4 máximo
pH	4.5 a 5.5
Viscosidad	16 a 27 cps.
% Retención (malla 100)	40.0 a 50.0%
Estabilidad de la emulsión	Buena
Coliformes	Negativo

3.3.4 Aplicaciones.

1.- Industria de alimentos.

Cerca de una tercera parte del almidón de maíz que se vende, es para uso en alimentos; y la mayor parte se destina a la manufactura de alimentos procesados. Se utiliza en la preparación de cerveza, rellenos para pay, pudines, pudines mixtos, aderezos para ensaladas, alimentos enlatados, congelados, dulces, etc. Los almidones modificados son de importancia en muchas de estas aplicaciones porque su fuerza gelificante, poder espesante, estabilidad y características de dispersión reúnen requerimientos específicos para un producto o proceso en particular.

2.- Industria del papel.

La industria del papel es una gran consumidora de almidón. Se usa como aditivo "wet-end", como aglutinante y como adhesivo en la manufactura de productos de papel.

Los aditivos "wet-end" se agregan a la pulpa antes de la formación del

papel para proveer fuerza y con ello poder obtenerlo en hojas. Estos se usan generalmente en un rango de 0.5-3% en peso de fibra. Los éteres de almidones hidroxietilados así como los catiónicos son ejemplos de este tipo; estos últimos por tener carga positiva son fuertemente atraídos por la carga negativa de las fibras de celulosa. Esto provoca un incremento en la fuerza extensible y de ruptura del papel.

TABLA XII ALMIDONES MODIFICADOS

Genética en la planta	Almidones con alto contenido de amilopectina o amilosa.	Industrias de alimentos, textil y del papel
Fraccionación	- Amilosa y Amilopectina - Esteres de amilosa - Acetatos de amilosa	Industrias de alimentos, textil y del papel
Enlazamiento cruzado	- Almidones reforzados	Industria de alimentos
Conversión	Ligeramente cocidos: conversión ácida oxidados Dextrinas: blancas amarillas gomas británicas	Industrias de alimentos, textil y del papel Industria Textil Industria textil y como adhesivo Adhesivo Adhesivo
Derivación	Acetilados Hidroxil eterificados Aminados Fosfatados Dialdehídicos	Industria textil y del papel " " " " " " Industria Farmacéutica y de alimentos Industria del papel

3.4 Aceite Vegetal Bromado

3.4.1 Definición

El aceite vegetal bromado (BVO), es el producto de la bromación de los ácidos grasos insaturados de los aceites vegetales.

3.4.2 Generalidades

En la elaboración de bebidas del tipo cítrico, el principal objetivo se centra en la obtención de un producto con apariencia homogénea. Por ello, surge la necesidad de aproximar la densidad de los ingredientes que componen la emulsión o concentrado a un valor cercano a la del agua.

De allí la importancia del uso de un material pesado, para contrarrestar la baja densidad de algunos de los aceites cítricos; que al poseer una densidad menor a la del agua (0.86 - 0.89), tienden a separarse y flotar en la superficie.

El uso de aceites vegetales bromados, ha sido la solución a este problema.

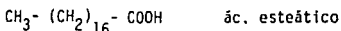
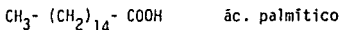
Este tipo de aceites han sido amplia y exitosamente empleados como agentes que incrementan la densidad para la estabilización de refrescos cítricos -- desde el año de 1940.

Las ventajas que presentan son: a) gravedad específica relativamente alta (1.24 - 1.39) más usualmente de 1.33, en relación a la de la mezcla de aceites (0.86 - 0.89); que en conjunto producen una gravedad específica balanceada requerida para la obtención de la bebida final; b) la cantidad necesaria en la mezcla de aceites no es dañina; c) no poseen sabor ni olor que interfiera con los aceites de sabor; d) son completamente miscibles en los aceites y e) son relativamente baratos.

3.4.3 Obtención

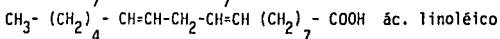
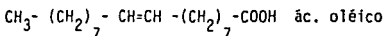
Los aceites vegetales que se utilizan para la obtención del aceite vegetal - bromado, están constituidos principalmente por los glicéridos de los ácidos-grasos siguientes:

Ácidos saturados:



además pequeñas cantidades de ácidos mirístico $(\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{12} - \text{COOH})$ y araquídico $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{18} - \text{COOH}$, etc.

Ácidos no saturados:

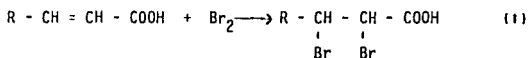


Dada la fórmula de constitución de estos ácidos grasos; la bromación se lleva a cabo mediante dos reacciones:

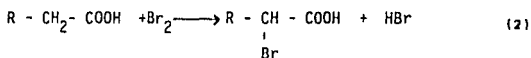
a) Adición

b) Sustitución

La adición se efectúa de acuerdo con la siguiente reacción:



y la de sustitución mediante el desprendimiento del ácido bromhídrico:



Debido a que la gravedad específica de los aceites bromados es una función - directa de la cantidad de bromo incorporado en la molécula de aceite vegetal; enfocaremos nuestra atención al proceso de adición.

Las reacciones de adición pueden producirse por acción directa del bromo; o bien del ácido bromhídrido.

Las reacciones de adición por bromo se originan en los ácidos grasos insaturados según la reacción (1).

La bromación se efectúa fácilmente en los ácidos que tienen un doble enlace; en los compuestos por dos dobles ligaduras conjugadas, la adición tiene lugar primero en 1,4 y después en 2,3. En sistemas de tres dobles ligaduras conjugadas, se adicionan fácilmente cuatro átomos de halógeno, los otros dos solo con dificultad.

Los ácidos no saturados cuyas dobles uniones están próximas al grupo carbonílico, adicionan el halógeno con dificultad.

Esta adición debe realizarse preferentemente a bajas temperaturas con el objeto de prevenir la α bromación.

Comercialmente, este tipo de aceites han sido estandarizados a dos valores de gravedad específica. Aceites vegetales con un número de iodo entre 80-90 (aceite de oliva), producen un BVO con una gravedad específica de 1.24. Los aceites vegetales que poseen un número de iodo entre 105-115 (aceite de maíz, ajonjolí o de semilla de algodón), producen un BVO con 1.33 de gravedad específica.

Especificaciones

Gravedad específica	1.33 \pm 0.005 g/ml
Número de iodo	12.0 máximo
Bromo libre	ausente
Acidos grasos libres	1.0 % máximo
Olor	ligeramente grasoso, frutal
Color	ámbar oscuro
Apariencia	líquido muy viscoso
Arsénico	3.0 p.p.m. máximo
Metales pesados (como plomo)	10.0 p.p.m. máximo

3.4.4 Aplicación en bebidas

En lo referente a la elaboración del refresco propiamente; para el cálculo de las proporciones relativas de aceites de sabor y BVO requeridos, se utiliza el método del cuadrado de Pearson que consta de los pasos siguientes:

- Escribir la gravedad específica deseada en la bebida final en el centro de un rectángulo.
- Colocar las gravedades específicas de la mezcla de aceites de sabor y del aceite vegetal bromado en las esquinas superior e inferior del lado izquierdo del rectángulo respectivamente.
- Sustraer diagonalmente el número mayor del menor y colocar el resultado, omitiendo el punto decimal, en las esquinas superior e inferior del lado derecho del rectángulo.

A continuación se ejemplifica un caso:

	GRAVEDAD ESPECIFICA	GRAVEDAD DESEADA	PROPORCION A USAR
Mezcla de aceites cítricos	0.86	1.03	30
BVO	1.33		17

Para este caso, se requieren 47 partes de la mezcla de aceites con una gravedad específica de 1.03; ésta compuesta de 30 partes de aceites cítricos de sabor con una gravedad específica de 0.86 y 17 partes del aceite vegetal bromado (BVO), cuya gravedad específica es 1.33. De esta manera se obtienen las cantidades de BVO y aceites cítricos de sabor para hacer una emulsión estable para la elaboración de refrescos.

3.4.5 Toxicología

La F.D.A. (Food and Drug Administration), establece que el nivel máximo de BVO en bebida terminada debe ser de 15 p.p.m. mientras que la Secretaría de

Salud en México permite únicamente 14 p.p.m. Esta limitante ha traído como consecuencia el surgimiento de investigaciones tendientes por una parte a la sustitución del BVO y por otra a la definición de su toxicidad.

En lo que a la sustitución se refiere, diversos han sido los compuestos utilizados para este fin; entre los cuales se encuentran:

	Nivel de uso (p.p.m.)
Acetoisobutirato de sacarosa (SAIB)	50 - 500
Octa-acetato de sacarosa	50 - 500
Abietato de glicerilo	100 - 150
Propilenglicol dibenzoato	85 - 120
Glicerol tribenzoato	40 - 190

Es importante señalar que algunos de ellos al ser usados en las cantidades requeridas para obtener una bebida estable proporcionan sabor (en la mayoría de los casos amargo), que altera las características del producto. Este es uno de los motivos por lo que el BVO ha sido hasta hoy insustituible.

Por otra parte, con el fin de determinar hasta que grado el BVO usado en alimentos puede ser dañino para el ser humano, se han realizado una serie de experimentos con animales; de los cuales a continuación se presentan algunos.

Gangolli (54) investigó el efecto de la bromo fluoresceína en la alimentación de ratas; presentándose una acumulación considerable del líquido marcado con Br en el tejido adiposo, así como el aumento en peso del hígado y riñón. Trabajos semejantes se realizaron en cerdos. Para ello se tomó un rango de 100-400 mg de BVO/Kg de peso del cerdo, alimentándolos por un período de 42 días. Los resultados fueron la presencia de Br en tejido adiposo, hígado, bazo, glándulas suprarrenales, cerebro, riñones y nodos linfáticos.

Tratando posteriormente de remover el Br de los animales afectados, mediante una dieta baja en grasa, se comprobó la movilización y metabolización -- del Br.

Basándose en estos y otros resultados de experimentos semejantes, fue que la F.E.M.A. dispuso el límite de BVO establecido; aunque asegura que puede ser incrementado de 50 - 75 p.p.m.

Sin embargo, como se ha visto, los altos niveles de BVO en la dieta de estos animales han provocado un número adverso de efectos toxicológicos; aunque estos resultados y su variación, hacen difícil la extrapolación a humanos.

Con el objeto de hacer cumplir la restricción existente en cuanto a la cantidad de BVO permitida, se han probado diferentes métodos.

Friedman (54) por ejemplo, usó el análisis instrumental por activación de neutrones para determinar la presencia de Br en tejido de cerdo. El contenido de Br fue utilizado como un indicador de los residuos de BVO.

Green y Keen (54), desarrollaron un método colorimétrico. Este consiste en convertir el bromo orgánico en bromo libre por combustión en presencia de oxígeno y usando una mezcla de dicromato - ác. sulfúrico. El bromo libre reacciona con una mezcla de piridina - ác. barbitúrico para dar finalmente una coloración púrpura.

Conacher (54), desarrolló un procedimiento rápido de selección usando espectrometría fluorescente de rayos X para la detección y determinación semi cuantitativa de BVO en refrescos. El análisis realizado a varios refrescos comerciales indicó que por un volumen de 300 ml de bebida, se encontraron de 10 a 45 mg. de BVO. También mediante una titulación iodométrica se determinó el contenido de bromo en el BVO.

CAPITULO CUATRO

DISEÑO EXPERIMENTAL

Dentro de la Investigación Científica en cualquier rama de la Industria en general, la parte correspondiente al diseño experimental ocupa un lugar de primordial importancia. Este es el resultado de la adecuada correlación -- teórica-práctica del tema, cuyo propósito es cumplir con un objetivo determinado.

Para el caso que nos ocupó, la elaboración de bebidas cítricas, estables y de calidad; mediante la sustitución de la goma arábiga como emulsificante -- y disminuyendo la cantidad de BVO empleada usualmente, fue necesario conocer perfectamente el proceso de elaboración de un refresco y saber que está constituido por el jarabe (azúcar-agua), una emulsión (integrada de saborizantes, aceites esenciales, colorantes y emulsificante) y agua carbonatada.

Conociendo esto y el proceso de elaboración; se dio inicio a la parte experimental con el análisis de la materia prima para verificar que cada una de ellas cumpliera con las especificaciones estipuladas.

El proceso de elaboración de la emulsión o concentrado base y del jarabe, -- partes fundamentales de un refresco del tipo cítrico se estableció en seguida; verificando las especificaciones (densidad de la fase oleosa y de la -- emulsión, tamaño de partícula de la emulsión, así como el porcentaje de sólidos totales del jarabe terminado).

Posteriormente, conociendo el proceso de elaboración de un refresco, se definieron las características (cantidades de color, saborizantes, acidulantes y emulsificante), para la bebida estándar. Después de esto, se elaboró un refresco con las cantidades antes mencionadas; al que se le aplicó la -- prueba de perfil de sabor con el objeto de verificar el grado de aceptación

de ellas con respecto a un refresco de actual venta en el mercado.

El paso siguiente fue la elaboración de la bebida estándar con goma arábica como emulsificante.

La cantidad de goma arábica utilizada en la elaboración del estándar, fue la pauta que permitió el inicio de la sustitución de ésta por abietato de glicerilo y/o almidón modificado y finalmente reducir la cantidad de aceite vegetal bromado (BVO), hasta obtener las formulaciones definitivas; determinadas al someterse a una prueba de estabilidad.

El control de calidad en bebida terminada consistió en la determinación de - sólidos totales, pH, volumen de carbonatación y el análisis microbiológico - (cuenta total, microorganismos coliformes, hongos y levaduras).

Posteriormente, se elaboraron a nivel planta piloto las emulsiones correspondientes a las formulaciones previamente determinadas; preparando sus respectivos refrescos a los que se les realizó el control de calidad antes mencionado, de igual manera sucedió para cada emulsión.

Finalmente se efectuó el análisis sensorial mediante la aplicación de una -- prueba hedónica con el objeto de conocer el grado de aceptación de las bebidas por el consumidor.

4.1 Análisis de materia prima

Como ya se mencionó anteriormente, el primer punto dentro del diseño experimental lo ocupó el análisis de materia prima, es decir, en los ingredientes que integran la formulación de un refresco.

La obtención de un producto de calidad inmejorable fue la razón principal por la cual se realizó el análisis correspondiente a cada ingrediente; con el objeto de comprobar que cada uno reuniera, y por tanto pudiera proporcionar al producto las propiedades que le caracterizan.

Las pruebas que constituyeron cada análisis fueron las especificadas por la Secretaría de Salud.

A continuación se mencionan las pruebas así como los métodos usados para cada ingrediente:

I Agua

- a) Dureza total.- Titulación, complejométrica.
- b) Alcalinidad total.- Titulación ácido-base
- c) pH.- Potenciométricamente.
- d) Propiedades físicas.- Organolépticamente.
- e) Análisis microbiológico.- Cuenta de microorganismos por el método del número más probable (NMP).

II Azúcar

- a) Análisis microbiológico.- Cuenta total (en placa de agar nutritivo), hongos y levaduras (en placa de agar papa dextrosa).

III Goma arábica

- a) Humedad.- Método de pérdida por secado en estufa.
- b) Cenizas.- Método de calcinación en mufla.

- c) Densidad óptica.- Espectrofotométricamente.
- d) Sedimento.- Centrifugación.
- e) pH.- Potenciométricamente.
- f) Viscosidad.-
- g) Actividad enzimática.- Espectrofotométricamente.
- h) Análisis microbiológico.- Cuenta total (en placa de agar nutritivo), microorganismos coliformes (en placa de agar-bilis-rojo violeta), hongos y levaduras (en placa de agar papa dextrosa).

IV Abietato de glicerilo.

- a) Índice de acidez.- Titulación ácido - base.
- b) Punto de fusión.- Método del tubo capilar.
- c) Análisis microbiológico.- Cuenta total (en placa de agar nutritivo), microorganismos coliformes (en placa de agar-bilis-rojo violeta), hongos y levaduras (en placa de agar-papa-dextrosa).

V Almidón modificado

- a) Humedad.- Método de pérdida por secado en estufa.
- b) Cenizas.- Método de calcinación en mufla.
- c) Porcentaje de retención.- Tamizando.
- d) pH.- Potenciométricamente.
- e) Viscosidad.
- f) Análisis microbiológico.- Cuenta total (en placa de agar nutritivo), microorganismos coliformes (en placa de agar-bilis-rojo violeta), hongos y levaduras (en placa de agar-papa-dextrosa).

Se analizaron únicamente estas materias primas considerando su importancia como principales contribuyentes de las características esenciales del producto; por lo que del resto de las materias primas solamente se mencionaron

en el capítulo II las especificaciones de calidad correspondientes.

4.2 Proceso de elaboración del refresco.

El refresco de tipo cítrico constó de dos partes fundamentales en su proceso de elaboración. La primera fue la preparación de la emulsión o concentrado-base y en seguida la del jarabe; que al unir las en las proporciones adecuadas dieron el producto esperado.

A continuación se explican los pasos que conformaron cada una de estas partes.

a) Emulsión o concentrado base.

La emulsión como tal, se integró por las fases oleosa y acuosa.

La fase oleosa se constituyó a base de sabores, aceites esenciales y aceite vegetal bromado; previa determinación de los porcentajes necesarios de cada uno en la mezcla (exceptuando el BVO, cuyo nivel máximo de uso se encuentra regulado a 14 p.p.m. en bebida terminada. Se mezclaron perfectamente y se tomó la densidad con un picnómetro. Para el caso en que la formulación incluyó abietato de glicerilo, se disolvió en esta fase; determinando nuevamente la densidad después de filtrar sobre una tela de nylon con el objeto de eliminar cualquier impureza de la resina que pudiera alterar la determinación. Así se obtuvo la fase oleosa. Es importante señalar que las determinaciones de densidad fueron para verificar que se encontraran cercanas a 0.9 g/ml \pm 0.05 ya que de ello dependió finalmente la estabilidad del producto.

En el caso de la fase acuosa, primero fue necesario sumar todos los ingredientes que constituyeron la emulsión (colorantes, saborizantes, aceites esenciales, BVO y emulsificante), con el propósito de obtener por diferencia de peso la cantidad de agua que se utilizó como vehículo. Esta agua total, se usó para disolver la goma arábiga y/o almidón modificado según fue el caso y para la disolución del colorante. Esto fue, cantidad total de agua menos la utilizada para el emulsificante, fue la disponible para el-

colorante.

Después de disolver el emulsificante (goma arábiga y/o almidón modificado), se filtró sobre un papel de poro abierto con el propósito de eliminar de manera rápida cualquier impureza presente.

Teniendo ambas fases, oleosa y acuosa, se realizó un prehomogeneizado; utilizando para ello agitación mecánica. Esto fue con el objeto de facilitar el paso siguiente realizado con la homogeneizadora manual; pasando por ella varias veces el concentrado o emulsión, verificando microscópicamente hasta -- que se obtuvo el tamaño de partícula deseado (1.0 μ n).

A continuación se determinó la densidad de la emulsión, esperando que estuviera cercana 1.0 g/ml para mantener el control de la estabilidad del producto de esta manera.

En este momento estuvo lista la emulsión para ser agregada al jarabe.

b) Jarabe

Para la preparación del jarabe se estableció primero la cantidad de bebida -- terminada a elaborar o "unidad". Tomando como base la unidad, se siguió una metodología para determinar la cantidad de sólidos y agua necesarios para -- elaborar los jarabes simple y terminado.

Con la "unidad" y el porcentaje de sólidos totales (%Bx) para ella, y con -- ayuda de la Tabla No. 1 se obtuvo la densidad aparente para el porcentaje de sólidos previamente establecidos.

Después se procedió a la obtención del peso de la bebida; utilizando para -- ello la densidad aparente anteriormente obtenida y despejando de la fórmula de densidad.

A continuación se determinaron los sólidos totales mediante la relación siguiente:

$$\frac{\text{S.T. masa} \times \text{°Bx}}{100}$$

Posteriormente se hizo la suma de los sólidos presentes en la formulación; es decir se sumaron las cantidades de cada constituyente sólido (ác. cítrico, ác. ascórbico, citrato de sodio, benzoato de sodio, colorantes, abietaato de glicerilo y goma arábiga o almidón modificado).

La cantidad de azúcar se obtuvo en seguida al restar de los sólidos totales, los sólidos en formulación.

Después se determinó el peso del jarabe de la siguiente manera: buscando -- los °Bx de la bebida en la Tabla No. 1 se obtuvieron los g. de sacarosa/ 100 ml; esta cantidad se multiplicó por la relación agua-jarabe, dando como resultado los gramos de sacarosa que consultando nuevamente en la Tabla --- No. 1 dieron los °Bx que correspondían a esta cantidad de sacarosa. Así fue como:

$$\text{Peso del jarabe} = \frac{\text{sólidos totales (Kg)} \times 100}{\text{°Bx del jarabe}}$$

A continuación se determinó el peso del agua. Para ello fue necesario determinar las partes de la formulación (azúcar, ác. cítrico, ác. ascórbico, - citrato de sodio, benzoato de sodio y emulsión) en Kg.

El peso del agua se obtuvo al restar del peso del jarabe, la suma de las -- partes de formulación.

Se calculó después el volumen de jarabe; para ello, en la Tabla No. 1 se localizó la densidad aparente para los °Bx del jarabe utilizando después la relación:

$$\frac{\text{Peso del jarabe}}{\text{Densidad aparente}} = \text{volumen del jarabe}$$

A modo de comprobación de que los pasos seguidos fueron los correctos; se -

obtuvo el volumen de la bebida que se estableció inicialmente de la siguiente manera:

$$\text{Volumen de jarabe} \times \text{relación agua-jarabe} = \text{unidad}$$

Finalmente se obtuvo el peso de jarabe correspondiente por botella utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Densidad aparente del jarabe} \times \text{vol. de la botella}}{\text{relación agua - jarabe}} = \text{peso de jarabe por botella}$$

Con el objeto de que la comprensión de esta metodología sea total, a continuación se expone un ejemplo teórico:

Bebida cítrica sabor naranja

1.- Unidad = 2 litros de bebida de 10°Bx

2.- De la Tabla No. 1 la densidad aparente de 10°Bx = 1.03709 Kg/l

3.- Peso de la bebida:

$$P = \frac{M}{V} \quad M = P \times V$$

$$M = 2.0 \text{ l} \times 1.03709 \text{ Kg/l} = 2.07418 \text{ Kg}$$

4.- Sólidos totales:

$$\frac{M \times \text{°Bx}}{100}$$

$$\frac{2.07418 \text{ Kg} \times 10}{100} = 0.2074 \text{ Kg}$$

5.- Sólidos en formulación:

Acido cítrico	5,5000
Benzoato de sodio	0.5000
Color Rojo No. 5	0.0045
Color Amarillo No. 6	0.1110
Abietato de glicerilo	0.3000
Almidón modificado	0.1500
Acido ascórbico	0.1000
Citrato de sodio	<u>2.0000</u>
	8.6655 g

6.- Azúcar

Sólidos totales - Sólidos en formulación

$$0.2074 \text{ Kg} - 0.0086 = 0.1987 \text{ Kg}$$

7.- Peso del jarabe

$$10^{\circ}\text{Bx de la Tabla No. 1} = 10.38/\text{g sacarosa} \times 6 \text{ (relación agua - jarabe)} = 62.286 \text{ g} = 50.536 \text{ }^{\circ}\text{Bx (de la Tabla No. 1)}$$

$$\text{Peso del jarabe} = \text{sólidos totales} \times 100 / ^{\circ}\text{Bx jarabe}$$

$$\text{Peso del jarabe} = \frac{0.2074 \times 100}{50.536} = 0.4104 \text{ Kg}$$

8.- Peso del agua

a) Partes de formulación

Azúcar	0.1987
Ac. cítrico	0.0055
Benzoato	0.0005
Ac. ascórbico	0.0001
Citrato de sodio	0.0020
Emulsión	<u>0.1000</u>
	0.3068

b) Agua = peso del jarabe - partes de formulación

$$\text{Agua} = 0.4104 - 0.3068 = 0.1036 \text{ Kg}$$

9.- Volumen del jarabe:

De la Tabla No. / 50.536 °Bx del jarabe = 1.23130 de densidad aparente.

$$\text{Volumen del jarabe} = \frac{\text{peso del jarabe}}{\text{aparente}}$$

$$\text{Volumen del jarabe} = \frac{0.4104}{1.23130} = 0.3333$$

10.- Volumen de bebida:

Volumen de jarabe x relación agua - jarabe = unidad

$$0.3333 \times 6 = 1.9998$$

11.- Peso del jarabe por botella:

$$\frac{\text{aparente del jarabe} \times \text{volumen de la botella}}{\text{relación agua - jarabe}} = \text{Peso del jarabe por botella}$$

$$\frac{1.23130 \times 355 \text{ ml.}}{6} = 72.85 \text{ g}$$

4.3 Bebida estándar.

Una vez establecido el proceso general de elaboración de un refresco, se -- procedió a la selección de un producto del tipo cítrico con sabor naranja - mandarina (no comercial), elegido por su originalidad y de acuerdo al gusto propio.

Con datos reportados en la bibliografía (4); las materias primas propias para la elaboración de un refresco del tipo y sabor seleccionados son:

- a) Colorantes.- Artificiales de grado alimenticio aprobados por la F.D.&C. (Food, Drugs and Cosmetics), dentro de la gama amarillo-rojo, utilizando el amarillo No. 6 (Sunset) y el rojo No. 5 (Carmoisina), por la tonalidad que en combinación proporcionan.
- b) Saborizantes.- De tipo artificial y aceites esenciales de naranja y mandarina; así como aceites esenciales concentrados de los cítricos antes citados.
- c) Acidulantes.- Como se mencionó en la parte correspondiente a generalidades, por tratarse de una bebida de tipo cítrico el acidulante propio es el ácido cítrico.
- d) Emulsificantes.- Goma arábica ya que es de uso común en la Industria de refrescos; y por tratarse de la bebida estándar.
- e) Otros.- Como ácido ascórbico y benzoato de sodio cuyas cantidades son fi jas según niveles de uso permitidos en bebidas de este tipo; ya que ambos tienen la función de evitar la descomposición del producto. El prime ro como antioxidante de los aceites esenciales y el segundo como inhibidor microbiano.

Después de que se establecieron las materias primas; se determinaron las -- cantidades de cada una; es decir las características que tuvieron las bebi-

das elaboradas.

4.4 Definición de características.

a) Cantidad de colorantes.

Como ya mencionamos anteriormente, los colores que en combinación proporcionan la tonalidad adecuada para un refresco sabor naranja-mandarina --son el amarillo No. 6 (Sunset) y el rojo No. 5 (Carmoisina). Para determinar la cantidad necesaria de cada uno de ellos; se prepararon soluciones al 1% y 0.5% p/v respectivamente; la diferencia en la concentración de las soluciones se basó en el poder colorante que cada uno posee. Posteriormente, a un volumen de agua igual al de un refresco mediano (355 ml), se fueron adicionando volúmenes conocidos de ambas soluciones hasta que se obtuvo el color deseado. Finalmente se determinó la cantidad en peso de cada colorante según el volumen utilizado de cada solución.

b) Cantidad de saborizantes y aceites esenciales.

Debido al estado oleoso de estos ingredientes, se prepararon soluciones de sabores y aceites esenciales (naranja y mandarina), al 1% en agua-etanol (95:5). De la misma manera que para el caso anterior, se fueron adicionando volúmenes de estas soluciones a 355 ml de un jarabe que contenía el mismo porcentaje de sólidos totales que el producto final (10°Bx); probándolo después de cada adición de una cierta cantidad de todos con el objeto de encontrar el sabor deseado que en conjunto deben impartir.

c) Cantidad de acidulante.

En un volumen de jarabe igual al usado para la determinación anterior, se llevó a cabo la determinación de la cantidad de ácido cítrico. Paralelo se adicionaron poco a poco pequeñas cantidades de ácido, cuantificándolo posteriormente por la diferencia en peso hasta obtener la acidez deseada. Determinada también de manera subjetiva; probando después de cada adición.

4.5 Evaluación de las características.

La evaluación objetiva de las cantidades determinadas anteriormente para -- cada ingrediente se hizo mediante la comparación de un refresco elaborado -- con ellas contra otro de actual venta en el mercado utilizando para ello la prueba sensorial denominada perfil de sabor. Esta indicó que tanta diferencia existía entre los dos refrescos, ya que es un método de análisis des---criptivo cualitativo de aroma y sabor. Las dimensiones del análisis de sabor por este método incluyó:

- 1.- Factores percibidos de aroma, gusto, sabor y sensaciones llamadas "no--tas características".
- 2.- Grado de intensidad de cada factor, graduados según la escala siguiente:
 - 0 no percibo
 - 1 ligero
 - 2 medio
 - 3 fuerte
- 3.- Orden en que se perciben estos factores.
- 4.- Resabio, post-deglución
- 5.- Amplitud o impacto total de sabor. A diferencia de la escala de intensidad, la de amplitud no es fija, sino que varía con el producto a - - prueba. Para el caso de bebidas es de 0 - 11 con el objeto de tener - mayor número de posibilidades para calificar la magnitud del efecto -- que todos los ingredientes que constituyen el refresco provocan en conjunto.

Para llevar a cabo esta evaluación, se elaboró un cuestionario Fig. 18. En- éste se cubrían todos los puntos según las especificaciones anteriores.

Es importante aclarar que esta prueba debió realizarse con jueces entrena-- dos, pero por carecer de ellos, los panelistas se eligieron mediante una -- prueba de umbral. Esta tuvo por objeto determinar el grado de sensibilidad hacia los sabores básicos. Constó del umbral de reconocimiento y el de per-- cepción; el primero fue únicamente la identificación de los sabores, mien-- tras que el segundo dio un rango de concentración correspondiente a la can-- tidad mínima de sabor en la cual se identificó.

La metodología que se siguió fue:

- a) Umbral de reconocimiento. Se prepararon soluciones a una concentración- 0.01 M de los sabores básicos: sacarosa (dulce), ácido cítrico (ácido),- cloruro de sodio (salado) y cafeína (amargo). Se dieron diez muestras a cada probable panelista (cantidad suficiente para verificar su umbral sin cansarlo), pidiéndole las identificara e hiciera sus anotaciones en el - cuestionario.
- b) Umbral de percepción. Se prepararon las soluciones siguientes:

	Sacarosa y Ac. cítrico	Cloruro de sodio y cafeína
1	0.0016	0.0004
2	0.0032	0.0006
3	0.0064	0.0008
4	0.0128	0.0010
5	0.0256	0.0012
6	0.0512	0.0014

Posteriormente a cada panelista se dieron a probar de cada sabor la serie de concentraciones, empezando con la menor y hasta finalizar con la más concen-- trada.

Para que el desarrollo de estas pruebas fuera el adecuado, se manejaron dos diferentes cuestionarios en los cuales se encontraron tanto las indicacio--

nes necesarias para realizarlas como las tablas para vaciar las apreciaciones. Fig. (19).

Esta prueba se aplicó a quince personas al azar, para de ellas seleccionar a las aptas para realizar la prueba de perfil de acuerdo a la mayor sensibilidad presentada, es decir, las personas que identificaran en la prueba de umbral de reconocimiento el mayor número de sabores y en la de percepción -- las menores concentraciones.

Finalmente, contando con la colaboración de estos ocho panelistas, se llevó a cabo la prueba de perfil de sabor; de acuerdo con el cuestionario correspondiente Fig. (18). Esta consistió en darles a probar tres bebidas desarrolladas cuyas características (color, dulzor, acidez y sabor) diferían -- entre sí.

Como se puede ver, en él se trataron de incluir todas las posibles "notas" de sabor; así como las escalas de calificación.

En este caso no se dificultó la prueba ya que los panelistas habían realizado anteriormente una similar.

Posteriormente con los datos recopilados, se elaboró la gráfica correspondiente. En ella pudo apreciarse de mejor manera cual fue la formulación -- que más se acercó al "ideal". Este ideal, fue una formulación teórica que en base al gusto propio se graficó.

Fig. 18 Evaluación de Bebidas
(Perfil de sabor)

Producto
Sabor

Nombre
Fecha

MUESTRA No.

Diferencia del Estándar (0-11)

Turbidez (0-3)

Color (claro, medio, oscuro)

Aroma (0-3)

NOTAS AROMATICAS Y

SABORES BASICOS (0-3)

1)

2)

3)

4)

5)

6)

7)

8)

IMPACTO TOTAL DE SABOR

(LIGERO, MEDIO, FUERTE)

Sabores residuales (0-3)

1)

2)

3)

4)

Viscosidad (0-3)

Comentarios

Descriptor:

Dulce

Acido

Salado

Amargo

Astringente

Naranja

Uva

Fresa

Manzana

Limón

Piña

Jamaica

Toronja

Tamarindo

Mandarina

Cola

Cereza

Frambuesa

Durazno

Mango

Chabacano

Tipo Caramelo

Natural

Sabor a cáscara

Verde

Maduro

Sobremaduro

Sabor a Semillas

Sabor a Vitaminas

Fresco

Oxidado

Metálico (fierro)

Floral

Perfumado

Jabonoso

Papel

Pintura/Solvente

Plástico

Otros

Fig. (19) Pruebas de Umbral

- 1.- Se sugiere un enjuague bucal previo a la degustación; con el objeto de evitar sabores extraños que pudieran enmascarar la muestra a tratar.
- 2.- Tome un sorbo de muestra, reténgalo y movilice la muestra en la boca -- con la lengua con el fin de estimular las papilas gustativas. Deseche-lo.
- 3.- Indique su apreciación en la tabla correspondiente al umbral de reconocimiento o percepción según sea el caso.
- 4.- Enjuáguese nuevamente y deseche el agua.
- 5.- Continúe con la muestra siguiente y repita el procedimiento antes descrito.

Umbral de reconocimiento

Muestra	Sabor detectado	Sabor colocado
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Umbral de Percepción

MUESTRA	Intensidad	Descripción del sabor y sensación
DULCE	(M)	
1	0.0016	
2	0.0032	
3	0.0064	
4	0.0128	
5	0.0256	
6	0.0512	
ACIDA		
1	0.0016	
2	0.0032	
3	0.0064	
4	0.0128	
5	0.0256	
6	0.0512	
SALADA		
1	0.0004	
2	0.0006	
3	0.0008	
4	0.0010	
5	0.0012	
6	0.0014	
AMARGA		
1	0.0004	
2	0.0006	
3	0.0008	
4	0.0010	
5	0.0012	
6	0.0014	

Elaboración. Bebida Estándar

4.6 Bebida estándar

La bebida estándar fue elaborada después de conocer perfectamente el proceso a seguir en su elaboración y de determinar los atributos (cantidad de colorantes, saborizantes y acidulante), necesarios.

Por tratarse de la bebida patrón, se elaboró utilizando goma arábiga como emulsificante. Para ello, primero se investigó la cantidad de goma permitida y/o de uso común como emulsificante en la elaboración de refrescos. Una vez que se tuvo este rango (0.0005 - 0.04%), se hizo un desglose del mismo con el objeto de visualizarlo mejor y así poder planear la secuencia en la elaboración de las bebidas. Siendo las dos primeras, las compuestas por las cantidades limitantes del rango, es decir, la máxima y la mínima; continuando con la cantidad intermedia. Después de elaborar con estas cantidades de goma las emulsiones correspondientes; se elaboraron los refrescos correspondientes a cada una. Con estos tres refrescos, después de someterlos a la prueba de estabilidad (diez días como mínimo, a la luz directa, sin presentar cambio), se decidió hacia que extremo orientar las siguientes elaboraciones. Hasta que finalmente se encontró la cantidad mínima de goma arábiga necesaria para obtener una bebida estable.

Es importante señalar que la cantidad de aceite vegetal bromado (BVO), permaneció constante (14 p.p.m. en bebida terminada), en todas las formulaciones por razones de legislación.

4.7 Sustitución de la goma arábiga

4.7.1 Por Abietato de glicerilo

Una vez conocida la cantidad de emulsificante (goma arábiga), usada en la elaboración del estándar, se procedió a la sustitución total de ésta por abietato de glicerilo cuyo límite establecido por la F.D.A. es de 100 p.p.m. en bebida terminada. La sustitución se fue haciendo gradualmente; teniendo presente que no se debía exceder la cantidad de emulsificante usada en la formulación estándar y verificando la densidad tanto de la fase oleosa como de la emulsión en cada elaboración; ya que como se mencionó anteriormente el control de la densidad fue factor determinante de la estabilidad de la bebida; que de la misma manera que para el estándar, se verificó mediante la exposición del producto final a la luz directa durante el mismo período de tiempo.

4.7.2 Por Abietato de glicerilo - Almidón modificado

Según reportes bibliográficos, el almidón modificado del tipo esterificado/eterificado, sustituye hasta en un 50% la cantidad de goma arábiga usada en la elaboración de bebidas. Sobre esta base, y conociendo la cantidad de abietato de glicerilo que en combinación con la goma arábiga dieron como resultado una bebida estable; se inició la sustitución de esta cantidad de goma por almidón; mediante la elaboración de formulaciones que posteriormente fueron sometidas a la prueba de estabilidad anteriormente usada; hasta encontrar la que sustituyó en mayor medida a la goma arábiga.

Las formulaciones de los puntos anteriores contuvieron también, la cantidad necesaria de BVO para que la bebida final reuniera 14 p.p.m. que es el nivel máximo permitido por la Secretaría de Salud.

4.7.3 Disminución de la cantidad de BVO

Después de obtener las formulaciones definidas en cuanto al tipo y cantidad de emulsificante a usar; se inició la disminución de la cantidad de aceite vegetal bromado (BVO) usada, (14 p.p.m. en bebida terminada). Esta se realizó elaborando formulaciones que contenían menor cantidad de BVO. En primer término se trabajó con 13 y 12 p.p.m.; verificando posteriormente su estabilidad. Con estos resultados se pudo orientar la disminución hacia de terminadas p.p.m.

4.8 Control de calidad en bebida terminada

El control de calidad de la bebida terminada constó de las siguientes pruebas de rutina:

I Físicoquímicas

- a) Determinación del por ciento de sólidos totales ($^{\circ}\text{Bx}$) con un refractómetro de campo.
- b) Utilizando un potenciómetro se obtuvo el pH de la bebida.
Ambas pruebas realizadas por duplicado con el objeto de asegurar la veracidad del resultado.
- c) La determinación del volumen de carbonatación se hizo utilizando el carbotester o probador de volumen de gas.

II Microbiológicas

Con el objeto de evitar cualquier alteración de las propiedades físicas y químicas de la bebida; se realizó el análisis microbiológico siguiente:

- a) Cuenta total.- En un medio de agar nutritivo.
- b) Coliformes.- En un medio de agar bilis rojo violeta.
- c) Hongos y levaduras.- Utilizando agar-papa-dextrosa como medio.

Todas estas pruebas realizadas por cuenta en placa.

4.9 Elaboración de la emulsión en planta piloto

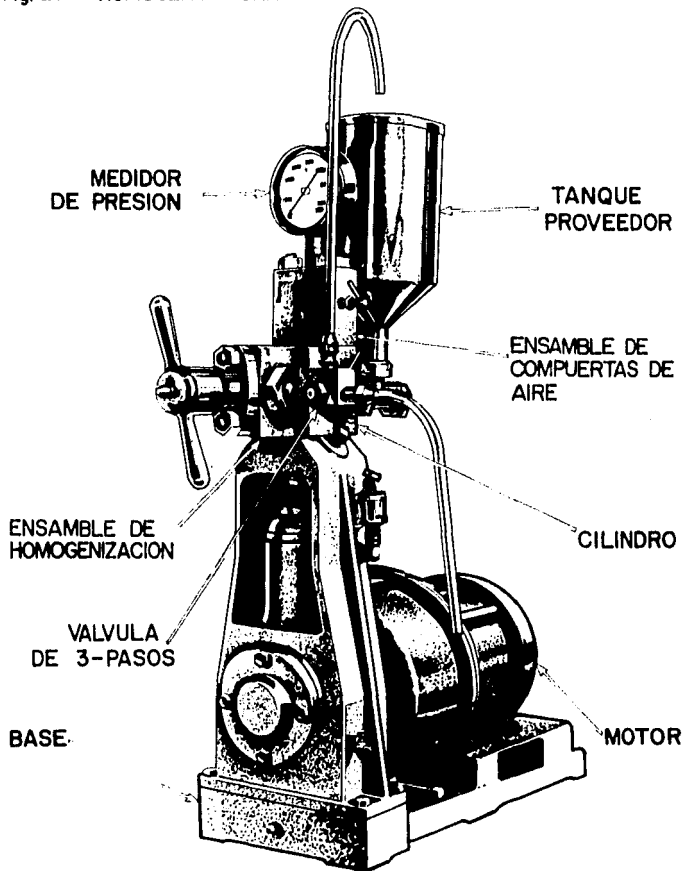
Con el objeto de eliminar las limitaciones de equipo que trajo consigo la -
experimentación en laboratorio y para comprobar la aplicación a nivel indus-
trial del trabajo realizado, se efectuó la elaboración de planta piloto de-
las emulsiones correspondientes a las formulaciones encontradas.

El proceso de elaboración de la bebida fue similar al utilizado en el labo-
ratorio; la diferencia radicó en los siguientes puntos:

- a) Se manejaron cantidades mayores (1 Kg de emulsión), por lo que el produc-
to fue más representativo.
- b) La obtención de la emulsión fue mediante el uso de una homogeneizadora -
mecánica tipo Gaulin Fig. 20, lo que presentó las siguientes ventajas --
contra la manual:
 - 1.- Posibilidad de ajuste de la presión a 2000 lb/in^2
 - 2.- Obtención de un tamaño de partícula menor ($0.5-1 \mu\text{n}$)
- c) La determinación del por ciento de sólidos totales ($^{\circ}\text{Bx}$), tanto en el ja-
rabe como en la bebida terminada se hizo utilizando un refractómetro di-
gital.

Todas las modificaciones antes mencionadas dieron como resultado la obten-
ción de un producto cuyas características corroboraron los resultados antes
encontrados a nivel laboratorio; es decir un producto estable.

Fig. 20 HOMOGENIZADORA GAULIN.



4.10 Evaluación Sensorial

El punto final del trabajo experimental fue realizar la prueba a nivel con sumidor de las formulaciones elaboradas en planta piloto. El objetivo de esta evaluación fue determinar la posible existencia de una diferencia sig nificativa entre los productos desarrollados con uno de actual venta.

Para ello se elaboró una prueba de diferencia-preferencia hedónica. Consistente en un cuestionario Fig. 21, que junto con las muestras de bebida indicadas en él, se dieron a degustar a 75 personas cuyas edades fluctuaron de 6-60 años. Se eligió un rango de edades tan amplio debido a que el consumo no se limita a un determinado sector de la sociedad.

El número de panelistas fue seleccionado de acuerdo con lo establecido para que esta prueba fuera representativa al hacer el análisis de datos por el método de Rango.

Este método consiste en ordenar y sumar las calificaciones dadas a cada be bida por panelista hasta llegar a la suma total por bebida. Este dato se busca en las Tablas 2 y 3 al 1% y al 5% de significancia respectivamente. Para finalmente concluir si hay o no diferencia significativa entre las -- muestras y con que grado de confiabilidad.

FIG. 21 EVALUACION DE BEBIDAS

Producto: REFRESCO

Fecha: _____

Sabor: NARANJA-MANDARINA

Edad: _____

Ante ti hay tres muestras, por favor pruébalas según las siguientes instrucciones:

- 1.- Toma un sorbo de la muestra para mojar toda la superficie de la lengua.
- 2.- Reténlo tres segundos a fin de que se estimulen todas las papilas gustativas. Deséchalo.
- 3.- Califica de acuerdo a la siguiente escala:
 - 1 me gusta mucho.
 - 2 me gusta.
 - 3 ni me gusta ni me disgusta.
 - 4 me disgusta.
 - 5 me disgusta mucho.
- 4.- Enjuaga tu boca tomando un poco de agua y deséchala.
- 5.- Continúa con la siguiente muestra y repite el mismo procedimiento.

Muestra

Calificación







Comentarios:

CAPITULO CINCO

Metodología

5.1 Análisis de materia prima

La obtención de un buen producto con cualidades inmejorables depende, en gran parte, de la pureza y calidad de las materias primas que se usan para su elaboración, por lo que es importante realizar su análisis previamente.

El objetivo de realizar este análisis es el de verificar que las propiedades características de cada materia prima estén dentro de las especificaciones requeridas para que desempeñen la función correspondiente en el producto.

Los análisis físicos, químicos y microbiológicos efectuados, son los considerados de rutina para la materia prima usada en la elaboración de bebidas no alcohólicas carbonatadas, y los métodos empleados son los oficiales estipulados por el A.O.A.C., la Secretaría de Salud y por el departamento de control de calidad de las industrias proveedoras.

5.1.1 Humedad

Fundamento.- el agua se evapora rápidamente al tener una temperatura superior a los 100°C.

Procedimiento.- se pesaron aproximadamente 3 g de muestra preparada en un pesafiltro de aluminio con tapa, puesto previamente a peso constante. Se secó la muestra durante una hora en estufa a 130°C \pm 3°C con la ventilación abierta, pasado este tiempo se colocó dentro de un desecador hasta que se equilibró con la temperatura ambiente e inmediatamente se pesó.

Para calcular la humedad, reportada como % de pérdida por secado a 130°C se usó la siguiente fórmula:

$$\frac{A - B \times 100}{M}$$

donde:

A - peso del pesafiltro más muestra

B - peso del pesafiltro más muestra seca

M - peso de la muestra

5.1.2 Cenizas

Fundamento.- la materia orgánica (CHONSP) se quema produciendo compuestos volátiles y óxidos metálicos. La presencia de estos óxidos depende del procedimiento.

Procedimiento.- con precisión se pesaron 5 g de la muestra en una cápsula de peso constante. Se calcinó la muestra, carbonizando primero con mechero y después en la mufla a 550°C. Cuando las cenizas estuvieron blancas se pasaron al desecador para pesarlas posteriormente y calcular el % de cenizas de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ cenizas} = \frac{(\text{peso del crisol} + \text{cenizas}) - \text{peso crisol vacío} \times 100}{\text{peso muestra}}$$

5.1.3 pH

Fundamento.- Todas las sustancias, por lo general, son constituyentes ácidos o básicos que al encontrarse en agua se disocian ligeramente. El pH es el -logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno. Más preciso de la actividad de los iones hidrógeno.

Procedimiento.- Se preparó una solución al 15% p/v, se mezcló perfectamente, se tomó una muestra libre de burbujas y se leyó en el potenciómetro Sargent-Welch modelo LSX.

5.1.4 Viscosidad

Fundamento.- Resistencia a fluir de un líquido.

Procedimiento.- Se preparó una solución al 20% p/p y se dejó reposar 24 horas. Se mezcló evitando la formación de espuma y se introdujo la aguja del # 1 del viscosímetro Brookfield modelo RVT, tomando la lectura.

5.1.5 Densidad óptica

Fundamento.- Las sustancias a determinada longitud de onda absorben cierta cantidad de luz, dejando pasar el resto, dependiendo de la opacidad que presente.

Procedimiento.- Se preparó una solución al 15% P/V, se colocó una muestra -- en una celda y se leyó a 420 nm en el espectrofotómetro Spectronic 20 Bausch & Lomb, con respecto a una muestra de referencia. Esta longitud de onda fue encontrada experimentalmente, donde la sustancia presentó su máxima absor-- bancia.

Después de centrifugar la solución se tomó otra muestra procediendo de la -- misma forma.

5.1.6 Sedimento

Fundamento.- Cuando una muestra líquida con sólidos en suspensión se somete a un proceso de centrifugación, los sólidos serán depositados en el fondo.

Procedimiento.- Se tomó una porción de la muestra preparada para densidad -- óptica y se centrifugó a 4000 rpm durante 15 minutos.

5.1.7 Actividad enzimática

Fundamento.- Cada enzima actúa específicamente sobre un sustrato, cuando están inactivas no lo consumen. La presencia de sustrato se comprueba espectrofotométricamente por la cantidad de luz que absorbe con respecto a un patrón de referencia.

Procedimiento.- Se pesaron 10 g de muestra, se disolvieron y aforaron a 100 ml, se transfirieron 3 ml a una probeta de 50 ml y se diluyeron con solución buffer de acetatos con pH 4.6; ahí mismo se agregaron 0.6 ml de solución de peróxido de hidrógeno al 3% (recién preparada) agitando para agregar 0.2 ml de solución de benzidina al 0.2%. Mezclada perfectamente, se colocó una porción en una celda tomando la lectura máxima registrada en un tiempo no mayor de 2.5 minutos, y a una longitud de onda de 540 nm.

5.1.8 Estabilidad de la emulsión

Fundamento.- Un buen emulsificante mantiene en una sola fase la mezcla de aceite y agua.

Procedimiento.- En un mortero de porcelana se colocaron 10 g de aceite mineral con 5 g de muestra, se agregaron 7.5 ml de agua destilada y con el pistilo se mezcló durante un minuto, para formar la emulsión. Reposó 24 hrs. y se observó (prueba subjetiva).

5.1.9 Por ciento de retención

Fundamento.- De acuerdo al tamaño de partícula las sustancias sólidas pasan determinada abertura de la malla.

Procedimiento.- Se pesaron 100 g de muestra y se colocaron en una tamizadora C. E. Tyler Modelo RX-24.

Se tamizó durante 20 minutos y se pesó la cantidad retenida en la malla 100.

5.1.10 Índice de acidez

Fundamento.- La neutralización de los ácidos grasos libres se lleva a cabo -

con una base fuerte.

Procedimiento.- Se pesó aproximadamente 1.0 g de muestra dentro de un matraz erlenmeyer de 250 ml, se le agregaron 50 ml de solución tolueno-metanol (70:30) neutralizada, se calentó a ebullición incipiente en baño María usando el condensador de aire. Después se enfrió a temperatura ambiente, se añadieron 6 a 8 gotas del indicador (fenolftaleína) y se tituló con solución valorada de KOH 0.1N en metanol, hasta obtener el vire de incoloro a rosa. La fórmula empleada para el cálculo del índice de acidez es:

$$IA = \frac{\text{ml gastados de KOH} \times 56.11 \times \text{normalidad KOH}}{\text{peso de la muestra}}$$

5.1.11 Punto de fusión capilar

Fundamento.- Cada sustancia o compuesto tiene un rango constante y característico de acuerdo a su composición, para fundir.

Procedimiento.- Con la muestra pulverizada se llenó un tubo capilar en una longitud de 1.5 cm y se fijó al bulbo del termómetro, se introdujeron en un tubo Thiele con glicerina de forma que el bulbo y la resina quedaron a la altura donde se une la parte superior de la sección curva del tubo Thiele. El calentamiento se controló para que el incremento de temperatura fuera de 5°C por minuto.

5.1.12 Alcalinidad

Fundamento.- Los iones hidroxilo, carbonatos y bicarbonatos que están presentes en una muestra de agua, como el resultado de la disociación o hidrólisis de solutos, se neutralizan por medio de la titulación con un ácido valorado, esta alcalinidad dependerá del punto final del pH usado.

Procedimiento.- Alcalinidad total (Alcalinidad M).- Se titularon 100 ml de muestra con HCl 0.02N usando anaranjado de metilo como indicador, hasta color canela.

Alcalinidad parcial (Alcalinidad F).- Se titularon 100 ml de muestra con --

HCl 0.02N usando fenolftaleína como indicador, hasta color rosa.

Los cálculos y relación de alcalinidades son los siguientes:

$$\text{ppm CaCO}_3 = \text{ml HCl} \times N \times 10 \times 50$$

Alcalinidades en CaCO_3

	OH^-	CO_3^{2-}	HCO_3^-
P=0	0	0	T
$P < \frac{1}{2}T$	0	2P	T-2P
$P = \frac{1}{2}T$	0	2P	0
$P > \frac{1}{2}T$	2P-T	2(T-P)	0
P=T	T	0	0

T= alcalinidad total

P= alcalinidad parcial

5.1.13 Dureza total

Fundamento.- El ácido etilen-diamino tetra acético y sus sales de sodio -- (EDTA) forman un quelato complejo soluble cuando se añade a soluciones de -- ciertos cationes metálicos. A un pH de 10, si la solución contiene Ca y Mg- formarán un complejo con él.

Procedimiento.- Se midieron 25 ml de muestra y se llevaron a 50 ml con agua destilada, se adicionaron 2 ml de solución buffer para tener un pH de - - - 10 - 10.1. Se añadieron 5 gotas del indicador negro de eriocromo T y se tituló con la solución estándar de EDTA 0.01M hasta color azul. La fórmula em- pleada para el cálculo:

$$\frac{A \times B \times 1000}{\text{ml muestra}}$$

donde:

A - ml de solución estándar de EDTA usados en la titulación.

B - mg de CaCO_3 equivalente a 1.0 ml de la solución estándar de- EDTA

5.1.14 Análisis microbiológico

Las pruebas microbiológicas se realizaron en medio sólido. En el caso de -- muestras sólidas se tomó 0.1 ml de la muestra preparada (como se indica más adelante), y se inoculó en caja petri extendiéndose en la superficie del medio con una varilla doblada en L, y se incubó de acuerdo a los microorganismos que se estaban investigando. En muestras líquidas se tomó directamente el 0.1 ml, siguiendo el mismo procedimiento.

Para cuenta total se empleó agar nutritivo y se incubó a 35°C durante 24 horas; para hongos y levaduras se usó agar papa-dextrosa incubándose a 28°C durante 3 días; para coliformes se utilizó agar-bilis rojo violeta y se incubó a 35°C durante 24 horas.

Para preparar la muestra se pesaron 10 g de ésta y se solubilizaron en 90 ml de solución buffer de fosfatos de pH=7, de aquí se tomó 1 ml trasladándose a un tubo de ensayo que contenía 9 ml de solución buffer y se mezcló para poder tomar el 0.1 ml e inocular. De este tubo se toma un ml y se repite la misma operación, para tener finalmente 3 diluciones y tres siembras respectivas.

el método seguido para el análisis de agua fue el de número más probable -- (NMP). Se prepararon tres series con tres tubos cada una, los tubos contenían caldo lactosado con campanas de fermentación. Se transfirieron de la muestra directa 10 ml, 1 ml y 0.1 ml a cada serie respectivamente y se incubaron a 35°C durante 48 hrs. verificando en el transcurso la formación de -- gas.

5.2 Análisis de la emulsión

5.2.1 Densidad

Fundamento.- La masa de una sustancia y la masa de igual volumen de agua a cierta temperatura es una relación constante.

Procedimiento.- Se puso el picnómetro a peso constante, después se pesó la muestra con cuidado para no derramarla, se colocó en un baño de agua a temperatura constante (30°C) por 30 minutos, pasado este tiempo se limpió cuidadosamente para no perder el aforo y se pesó. Se siguió el mismo procedimiento para el agua.

Se determinó la densidad de acuerdo a la siguiente relación:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso muestra}}{\text{Peso agua}}$$

5.2.2 Tamaño de partícula

Fundamento.- Los glóbulos de grasa de una emulsión bien homogeneizada son de tamaño uniforme y de no más de un micrón.

Procedimiento.- Se calibró el ocular micrométrico con la ayuda del objetivo-micrométrico para establecer el valor en milímetros de la medida de cada una de las divisiones del ocular. Se colocó una gota de la muestra en un porta-objetos y se llevó al microscopio para medir el tamaño de los glóbulos grasos.

5.3 Análisis de la bebida

5.3.1 Volumen de carbonatación

Fundamento.- Se basa en las diferencias de presión dentro y fuera del recipiente.

Procedimiento.- Se tomó la botella sellada, se envolvió en una tela gruesa y con el probador de volúmenes de gas (carbotester), se perforó la tapa-corona y cuando el manómetro marcó cero presión se cerró la válvula de alivio agitando vigorosamente todo el conjunto, cuando la aguja del manómetro se quedó estable se tomó la lectura de presión. Inmediatamente después se tomó la temperatura para conocer el volumen de carbonatación consultando la tabla.

5.3.2 Determinación de grados Brix

Fundamento.- Se basa en la diferencia de densidades, mientras que el refractómetro en las diferencias de refracción de los líquidos.

Procedimiento.- Se le quitó el gas a la bebida, se colocó en una probeta y se introdujo el brixómetro. Para tomar la lectura se dejaron salir las burujas de aire del líquido, dejando que el brixómetro flotara libremente.

Con el refractómetro de campo determinamos también los grados Brix de la siguiente manera: se colocó una gota de refresco (eliminando el gas previamente) en el refractómetro, cerrándolo y observando contra la luz.

5.3.3 Análisis microbiológico

Se realizó utilizando el mismo método anteriormente señalado.

CAPITULO SEIS

RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 Análisis de materia prima

Los resultados obtenidos después de analizar la materia prima utilizada en la elaboración de las bebidas, se presenta en las siguientes tablas:

Tabla 1 Agua

	Experimental	Especificación
Color	característico	característico
Olor.	característico	característico
Sabor	característico	característico
Alcalinidad total	45.0 p.p.m.	50.0 p.p.m.máx.
Dureza total.	93.0 p.p.m.	100.0 p.p.m.máx.
Pruebas microbiológicas		
Coliformes (NMP)	Experimental negativo	Especificación negativo

Tabla 2 Azúcar

Pruebas microbiológicas

	Experimental	Especificación
Cuenta total.	20 col/g	20 col/g
Hongos	10 col/g	10 col/g
Levaduras.	10 col/g	10 col/g

Tabla 3 Goma Arábica

	Experimental	Especificación
% de pérdida por secado a 130°C	2.4%	5.0% máx.
Cenizas	3.0%	3.5% máx.
Densidad óptica antes de centrifugar. . .	0.54	1.0 máx.
Sedimento	ausente	ausente
Densidad óptica después de centrifugar. .	0.54	1.0 máx.
pH	4.5	4.2 a 4.6
Actividad enzimática.	0.015	0.1 máx.
Viscosidad	20.0 cps	15 a 25 cps
Estabilidad de la emulsión.	Buena	Buena
Pruebas microbiológicas		
	Experimental	Especificación
Cuenta total	500 col/g	10000 col/g
Coliformes	negativo	negativo
Hongos	10 col/g	100 col/g
Levaduras	negativo	100 col/g

Tabla 4 Abietato de glicerilo

	Experimental	Especificación
Índice de acidez	6.0	6.0 máx.
Punto de fusión (capilar).	67-70°C	67-71°C
Pruebas microbiológicas		
	Experimental	Especificación
Cuenta total	400 col/g	-
Coliformes	negativo	-
Hongos	negativo	-
Levaduras.	negativo	-

Tabla 5 Almidón modificado

	Experimental	Especificación
% de pérdida por secado a 130°C	3.3%	6.0% máx.
Cenizas	2.5%	
Sedimento	negativo	0.4 máx.
pH	4.6	4.5 a 5.5
Viscosidad.	21.0 cps.	16 a 27 cps.
% Retención (malla 100)	44.0%	40.0 a 50.0%
Estabilidad de la emulsión.	Buena	Buena

Pruebas microbiológicas

	Experimental	Especificación
Cuenta total	900 col/g	
Coliformes	negativo	negativo
Hongos	20 col/g	
Levaduras.	negativo	

Como podemos observar en las Tablas 1 a 5 todos los resultados obtenidos de los análisis realizados se encuentran dentro de las especificaciones establecidas para considerarlas de buena calidad.

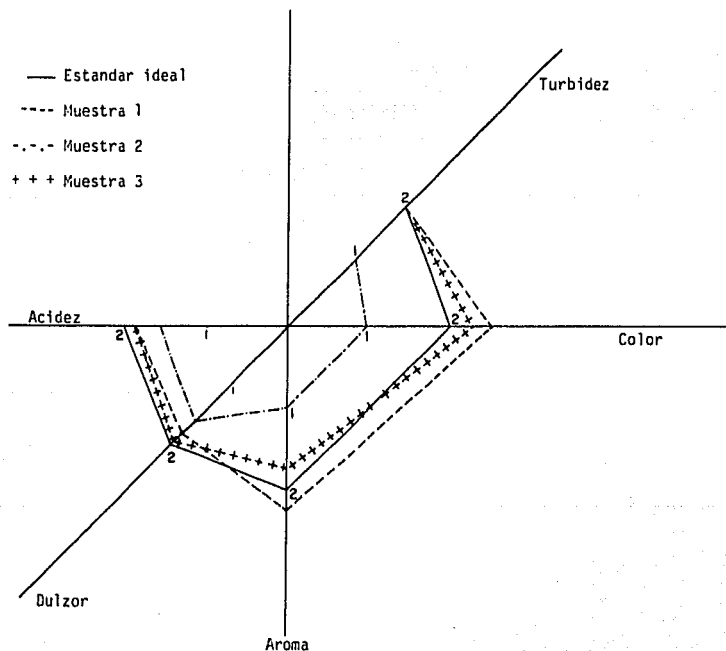
En el caso del abietato de glicerilo cabe señalar que por considerar el análisis microbiológico de importancia se realizó aún sin existir la especificación correspondiente.

6.2 Umbrales de percepción y reconocimiento. Perfil de sabor.

Tabla 6 Resultados del perfil de sabor

Atributos	Estándar ideal	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Acidez	2.0	1.8	1.5	1.8
Dulzor	2.0	1.8	1.6	1.9
Aroma	2.0	2.2	1.0	1.8
Color	2.0	2.5	1.0	2.2
Turbidez	2.0	2.0	1.2	2.0

GRAFICA I



En la etapa de umbrales se seleccionaron 8 personas, las cuales demostraron precisión e interés en las evaluaciones.

En la tabla 6 se presentan los valores de los atributos para las muestras y el estándar obtenidos en la prueba de perfil de sabor.

Los valores del estándar ideal fueron dados de acuerdo al gusto propio, basándose en experiencias anteriores al consumir los diferentes refrescos de tipo cítrico existentes en el mercado.

Los valores de las muestras son el promedio de los resultados obtenidos del cuestionario aplicado a las personas seleccionadas.

Con el objeto de observar más claramente las semejanzas y diferencias entre cada muestra y el estándar se elaboró la gráfica 1, en la cual vemos que la muestra codificada como dos es la más alejada del estándar, por lo que nos avocamos a las restantes. Tanto la muestra número uno como la tres se asemejan al estándar, ahora bien, para discernir entre éstas se tomaron en cuenta los atributos en los que hubo mayor diferencia (aroma y color), ya que en los demás (acidez, dulzor y turbidez), prácticamente son iguales.

La muestra seleccionada fue la número tres ya que la número uno presentó un color y un aroma más intenso, no agradable.

6.3 Formulaciones

Se elaboraron 53 formulaciones quedando finalmente dos, además del estándar.

	<u>CANTIDAD</u>	<u>COSTO DE APLICACION</u>
Formulación estándar:		
	(g)	(\$)
goma arábica	4.0	28.80
sabor artificial naranja	0.4	8.80
sabor artificial mandarina	0.4	24.00
aceite esencial naranja	0.25	0.26
aceite esencial mandarina	0.24	2.50
aceite esencial 5 x naranja	0.01	0.10
aceite vegetal bromado	0.596	1.20
color amarillo # 6	1.312	5.00
color rojo # 5	0.055	0.50
Agua cbp	100.00	
Formulación 1:		
	(g)	(\$)
goma arábica	2.0	14.40
abietato glicerilo	2.0	1.20
sabor artificial naranja	0.4	8.80
sabor artificial mandarina	0.4	24.00
aceite esencial naranja	0.25	0.26
aceite esencial mandarina.	0.24	2.50
aceite esencial 5 x naranja.	0.01	0.10
aceite vegetal bromado	0.55	1.10
color amarillo # 6	1.312	5.00
color rojo # 5	0.055	0.50
agua cbp	100.00	

Formulación 2:	CANTIDAD	COSTO DE APLICACION
	(g)	(\$)
abietato de glicerilo	1.5	0.90
almidón modificado	2.5	6.30
sabor artificial naranja.	0.4	8.80
sabor artificial mandarina.	0.4	24.00
aceite esencial naranja	0.25	0.26
aceite esencial mandarina	0.24	2.50
aceite esencial 5x naranja.	0.01	0.10
aceite vegetal bromado	0.55	1.10
color amarillo #6	1.312	5.00
color rojo #5	0.055	0.50
agua cbp	100.00	

Estas se seleccionaron de acuerdo a los resultados obtenidos de la prueba de estabilidad (exposición a luz directa durante 10 días), es decir, que no presentaron ningún cambio, ya que en las primeras formulaciones se tuvieron --- problemas de sedimento o formación de anillo.

La formulación estándar fue elaborada exclusivamente a base de goma arábica como emulsificante, mientras que las formulaciones 1 y 2 fueron elaboradas con mezclas de goma arábica - abietato de glicerilo y abietato de glicerilo-almidón modificado, respectivamente.

Únicamente en la formulación estándar no se logró disminuir el aceite vegetal bromado a 13 ppm, ya que presentó problemas de estabilidad.

Los costos de cada emulsión difieren considerablemente por el tipo y cantidad de emulsificante que contienen, así como la cantidad de aceite vegetal bromado; en el caso del estándar es de \$71.16, mientras que para la formulación uno es de \$57.86 y para la formulación dos es de \$49.46.

6.4 Control de calidad durante el proceso y en producto terminado.

Tabla 7 Control realizado durante el proceso y al producto en el laboratorio.

<u>Determinación / Formulación</u>	<u>Estándar</u>	<u>Muestra 1</u>	<u>Muestra 2</u>
Densidad aceites cítricos	0.8588 g/ml	0.8587 g/ml	0.8588 g/ml
Densidad mezcla aceites	0.8770 g/ml	0.8804 g/ml	0.8802 g/ml
Densidad emulsión	1.0003 g/ml	1.0030 g/ml	1.0020 g/ml
Tamaño de partícula	1.3 micrones	1.3 micrones	1.3 micrones
Sólidos (°Bx)	10.0	9.9	10.0
pH	4.3	4.2	4.3
Vol. carbonatación	2.3	2.4	2.3
Cuenta total	10 col/ml	10 col/ml	10 col/ml
Hongos y levaduras	0	0	0
Coliformes	0	0	0

Tabla 8 Control realizado durante el proceso y al producto en planta piloto.

<u>Determinación / Formulación</u>	<u>Estándar</u>	<u>Muestra 1</u>	<u>Muestra 2</u>
Densidad aceites cítricos	0.8587 g/ml	0.8588 g/ml	0.8588 g/ml
Densidad mezcla aceites	0.8769 g/ml	0.8806 g/ml	0.8803 g/ml
Densidad emulsión	1.0003 g/ml	1.0031 g/ml	1.0022 g/ml
Tamaño de partícula	0.7 micrones	0.7 micrones	0.7 micrones
Sólidos (°Bx)	10.0	10.0	10.0
pH	4.3	4.3	4.2
Volumen carbonatación	2.4	2.4	2.4
Cuenta total	10 col/ml	10 col/ml	10 col/ml
Hongos y levaduras	0	0	0
Coliformes	0	0	0

Al comparar la tabla 7 con la tabla 8, observamos que la densidad de aceites cítricos prácticamente no presentan variación, ya que en todos los casos la cantidad agregada de cada aceite permaneció constante. Estas ligeras variaciones se deben principalmente a errores experimentales al momento de pesar.





En cuanto a la densidad de la mezcla de aceites se presenta un aumento debido a que todos contienen el BVO correspondiente; en el caso de las formulaciones 1 y 2 que además contienen abietato de glicerilo el aumento es mayor. En la densidad de la emulsión se presenta el mismo caso que en la densidad de mezcla de aceites.

El tamaño de partícula como era de esperarse se disminuyó considerablemente (de 1.3 a 0.7 micrones), en las formulaciones elaboradas en planta piloto - ya que se trabajó con el equipo adecuado y a las condiciones requeridas.





El resto de los parámetros evaluados no presentan cambios considerables ya que todo se trabajó en las mismas condiciones.

6.5 Evaluación final. Prueba de diferencia-preferencia

En esta prueba se dieron cuatro muestras de acuerdo al cuestionario señalado en la Fig. 21, las muestras se codificaron de la siguiente manera:

-  refresco comercial
-  formulación de abietato de glicerilo-almidón modificado
-  formulación de abietato de glicerilo-goma arábiga.
-  formulación estándar

Al analizar estos resultados por el método de Rango se obtuvo lo siguiente:

-  = 200 puntos
-  = 194 puntos
-  = 187 puntos
-  = 195 puntos

De tablas de Rango (No. 2 y 3) para 75 panelistas y 4 muestras a dos niveles de confiabilidad:

Nivel al 5%	166 - 209	Nivel al 1%	160 - 215
	172 - 203		165 - 210

CAPITULO SIETE

CONCLUSIONES

- 1.- Los objetivos fijados al inicio de este proyecto se cumplieron integramente.
- 2.- La sustitución de la goma arábiga es rentable desde el punto de vista económico, en ambas formulaciones desarrolladas.
- 3.- La goma arábiga se puede sustituir hasta en un 50% por el abietato de glicerilo sin problemas de estabilidad.
- 4.- La goma arábiga se puede sustituir totalmente combinando abietato de glicerilo y almidón modificado en una proporción 3:5.
- 5.- El BVO se puede disminuir hasta 13 ppm, es decir, abajo de la norma, - en formulaciones que contengan abietato de glicerilo - goma arábiga -- 1:1 y abietato de glicerilo - almidón modificado 3:5.
- 6.- A nivel sensorial no existe diferencia significativa entre las formulaciones encontradas, el estándar y una marca comercial, ni al 95% ni al 99% de confiabilidad.
- 7.- La sustitución puede llevarse a cabo a nivel industrial.

APPENDICE

TABLA No. 1: Relacion de grados Brix, Densidad aparente, Gravedad especifica aparente y gramos de sacarosa por 100 ml. de soluciones de azúcar.

Percent- age of su- crose by weight (Brix)	Apparent Density at 20° C	Apparent Specific Gravity at 20° C/20° C	Grams of sucrose per 100 ml in vacuo	Percent- age of su- crose by weight (Brix)	Apparent Density at 20° C	Apparent Specific Gravity at 20° C/20° C	Grams of sucrose per 100 ml in vacuo
1	2	3	4	1	2	3	4
4.0	1.01252	1.01859	4.036	9.0	1.03297	1.03850	9.306
1	01322	01700	149	1	03379	03631	413
2	01361	01649	262	2	03370	03672	321
3	01401	01688	365	3	03420	03713	625
4	01441	01728	468	4	03461	03753	735
5	01480	01768	571	5	03503	03796	843
6	01520	01809	675	6	03544	03837	950
7	01560	01849	778	7	03585	03879	10.058
8	01600	01889	882	8	03626	03920	166
9	01640	01929	986	9	03667	03961	274
5.0	1.01650	1.01965	5.059	10.0	1.03709	1.04003	10.357
1	01719	02005	193	1	03750	04044	439
2	01759	02045	297	2	03791	04085	597
3	01799	02085	401	3	03833	04127	706
4	01839	02125	505	4	03874	04168	815
5	01879	02165	609	5	03916	04210	924
6	01919	02205	713	6	03957	04252	11.051
7	01959	02245	815	7	03999	04293	139
8	01999	02285	922	8	1.01010	04335	245
9	02040	02329	6.027	9	04082	04377	356
6.0	1.02050	1.02359	6.181	11.0	1.04123	1.04418	11.465
1	02120	02409	236	1	04165	04450	354
2	02160	02449	340	2	04207	04492	653
3	02200	02489	445	3	04248	04534	762
4	02241	02529	550	4	04290	04575	901
5	02281	02571	655	5	04332	04617	12.010
6	02321	02611	760	6	04373	04659	129
7	02362	02652	865	7	04415	04711	226
8	02402	02692	971	8	04457	04753	335
9	02442	02735	7.076	9	04499	04795	443
7.0	1.02450	1.02773	7.151	12.0	1.04541	1.04837	12.535
1	02523	02814	237	1	04583	04879	627
2	02564	02854	342	2	04625	04921	777
3	02604	02895	445	3	04667	04963	857
4	02645	02936	549	4	04709	05005	997
5	02685	02977	653	5	04750	05047	13.107
6	02726	03019	758	6	04793	05089	217
7	02766	03059	863	7	04835	05132	327
8	02807	03099	968	8	04877	05174	435
9	02848	03140	1.073	9	04919	05216	545
8.0	1.02850	1.03169	8.240	13.0	1.04861	1.05259	13.559
1	02929	03201	318	1	05003	05301	769
2	02970	03242	422	2	05046	05343	850
3	03011	03283	526	3	05088	05385	991
4	03052	03324	630	4	05130	05427	14.102
5	03093	03365	734	5	05172	05470	213
6	03133	03406	838	6	05213	05512	324
7	03174	03447	942	7	05254	05554	435
8	03215	03488	1.046	8	05296	05596	546
9	03256	03529	1.150	9	05337	05637	657

TABLE No. 1
(Continuación)

Temperatura por peso by weight (Brill)	Apparent density at 20° C	Apparent specific gravity at 20° C/20° C	Volume of 100 ml per 100 ml weight in vacuo	Potential rise of pycnometer by weight (Brill)	Apparent density at 20° C	Apparent specific gravity at 20° C/20° C	Grains of sucrose per 100 ml weight in vacuo
1	2	3	4	1	2	3	4
44.0	1.10522	1.15041	52.679	49.0	1.22305	1.22632	59.030
44.1	674	1.20313	522	49.1	350	707	60.129
44.2	727	056	52.935	49.2	415	762	.279
44.3	750	119	53.105	49.3	470	817	.428
44.4	833	172	232	49.4	525	872	.578
44.5	1.16555	1.20226	325	49.5	1.22550	1.22927	.729
44.6	939	279	339	49.6	634	1.22952	60.578
44.7	992	332	353	49.7	689	1.23037	61.029
44.8	1.20345	353	324	49.8	744	092	61.178
44.9	098	438	53.970	49.9	799	147	61.328
45.0	1.20151	1.20191	54.114	50.0	1.22554	1.23502	61.478
45.1	204	345	229	50.1	909	1.23257	.629
45.2	257	399	403	50.2	1.22964	313	.780
45.3	311	651	547	50.3	1.23019	359	.930
45.4	364	705	622	50.4	074	423	62.081
45.5	1.20417	1.20735	537	50.5	1.23130	1.23478	.232
45.6	470	812	54.651	50.6	153	534	.383
45.7	524	555	55.126	50.7	240	589	.535
45.8	577	919	272	50.8	295	643	.686
45.9	630	1.20972	417	50.9	351	709	.838
46.0	1.20984	1.21026	55.362	51.0	1.23406	1.23756	62.959
46.1	737	050	705	51.1	461	811	63.141
46.2	791	133	653	51.2	517	857	.293
46.3	845	157	55.993	51.3	572	922	.445
46.4	899	241	56.143	51.4	628	1.23973	.597
46.5	1.20752	1.21293	291	51.5	1.23653	1.24024	.750
46.6	1.21005	349	437	51.6	729	059	.922
46.7	059	402	533	51.7	794	143	64.035
46.8	113	456	729	51.8	850	201	.205
46.9	167	510	56.876	51.9	906	257	.350
47.0	1.21221	1.21364	57.022	52.0	1.23952	1.24313	64.313
47.1	273	616	769	52.1	1.24017	369	.666
47.2	326	673	316	52.2	073	425	.820
47.3	351	727	57.463	52.3	129	481	.973
47.4	437	781	57.610	52.4	155	537	65.127
47.5	1.21491	1.21533	57.757	52.5	1.24211	1.24593	65.280
47.6	345	852	57.914	52.6	237	649	.433
47.7	399	943	58.052	52.7	333	705	.585
47.8	653	1.21928	159	52.8	409	761	.742
47.9	707	1.22072	347	52.9	465	818	.895
48.0	1.21761	1.22160	58.405	53.0	1.24521	1.24874	66.050
48.1	815	161	843	53.1	577	920	.205
48.2	670	215	791	53.2	633	957	.359
48.3	924	270	58.629	53.3	690	1.25043	.514
48.4	979	324	59.057	53.4	746	059	.669
48.5	1.22033	1.22370	239	53.5	1.24502	1.25156	.824
48.6	055	331	353	53.6	835	212	.979
48.7	142	455	523	53.7	913	269	67.134
48.8	197	543	632	53.8	971	321	.200
48.9	251	593	631	53.9	1.25023	352	.445

TABLA No. 2 (CONTINUACION)

Resultados para la prueba de Rangos. Nivel de confiabilidad 1%

Number of treatments, or samples ranked

No. of reps.	Number of treatments, or samples ranked																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
25	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
30	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
35	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
40	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
45	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
50	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
55	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
60	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
65	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
70	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
75	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
80	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
85	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
90	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
95	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110
100	11-60	81-80	70-111	70-112	110-110	111-111	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110	111-111	110-110

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anderson, D. M. W. Water-soluble Plant Gum Exudates Part I: Gum Arabic. *Process Biochemistry* 12(10): 24-29 (1977)
- 2.- Amerine, A.; Pangborn, R. Principles of Sensory Evaluation of Food. - Academic Press. p. 377-385; 462 (1965)
- 3.- Aranal, S.A. de C.V. Información Técnica
- 4.- Arancia Ingredientes Especiales S.A. de C.V. Información Técnica
- 5.- Badui, D. S. Química de los Alimentos. Alhambra Mexicana. p. 62, 258,- 319-321 (1981)
- 6.- Bennett, H.; Bishop, J.L. Jr.; and Wulfing, M. F. Practical Emulsions-Vol. II Applications. Chemical Publishing Co. I.N.C. p. 89-91 (1968)
- 7.- Crandall, P.G.; Matthews, R. F.; Baker, R. A. Citrus Beverage Clouding Agents - Review and Status. *Food Technology* 37(12): 106-109 (1983)
- 8.- Davison, R.L. and Marshall, S. Water-Soluble Resins Reinhold Publishing Co., New York p. 21-51 (1962)
- 9.- De la Peña, R. Comunicación Personal. Jugos Naturales S.A. México, D.F. (1985)
- 10.- Drake, J.J.P. Toxicology of Food Emulsifiers and Stabilizers International Flavours and Food Additives 6(1): 31-36 (1975)
- 11.- Esquim, S.A. de C.V. Procedimientos de Control de Calidad
- 12.- Fennema, L.O. Food Chemistry 2nd Ed. Marcel Dekker, Inc. New York and - Basel p. 133-135, 169, 625-630 (1985)
- 13.- Fieser and Fieser. Natural Products Related to Phenanthrene. Reinhold,- New York p. 40-69 (1949)
- 14.- Givaudan Dubendorf Ltd. Dpt. Flavor Division Switzerland

- 15.- Glicksman, M. Plant exudates. Gum Technology in the Food Industry. - Food Science and Technology p. 94-110 (1969)
- 16.- Good Manufacturing Practice in Manufacturing, Processing Packing. Holding Human Food. Booklet (1981)
- 17.- Green, L.F. Developments in Soft Drinks Technology-1 Applied Science - Publishers Ltd. London (1978)
- 18.- Guía Práctica para Detectar Cambios Indeseables en Refrescos. Publicada por la Revista Alemana "Mineral Wasser Zeitung". (1978)
- 19.- Guizar, G. Comunicación Personal. Resinas Sintéticas, S.A. de C.V. México, D.F. (1985)
- 20.- Guy, W. J. and Phillips, G. F. Beverages: Carbonated and Non Carbonated. The AVI Publishing Company, Inc. (1974)
- 21.- Heath, H. B. Source Book of Flavours. The AVI Publishing Co. Inc. p. - 1-2, 82-86, 185-188, 468-472 (1981)
- 22.- Houghton, H. W. Developments in Soft Drink Technology-2 Applied Science Publishers London (1981)
- 23.- I.F.T. Sensory Evaluation Division Sensory Evaluation Guide for Testing Food and Beverage Products Food Technology 35(11):50-57 (1981)
- 24.- International Sourcing Inc. Technical Data
- 25.- Jacobs, M. Manufacture and Analysis of Carbonated Beverages. Chemical-Publishing Co. Inc. (1959)
- 26.- Kahan, D.; Cooper, A.; Papavasiliou, and Kramer, A. Expanded Tables for Determining Significance of Differences for Ranked Data. Food Technology Mayo 1973:64-69
- 27.- Kiratsous, A. S. Ester gum as a weighting agent in beverage emulsions. Canada Dry Corp. Greenwich Connecticut
- 28.- Klose, R. E. and Glicksman, M. Gums. Handbook of Food Additives. 2nd - ed. Vol. I Furia, T. E. CRC Press p. 295-313 (1981)

- Chemists. (A.O.A.C.) 14th ed. (1984)
- 45.- Oppenheimer, A. Clarifying the Clouding Agents Picture. Food Product - Development 8(5):60-64 (1974)
 - 46.- Oppenheimer, A. Clouding Agents for Food Industry Food Product Deve---
lopment 5(3): 90-94 (1971)
 - 47.- Oviedo, J. Comunicación Personal. Arancia Ingredientes Especiales, ---
S.A. de C.V. Celaya, Gto. (1985)
 - 48.- Phillips, G. O.; Wedlock, D.J. and Williams, P. A. Gums and Stabilisers
for the Food Industry - 2. Pergamon Press p. 311-312, 444-445 (1983)
 - 49.- Prendergast, K. Some Aspects of Gum Technology and Legislation. Inter-
national Flavours and Food Additives 6(1): 25-28 (1975)
 - 50.- Resiquimich, S. A. de C. V. Información Técnica.
 - 51.- Ronald W. James. Industrial Starches. Noyes Data Corporation, London,-
England p. 3-28, 98-181 (1974)
 - 52.- Rose, A. H. Alcoholic Beverages. Economic Microbiology. Vol. 1. Acade-
mic Press. p. 7-8 (1977)
 - 53.- Safina, G. Los Derivados de los Citricos. Fideicomiso del Limón en Na-
cional Financiera, S. A. (1978)
 - 54.- Shankaracharya, N. B.; Shankaranarayana, M. L.; Lewis, Y. S. and Natra
rajan, C. P. Clouding agents for soft drinks. Indian Food Packer - - -
34(2): 39-47 (1980)
 - 55.- Thevenet, T. Acacia gums in emulsifiers. Food Flavourings Ingredients-
Packaging and Processing 1(2): 15-16 (1980)
 - 56.- Zapata, R. J. Manual Práctico de Bebidas para la Industria de Refrescos.
All Americas Publishers Service, Inc. (1968)

- 29.- Korab, H. E. Soft Drinks. A.P.H.A. Intersociety Agency Committee on - Microbiological Methods for Foods Speck, M. L. Editor p. 674-677 (1975)
- 30.- Las bebidas. Informe especial. Revista Progreso Noviembre (1984)
- 31.- Legislación Vigente en Materia de Salubridad y disposiciones conexas - (1971) 4a. Ed. p. 151
- 32.- Meer, G.; Meer, W. A. and Tinker, J. Water-Soluble Gums. Their past, - present and future. Food Technology 29(11): 22-30 (1975)
- 33.- Meggos, H. N. Colors-Key Food Ingredients. Food Technology 38(1):70-74 (1971)
- 34.- Melillo, D. Physical Factors Governing the Stability of Cloudy Beverages. Food product Development 11(5): 108-110 (1977)
- 35.- Merory, J. Food Flavorings. Composition, Manufacture and Use. The AVI-Publishing Co. Inc. p. 3-15 (1960)
- 36.- Miner, S. C. and Dalton, N. N. Glycerol. American Chemical Society. Monograph Series. Reinhold Publishing Corp. N. Y. p. 431-433 (1953)
- 37.- Morton, I. D. and Macleod, A. J. Food Flavours Part A. Introduction. Elsevier Scientific Publishing Co. p. 1, 2, 86-93 (1982)
- 38.- National Academy of Sciences - National Research Council Chemicals - - Used in Food Processing. Publication 1274 Washington, D. C. (1965)
- 39.- National Soft Drink Association (N.S.D.A.) Soft Drink Ingredients: a - consumer's guide. (1985)
- 40.- Noonan, J. E. and Meggos, H. Synthetic Food Colors. Handbook of Food - Additives. 2nd ed. Vol. II Furia, T. E. C.R.C. Press p. 339-382 (1980)
- 41.- Norma Oficial Mexicana K-90-1974. Terminología de aceites esenciales
- 42.- Norma Oficial Mexicana F-439-1983. Bebidas no alcohólicas. Clasificación y definiciones.
- 43.- Norma Oficial Mexicana K-559-1981. Goma arábica refinada.
- 44.- Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical