

870127  
18.  
29

# Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS



ELABORACION DE UNA BEBIDA CARBONATADA,  
ENRIQUECIDA CON SUERO DE LECHE,  
CON SABOR A NARANJA.

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A

SILVIA MARTINEZ DIAZ DE LEON

Asesor: Q.F.B. Beatriz García Vázquez

GUADALAJARA, JALISCO. 1987

FALLA DE ORIGEN



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

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

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

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

## I N D I C E

I.- INTRODUCCION .....	1
II.- GENERALIDADES .....	3
A.- Suero de leche .....	3
1.- Composición .....	3
2.- Valor nutritivo .....	6
3.- Procesamiento .....	9
3.a) Pasteurización .....	9
3.b) Concentración .....	9
3.c) Deshidratación .....	10
3.d) Suero modificado .....	10
4.- Utilización .....	14
B.- Bebidas Carbonatadas .....	15
1.- Ingredientes .....	15
1.a) Edulcorantes .....	16
1.b) Saborizantes .....	17
1.c) Colorantes .....	18
1.d) Aciulantes .....	19
1.e) Agua .....	21
1.f) Dióxido de Carbono .....	21
1.g) Conservantes .....	22
1.h) Ingredientes opcionales .....	22
2.- Elaboración de Bebidas Carbonatadas .....	22
2.a) Descripción del proceso .....	22
1.- Extracción del agua y almacenamiento .....	23
2.- Lavado y esterilizado de la botella .....	23
3.- Tratamiento de agua .....	25
4.- Preparación de jarabes .....	30

5.- Mezcla del producto .....	34
6.- Enfriamiento y carbonatación .....	35
7.- Llenado .....	36
8.- Coronado .....	37
2.b) Diagrama de flujo del proceso .....	38
3.- Envase de vidrio .....	39
III.- DESARROLLO DEL PRODUCTO .....	41
A.- Balanceo de fórmulas .....	41
B.- Carbonatación .....	42
1.- Determinación del Brix del jarabe terminado .....	42
2.- Preparación del jarabe para carbonatar .....	43
3.- Determinación del nivel de carbonatación .....	44
C.- Proceso de elaboración de la bebida carbonatada .....	44
1.- Programa de preparación de jarabe .....	44
2.- Proceso de preparación del jarabe .....	45
3.- Diagrama de flujo del proceso de elaboración .....	47
D.- Presentación y etiqueta .....	48
IV.- RESULTADOS .....	49
A.- Estudio nutricional .....	49
1.- Aporte nutricional .....	49
2.- Aporte calórico .....	51
B.- Estudio económico .....	51
C.- Estudio de aceptación .....	52
D.- Vida de anaquel .....	52
V.- CONTROL DE CALIDAD .....	54
A.- Tratamiento de agua .....	54
B.- Control de la materia prima .....	55
C.- Preparación del jarabe .....	57

D.- Pruebas al producto terminado .....	58
E.- Lavado de envases .....	59
F.- Sanidad de la planta .....	59
G.- Análisis Bacteriológicos .....	60
VI.- CONCLUSIONES .....	61
VII.- BIBLIOGRAFIA .....	63

## I.- INTRODUCCION.

El problema del hambre y la carestía data desde los inicios de la historia del hombre, pero la situación actual y las perspectivas para el futuro cercano están alcanzando un estado de crisis mas grave que ningún otro conocido hasta ahora. Si este problema no se controla, llegará a afectar a cada individuo mas profundamente que cualquier otro problema del siglo XX.

Muchos expertos han señalado que algunos cambios en las costumbres del comer contribuirían mucho a mejorar las perspectivas de combatir la mala nutrición, pero en países en desarrollo como el nuestro los hábitos alimenticios de los núcleos de población que sufre desnutrición son muy difíciles de cambiar. Por ello se considera que el mejoramiento a corto plazo de su dieta solo puede realizarse mediante el enriquecimiento de los alimentos que tradicionalmente consumen. El enriquecimiento consiste en la ampliación del valor nutritivo de un alimento por adición de nutrimentos que no se hallan en él normalmente, buscando que la incorporación de estos agentes no modifique apreciablemente las propiedades e características del alimento base. <sup>(17)</sup>

En la dieta de nuestra comunidad, de México y de muchos otros países, las bebidas carbonatadas con saborizantes, colorantes, endulzadas con azúcar, ocupan un lugar muy importante. Tratándose de nuestro país, en el cual hay un número muy elevado de personas con ingresos a nivel salario mínimo y subempleadas, y ante la oferta tan escasa de productos lácteos, se propone la elaboración de una bebida carbonatada, enriquecida con suero de leche, con sabor a naranja, cuyos ingredientes básicos serían similares a los del refresco embotellado, mas el suero de leche, que hoy en día es el producto derivado de mayor cantidad dentro de la industria lechera, y debido a su valor nu-

tritativo, contribuiría a mejorar la dieta alimenticia de los sectores mas afectados.

Si la población del país tiene un paladar muy habilitado a refrescos carbonatados, es este un medio excelente para mejorar los hábitos alimenticios.

La proposición de esta bebida carbonatada, enriquecida con suero de leche, con sabor a naranja, presenta como ventajas:

- que la materia prima existe en abundancia y es de fácil manejo, por ello se usará suero de leche en polvo,

- que no es un producto completamente nuevo o extraño al paladar, pretendiendo lograr además,

- que proporcione proteínas de calidad,

- que se disponga de equipo y sea de fácil elaboración,

- que posea aceptables características organolépticas,

- que tenga una alta calidad sanitaria,

- que resulte de costo accesible al consumidor,

- que posea un atractivo empaque y presentación,

todas ellas encaminadas a aprovechar un subproducto de la industria láctea para elaborar una bebida de importancia nutritiva.

## II.- GENERALIDADES.

### A.- Suero de leche.

El suero es la porción fluida de la leche drenada de la cuajada durante la fabricación de queso o caseína. Cuando se añade ácido, o la enzima renina, o ambos, a la leche, tiene lugar la coagulación de la caseína, que apresa gran parte de la grasa, parte de la lactosa y parte del agua y minerales. Esta es la cuajada. El líquido restante es el suero, alimento de gran interés no solamente por la presencia de lactosa, sino también por su contenido en proteínas solubles ricas en aminoácidos indispensables (lisina y triptófano) y por la presencia de numerosas vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido ascórbico, además de sales minerales. (1) (12)

Se distinguen dos clases de suero según su origen:

Lactosuero dulce: Obtenido por coagulación enzimática, de un origen donde hay una conversión insignificante de azúcar a ácido láctico. - Tiene un pH de 6.2 y una acidez titulable máxima, en el producto seco, de no más de 0.16% calculado como ácido láctico y una alcalinidad de ceniza de no más de 225 ml de HCl 0.1N por 100 gr. (1) (14)

Lactosuero ácido: Obtenido de un origen donde una cantidad significativa de azúcar es convertida en ácido láctico, debido a que se forma la cuajada por acidificación directa de la leche. Tiene un pH de 4.7 y una acidez titulable mínima, en el producto seco, de no menos de 0.35% calculada como ácido láctico. En este, el calcio no forma el complejo para-caseinato y pasa al suero, en donde se combina con la lactosa formando lactato cálcico. Su acidez puede ser ajustada -- con amortiguadores que sean seguros y adecuados. (1) (14) (14)

#### A.1.- Composición.

El suero contiene la mitad de los sólidos de la leche original. La grasa y gran parte de la proteína se eliminan en la fabricación de queso. En la Tabla (1) aparece la composición del suero.

TABLA 1  
LA COMPOSICION DEL SUERO

	Suero de queso dulce	Suero de queso cottage	Suero de caseína
Lactosa	4.9	4.6	5.1
Proteína coagulable por calor	0.5	0.5	0.6
Materia nitrogenada no coagulable por calor	0.4	0.4	0.4
Cenizas	0.6	0.7	0.7
Grasas	0.3	0.1	0.1
Acido láctico	0.2	0.6	-
Sólidos totales	7.0	7.0	7.0
Agua	93.0	93.0	93.0

(1)

Las proteínas del lactosuero representan un 17% de las materias nitrogenadas de la leche de vaca. Son compactas, globulares, con peso molecular que varía entre 14 000 y 1 000,000 daltones. Son solubles en un intervalo muy amplio de pH y en general son muy sensibles al calor y menos al ácido. El 80 a 90% precipitan en el lactosuero calentado. Son ricas en cistina.

$\beta$ -lactoglobulina: Suma aproximadamente el 60% del total de las proteínas del suero y existe en forma de dímero al pH normal de la leche. Contiene un grupo disulfuro intramolecular que le imparte carácter

licas de estructura terciaria a la proteína y un grupo sulfhidrilo libre que la hace sumamente reactiva. Es la fuente mas importante de grupos sulfhidrilo de la leche, que intervienen en la formación del sabor a cocido de la leche calentada.

**γ-lactoalbúmina:** Es la segunda proteína del suero en importancia y tiene actividad biológica ya que es parte constitutiva del sistema enzimático requerido para la síntesis de la lactosa. No contiene grupos sulfhidrilo libres, pero si 4 grupos disulfuro provenientes de cistinas, lo que la hace tener 2.5 veces mas azufre que las caseínas. Algunas de las características mas importantes de esta proteína son su bajo peso molecular y su alto contenido de triptófano.

**Immunoglobulinas:** Suman aproximadamente 10% del total de las proteínas del suero. Constan de moléculas de glucoproteínas con un alto contenido de grupos azufrados y con actividad biológica de anticuerpo, pues poseen las destacadas propiedades inmunológicas de las gammaglobulinas. Su peso molecular es cercano a 180 000. Son las primeras en desnaturizarse durante el calentamiento.

**Fracción albúmina bovina:** Esta parece ser idéntica a la albúmina del suero sanguíneo. Su principal característica química es que contiene un alto número de cistinas (17 por mol) y un grupo sulfhidrilo libre, y es fácilmente desnaturizable a bajas temperaturas.

**Proteasas peptonas:** Están compuestas por un grupo muy heterogeneo de fosfoglicoproteínas de pesos moleculares que varían de 4 000 a 200 000 daltones. Se diferencian del resto porque no precipitan por calentamiento a 95 - 100°C.

Las proteínas del suero son muy sensibles al calor y se desnaturizan rápidamente, destruyéndose su conformación globular. Su desnaturización se acompaña de liberación de grupos sulfhidrilo que in-

parten a la leche sabor a cocido.

En realidad el suero es una solución de lactosa al 5% que contiene 2% de otros componentes de la leche. Las vitaminas hidrosolubles de la leche se encuentran en él, y contiene casi tanta riboflavina como la leche.

El suero ácido contiene mas calcio y fosfatos que el suero dulce debido a la acción disolvente del ácido que se utiliza para precipitar la caseína.<sup>(1)</sup>

#### A.2.- Valor Nutritivo.

El valor nutritivo del suero es alto en algunos aspectos pero bajo en otros. La grasa y la mayoría de las proteínas se han concentrado en el queso, sin embargo, el valor biológico de las vitaminas restantes del suero es mas alto que el de la caseína, pero su concentración es baja. La mayoría de la lactosa y los minerales permanecen en el suero dulce.<sup>(1)</sup>

Las proteínas del suero lácteo son de excepcional calidad, ya que no son deficientes en ningún aminoácido. Un punto notable de estas es su elevado contenido de lisina (11% en  $\beta$ -lactoglobulina y de 10 a 11% en  $\alpha$ -lactoalbúmina) y triptófano, que lo hacen un complemento ideal para las raciones de cualquier organismo en crecimiento. En el plano nutritivo, las proteínas del suero lacteo tienen un valor biológico superior al de la caseína<sup>(12)</sup> (ver tabla 2). El calor excesivo durante el procesamiento, en especial durante el secado del suero en rodillos, puede disminuir su contenido de aminoácidos, haciendo que no estén disponibles biológicamente, en especial la lisina.<sup>(1)</sup>

Como el 73% de los sólidos del suero son lactosa, que como otros hidratos de carbono es una fuente de energía, pero es muy posible que sea algo mas. Atraviesa el estómago sin modificaciones notables y es

TABLA 2

## Características Nutritivas de la Caseína y Proteínas del Suero

## Composición en aminoácidos

(en porcentaje de exceso o defecto respecto a las proteínas del huevo)

	Caseína	Proteínas del Suero
Lisina	+ 8	+ 55
Metionina	- 19	- 30
Cisteína	- 83	+ 27
Triptófano	- 15	+ 105
Eficacia Nutritiva		
Digestibilidad*	97	97
Valor biológico**	75	95
U.P.N.	73	87.5

\* Porcentaje de N asimilado por la pared intestinal (9)

\*\* Porcentaje de N asimilado que es retenido

UPN Utilización protéica neta = digestibilidad X valor biológico.

lentamente absorbida en el intestino, promueve la proliferación de -- bacterias intestinales capaces de sintetizar vitaminas como la biotina, riboflavina, ácido fólico y piridoxina, y favorece una fermentación de tipo ácido, que contribuye a una mejor utilización del calcio y da origen a condiciones desfavorables para los microorganismos de la putrefacción. (9)

La lactosa se hidroliza en galactosa y glucosa por acción de la enzima Lactasa. Se sabe que la galactosa es un componente de los cerebrosidos que forman los tejidos nerviosos y se le ha llamado "glúcido de estructura", suponiéndose que la lactosa tiene importancia especial en el suministro de este elemento. Una baja actividad de Lactasa

produce alteraciones en la absorción del disacárido y clínicamente, -  
 transtornos gastrointestinales, por lo que la cantidad de suero que -  
 pueden consumir las personas intolerantes a la lactosa es limitado. -  
 Los sólidos del suero pueden hacer una contribución nutricional posi-  
 tiva a los alimentos cuando se utilizan a niveles de 3 a 10% de sólidos.  
 (1)

El suero de leche es un alimento de gran interés no solamente --  
 por la presencia de lactosa y su contenido de proteínas solubles ricas  
 en aminoácidos, sino también por la presencia de numerosas vitami-  
 nas del grupo B, calcio, cantidades menores de vitamina A, fósforo, -  
 magnesio, potasio, sodio y ciertos minerales, por lo cual nos propor-  
 ciona la más alta eficiencia proteínica. (Ver tabla 3).  
 (15)

TABLA 3

Contenido de Vitaminas en el Suero de Leche		
	Fluido	Seco
Vitamina A*	110	500
vitamina B <sub>1</sub>	0.40	3.70
vitamina B <sub>2</sub>	1.20	23.4
vitamina B <sub>6</sub>	0.42	4.0
vitamina B <sub>12</sub>	0.002	0.0210
vitamina C	13.0	-
ac. pantoténico	3.40	47.3
niacina	0.85	9.60
biotina	0.014	0.037
folacina	-	0.89
colina	-	1365

Las unidades son ppm (mg/lit)

\* Las unidades son U.I./lit

(11)

### A.3.- Procesamiento.

El suero dulce debe procesarse pocas horas después de ser eliminado de la cuajada del queso para preservar su calidad. El suero ácido es más estable ya que el desarrollo de las bacterias del ácido láctico y muchos otros organismos se inhibe cuando la acidez es baja, inferior a un pH de 4.7 aproximadamente. <sup>(1)</sup>

La mayor parte del suero que se procesa se seca, para facilitar su almacenamiento, embarque y manejo. La deshidratación del suero nos permite obtener, en un volumen reducido, un producto nutritivo de gran interés que puede entrar a formar parte de numerosos alimentos.

#### A.3.a) Pasteurización.

La primera etapa en el procesamiento es la pasteurización. Si se debe evitar la desnaturalización de las proteínas del suero, deberán emplearse temperaturas menores de  $74^{\circ}\text{C}$ . <sup>(1)</sup>

#### A.3.b) Concentración.

El suero líquido tiene aproximadamente 94% de agua y se requiere mucha energía para secarlo. Para conservar la energía y los costos, se adoptó una aplicación económica por la industria, la cual consiste en extraer una parte de líquido y proporcionar un suero concentrado. El suero se concentra al vacío hasta 40 o 50% de sólidos. Esto permite controlar la cristalización de la lactosa en forma  $\alpha$ -monohidrato para obtener un polvo no higroscópico, ya que la deshidratación instantánea del suero a una temperatura superior a  $93.5^{\circ}\text{C}$  conduce a la formación de lactosa  $\beta$ -anhidro, con lo cual el polvo es higroscópico y pegajoso.

Las condiciones de concentración y de cristalización son generalmente las siguientes: El suero precalentado a  $65 - 70^{\circ}\text{C}$  se somete a un proceso de evaporación, en una instalación clásica que funciona a

presión reducida, hasta que su extracto seco sea de 45 a 50%, excepto <sup>(12)</sup> en los nuevos procedimientos de ósmosis inversa (RO). La RO puede utilizarse para concentrar pequeñas cantidades de suero a 25% de sólidos. Esta reducción de volumen facilita el embarque a una planta de procesamiento o secado central, donde se dispone de equipo a gran escala para la evaporación o secado. <sup>(1)</sup>

El suero concentrado es la sustancia líquida obtenido por la extracción del agua del suero, mientras se dejan todos los demás componentes en relativamente las mismas proporciones que el suero original. <sup>(14)</sup> El suero concentrado es inmediatamente enfriado a 45°C y se envía a los tanques o cubos donde se efectúa una siembra con pequeños cristales de lactosa para provocar la cristalización parcial del azúcar en forma de cristales de lactosa  $\alpha$ -monohidrato de un tamaño adecuado. <sup>(12)</sup> El porcentaje de sólidos debe ser declarado en la etiqueta del producto terminado.

#### A.3.c) Deshidratación.

La deshidratación del suero concentrado puede realizarse mediante cilindros rotatorios o en una cámara de atomización. La primera técnica rinde a menudo un polvo coloreado e higroscópico, de calidad mediocre. La segunda permite obtener un polvo de calidad satisfactoria, <sup>(12)</sup> pues se produce azúcar estable cristalina que no absorbe la humedad, <sup>(1)</sup> que alcanza el 70% del extracto seco.

El suero seco es el producto obtenido por la extracción del agua del suero, mientras se dejan todos los demás componentes relativamente <sup>(14)</sup> en las mismas proporciones que el suero original. En la tabla 4 aparece la composición del lactosuero procesado.

#### A.3.d) Suero modificado.

Suero modificado es un término utilizado para designar un grupo

TABLA 4

Composición del Lactosuero Procesado y Derivados						
(promedios por 100 g)						
	Agua Lactosa		Materias			Acido
			Nitrogenadas	Grasas	Minerales	Láctico
Lactosuero en polvo						
cuajo	4.0	72.0	13.0	--	9.0	2.0
láctico	4.0	67.0	13.0	--	12.0	4.0
Lactosuero en pasta	42.0	36.0	9.0	--	8.0	4.0
Lactoalbúmina co-						
mercial	8.0	10.0	76.5	0.5	5.0	--

(5)

de productos de suero obtenidos a través del procesamiento del suero por técnicas especiales. Algunos ejemplos de tales productos son: Suero parcialmente delactosado, suero parcialmente demineralizado, suero demineralizado y concentrado de proteína de suero.

El propósito primordial de utilizar técnicas especiales para procesar el suero y así obtener estos sueros modificados es el de producir productos de suero que tengan composición variada, los cuales con tengan las características funcionales deseadas para su uso como ingredientes en la formulación de nuevos productos lácteos y otros alimentos. (13)

Productos específicos modificados del suero son:

1.- Suero de azúcar reducido: Es el producto obtenido por la extracción selecta de azúcar del suero. El porcentaje de azúcar extraída no deberá ser menor de 25%, y el contenido de azúcar en el producto seco no deberá exceder de 60%. La separación de la lactosa se basa (14) en sus propiedades de solubilidad. Tras la concentración del lactosug

ro desproteinado o también del lactosuero bruto sin acidificar, se obtiene una solución saturada que cristaliza en el curso de la refrigeración. El rendimiento no es muy alto, de modo que solo se separa el 50% de la lactosa y es preciso refinarla. Se mejora el rendimiento eliminando las sales, que dificultan la cristalización, haciendo pasar el lactosuero por resinas intercambiadoras de iones.<sup>(5)</sup>

2.- Suero de minerales reducidos: Es el producto obtenido por la extracción selecta de una porción de minerales del suero. El producto en seco no deberá contener más de 7% de ceniza. Es producido por métodos de intercambio de iones, electrodiálisis o técnicas de filtración de membranas.<sup>(14)</sup>

3.- Concentrado de proteína de suero: El método más antiguo de separar la proteína del suero es el de la precipitación de la proteína por medio de calor. Este procedimiento es sencillo, pero rinde un producto que a veces puede ser arenoso e insoluble. Afortunadamente, la producción de un concentrado de proteína de suero no desnaturizado puede ser realizado a través de otros métodos, incluyendo electrodiálisis, filtración de intercambio de iones, ultrafiltración y filtración de gelatina, procedimientos que eliminan la lactosa y los minerales, lo que ocasiona el aumento de porcentaje de proteína en el producto.<sup>(13)</sup>

El proceso de electrodiálisis reduce el contenido de minerales del suero sin ningún efecto significativo en el contenido de lactosa y proteínas.

La filtración de intercambio de iones también se utiliza para extraer los minerales del suero. En este proceso, se cristaliza la lactosa y se extrae después de que se ha pasado el suero a través de la resina de intercambio de iones.

En la ultrafiltración, una membrana que es porosa al agua y moléculas pequeñas, pero no a las moléculas grandes, separa a las proteínas de las moléculas más pequeñas de sal y lactosa. Como la separación no es completa, el producto es un concentrado de proteína que todavía contiene lactosa y minerales.

La filtración de gelatina implica la separación de la proteína del azúcar y los minerales por medio del pasaje del suero por una gelatina como la Sephadex. Las proteínas, de más alto peso molecular, se mueven más rápido a través de la gelatina que los minerales y la lactosa, de bajo peso molecular. La fracción de proteínas es por lo regular juntada, concentrada y secada.

Se usan procedimientos adicionales en la producción de un concentrado de proteína de suero no desnaturalizado, incluyendo precipitación.

TABLA 5

Composición Aproximada de los Productos de Suero Modificado					
Proceso de preparación	Proteína	Lactosa	Grasa	Cenizas	Agua
Electrodialísis	32.9 (27.3-37.0)	51.8 (40.5-60.0)	3.3	9.0 (1.4-19.7)	3.0
Ultrafiltración	56.5 (49.9-62.0)	27.2 (15.5-40.2)	7.3	3.4 (0.4- 6.2)	5.6
Sephadex	41.9 (38.7-45.1)	24.9	0.8	11.5	20.9
Compuesto de CMC	49.8	20.1	1.2	8.0	20.9
Compuesto de Hierro	35.1 (32.7-37.4)	0.8 (0.7- 0.9)	1.2	54.0 (53.1-54.9)	9.5
Compuesto de metafosfato	55.7 (54.1-58.0)	13.0 (12.7-13.2)	5.3	13.7 (10.6-15.5)	12.3

\* Cantidades en paréntesis indican los rangos comunes de componentes.

ción de la proteína con metafosfatos, sales férricas o carboximetilcelulosa.<sup>(13)</sup>

La tabla 5 resume la composición típica de varios productos de suero modificado. Se proporcionan rangos al igual que valores típicos para varios componentes.

#### A.4.- Utilización.

El suero contiene valiosas materias como proteína, lactosa y sales minerales, por lo que se están considerando sus posibilidades alimenticias con el fin de elevar el nivel de las raciones humanas y animales en numerosos países.<sup>(5)</sup>

Cantidades bastante importantes de suero se procesan bajo condiciones perfectamente sanitarias para su uso como alimento de animales y ahora parte del suministro está logrando introducción como ingrediente de alimentos, entre ellos productos horneados, de salchichonería y confites. Es especialmente adaptado a los productos de panadería dulces, porque produce una textura suave como de pastel. En helados la adición de suero se permite en una cantidad que no exceda un 25% de sustitución de los sólidos no grasos de leche, y cuando se emplea para aumentar los sólidos de leche mas que para sustituirlos se produce una mejoría en cuerpo y sabor.<sup>(1)</sup>

La industria ha sido estimulada en la elaboración de productos no lácteos los cuales contengan suero en lugar de leche en polvo descremada; el suero líquido, concentrado o en polvo se utiliza en la elaboración de productos como galletas, queso procesado, como base para sopas y salsas, yogur y crema ácida.<sup>(13)</sup>

Un estudio actual investiga que tan factible es el usar suero para producir antibióticos, gomas, acidulantes, vitamina B<sub>2</sub> y B<sub>12</sub>. Se han generado ideas creativas, como la producción de vino con el sue-

ro, la aplicación del suero en los aderezos; tiene antecedentes de uso en bebidas alcohólicas al igual que no alcohólicas. En algunos países se ha usado para hacer una bebida parecida a la cerveza. (15)

Debido a la calidad superior de la proteína en el suero modificado, un producto nutricionalmente mejorado es producido cuando se utiliza al suero modificado como un ingrediente. (13)

Nutricionalmente, el suero puede ser un importante ingrediente en las bebidas y refrescos con sabor a frutas. El gusto del consumidor es un factor de gran influencia, al igual que su costo. El producto tiene que ser desarrollado a un costo que permita que se venda a precios competidores con otras bebidas, o en el caso de ser una bebida de suero de alta proteína, precios competidores con leche fresca o en polvo. (1)

#### B.- Bebidas Carbonatadas.

La norma de identidad de la FDA para las bebidas carbonatadas es "la clase de bebidas preparadas por absorción del dióxido de carbono en agua potable". (1)

Estas bebidas, de las que los refrescos son el principal ejemplo están por lo general endulzadas, saborizadas, coloreadas, carbonatadas y a veces conservadas mediante un aditivo químico.

Deben considerarse alimentos importantes, ya que se elaboran a base de ingredientes alimenticios, están sujetos a las leyes de Salubridad, se consumen en cantidades verdaderamente enormes (lo cual se debe en parte a su disponibilidad y que se ofrece en muchos tipos de recipientes y tamaños), y en algunos países y áreas pueden tomarse con mayor seguridad que el agua del abastecimiento local.

#### B.1.- Ingredientes.

Los principales ingredientes de los refrescos carbonatados son -  
 azúcar, saborizantes, colorantes, ácidos, agua y dióxido de carbono. (3)  
 La tabla 6 muestra unas composiciones típicas, aunque los productos -  
 tienden a variar según el fabricante.

TABLA 6

Ingredientes de las Bebidas Carbonatadas						
Bebidas	Sabores	Color	Azúcar %	Acido	Cantidad de ácido en jarabe (g/l)	CO <sub>2</sub> vol. de gas
Cola	Extracto de nuez de cola, aceite de lima y aceites de especias, cafeína	caramelo	11-13	fosfórico	4.49	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Limón	Aceite de limón	ninguno	11	cítrico	7.49	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	Jugo de limón y aceite de limón	tartrazina (opcional)	11-13	cítrico (del jugo)	7.49	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Naranja	Aceite de naranja y jugo de naranja	sunset y llo FCF, algo de tartrazina	12-14	cítrico	7.49	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> -2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

Tanto los colores para alimentos como los materiales saborizantes están sometidos a revisiones por la sección de alimentos, medicamentos y cosméticos de la FDA. (7)

#### B.1.a) Edulcorantes.

Son las sustancias que proporcionarán un gusto dulce y satisfactorio al producto terminado. El azúcar de caña o sacarosa es usado --  
 principalmente en casi todas las bebidas carbonatadas, adquirida del  
 fabricante en forma de jarabe puro e incoloro, o bien, convertida en  
 jarabe en la embotelladora, que mas tarde se suplementa con los demás  
 ingredientes. Se distingue por (a) falta de sabor, excepto la dulzura (3)

y habilidad para acentuar otros sabores, (b) su rápida solubilidad en agua, (c) su estabilidad en la presencia de muchas sustancias químicas y (d) su alto valor calórico como alimento, debido a que es una de las mejores fuentes de energía rápida para el cuerpo. El producto contiene de 8 a 14% de sacarosa, que además de proporcionarle dulzura y calorías, le dá cuerpo y una textura que se aprecia en la boca. Por esta razón cuando se hacen bebidas dietéticas con edulcorantes no nutritivos, se requiere también un ingrediente adicional, como carboximetilcelulosa o una pectina, para darles cuerpo. (3)

La dextrosa también se ha encontrado apropiada para la fabricación de bebidas, sin embargo, se usa principalmente en combinación con la sacarosa. No puede usarse intercambiamente con esta para todo propósito porque difieren en muchas de sus propiedades químicas y físicas. Además de no ser tan dulce como la sacarosa, posee menos valor nutritivo y es menos soluble. La sustitución de sacarosa por dextrosa a menudo afecta el sabor y también el color.

Se ha encontrado que el azúcar invertido es más dulce que la sacarosa y mezclado con esta tiene una solubilidad mayor que la sacarosa sola. En el emborellado, como en otros alimentos preparados, se forma algo de azúcar invertido automáticamente.

La levulosa o D-fructuosa, es un miembro de la familia del azúcar intensamente dulce, altamente soluble, pero no ha encontrado usos en la industria por razones económicas. (7)

#### B.1.b) Saborizantes.

Los sabores usados en la preparación de las bebidas carbonatadas son primordialmente extractos de sabores naturales, emulsiones, soluciones alcohólicas, concentrados de jugos de frutas o compuestos saborizantes sintéticos. (7)

Un extracto es una solución en alcohol etílico, de fuerza apropiada, de los principios sápidos y aromáticos derivados de una planta o de partes de la planta, con o sin materia colorante. Las emulsiones se preparan emulsificando los aceites esenciales con goma arábiga y mezclándolos con un jarabe espeso de azúcar o glicerina, pasando después la mixtura por un homogenizador. Los extractos simples se hacen de soluciones de aceites esenciales en alcohol diluido. Los jugos de frutas pueden ser de fuerza simple o concentrada.

Los sabores sintéticos son producidos por métodos químicos basados en un material natural. Los sabores a fruta o de cola suelen ser muy complejos; sus composiciones son secretos celosamente guardados - que a veces se formulan para incluir ingredientes que contribuyen a - la dificultad del análisis químico y la duplicación por competidores. (3)

Los saborizantes tienen que permanecer estables bajo las condiciones ácidas de la bebida y bajo la exposición de la luz durante un año como mínimo, ya que las bebidas embotelladas suelen guardarse por este tiempo o mas.

#### B.1.c) Colorantes.

Como los consumidores esperan que la bebida sea semejante en apariencia a la fruta o a la planta que representa y como muchos de los sabores no poseen su propio color inherente, es necesario emplear colorantes para obtener la aceptación del consumidor. Sin embargo, su uso se limita a los permitidos o apropiados para alimentos.

Los agentes colorantes usados en las bebidas se clasifican en dos grupos: (1) caramelo y (2) colores certificados alimenticios. El caramelo, un color vegetal, se elabora quemando azúcar de maíz, usualmente con un catalizador como las sales de amonio; en las bebidas le imparte su color característico, desde pardo oscuro hasta pardo cla--

ro, tal como ocurre en las bebidas de cola y otras mas.

Los colores certificados para alimentos pertenecen a un grupo de tintes artificiales que son aprobados por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos por ser inocuos cuando se usan en alimentos. De los dieciocho colores sintéticos permitidos, solo seis son recomendados para el uso de los embotelladores, y son los que aparecen en la tabla 7.

TABLA 7

Colorantes usados en Bebidas Carbonatadas			
Nombre oficial	Nombre comercial	Tono	Uso
Ponceau 3R	rojo # 1	rojo oscuro	principalmente en mezclas de color para obtener un tono oscuro
Amaranth	rojo # 2	castaño rojizo	bebidas de color rojo como fresa y frambuesa
Sunset Yellow FCF	amarillo # 6	anaranjado	bebidas de naranja
Tartrazine	amarillo # 5	anaranjado	para colores tipo limón, - que mezclado con el "Brilliant Blue FCF" produce el color de lima
Brilliant Blue FCF	azul # 1	bronce-púrpura	solo para mixtura de colores, por ejemplo con el Amaranth se obtiene color uva
Fast Green FCF	verde # 3	pardo-violeta	solo para mixtura de colores

(7)

Se prefieren estos materiales colorantes a los colores naturales de la fruta, debido a su mayor fuerza colorante y su mayor estabilidad; aún cuando se emplean extractos o jugos de frutas naturales, se acostumbra suplementar sus colores con los colorantes sintéticos. (3)

B.I.d) Acidulantes.

Los ácidos son usados en las bebidas para impartirles un sabor agrido que neutraliza la dulzura del azúcar y hace resaltar el sabor asociado. Así, el sabor característico de una bebida se desarrolla en parte por medio de la acidulación apropiada. El dióxido de carbono en solución contribuye a la acidez, pero se le suplementa con ácido adicional en la mayoría de las bebidas carbonatadas.

Los principales ácidos utilizados son: cítrico, fosfórico y tartárico. Cada uno posee la propiedad común de ser débil e inocuo al organismo humano cuando se usa a las concentraciones recomendadas. -- Con excepción del ácido fosfórico, son importantes ácidos naturales de la fruta, de manera que se emplean mas bien para mejorar las bebidas con sabor a fruta. El ácido cítrico, como es un ingrediente de -- las frutas cítricas, se adapta bien a las bebidas con tales sabores. El ácido fosfórico es el acidulante mas barato disponible, tanto por su fuerza como por su precio. Es usado principalmente en las bebidas de cola. El ácido tartárico se usa particularmente en la preparación de las bebidas de uva.

Es importante considerar cuidadosamente la clase de ácido y la intensidad (expresada por concentración hidrógeno-ión) para regular el sabor de la bebida. Ciertos sabores y condiciones del agua tienen varios efectos sobre la concentración hidrógeno-ión, de tal manera -- que es necesario hacer ajustes. (7)

Además de mejorar el sabor, el ácido ayuda también a proteger el producto contra el deterioro. Sin embargo, a menos que haya un control sanitario muy estricto durante la elaboración de los refrescos, el pH contribuido por el ácido, aún en combinación con jugos de fruta ácidos, no es suficiente para asegurar la estabilidad microbiana prolongada. Por esta razón puede haber necesidad de un conservador a-

(3)  
dicional.

B.1.e) Agua.

El agua es el principal ingrediente de los refrescos carbonatados y puede representar hasta el 92% de la bebida. Es esencial que tenga el máximo grado de pureza química factible comercialmente, ya que los rastros de impurezas tienden a reaccionar con diversos componentes de la bebida. En este respecto, el agua potable del abastecimiento local, aunque si es satisfactoria desde el punto de vista bacteriológico, generalmente no lo es en cuanto a pureza química, y en la mayoría de los casos no satisface las normas para el agua empleada en refrescos, por lo que las embotelladoras generalmente la someten a acondicionamiento adicional mediante cloración, tratamiento con cal, coagulación, sedimentación y filtración con arena, filtración por carbón activado para eliminar olores, sabores y cloro residual, filtración final por papel para eliminar rastros que puedan haber pasado -- por el filtro de carbón y deaeración para eliminar el oxígeno. (3)

B.1.f) Dióxido de carbono.

La tremenda aceptación que tienen las bebidas carbonatadas se debe en parte al sabor único, al deleite y al burbujeo que el  $\text{CO}_2$  imparte al producto. Este se obtiene de carbonatos, cal, la quema de combustibles orgánicos y los procesos de fermentación industriales. El embotellador lo adquiere de fabricantes que lo producen de acuerdo -- con los reglamentos que regulan la pureza de los alimentos. (7)

La cantidad de  $\text{CO}_2$  empleada en el refresco varía según el sabor y la marca, mejora el sabor, contribuye acción ácida preservativa, -- produce una sensación de hormigueo en la lengua y da a la bebida una apariencia efervescente y espumosa.

Por lo general el  $\text{CO}_2$  se disuelve en la bebida en la proporción

de aproximadamente 1.5 a 4 volúmenes de gas (bajo condiciones normales de temperatura y presión) por volumen de líquido. <sup>(3)</sup>

#### B.1.g) Preservativos.

La mayoría de las bebidas carbonatadas se hallan satisfactoriamente preservadas por el ácido que contienen y también por el  $\text{CO}_2$ , pero puede haber necesidad de un conservador adicional. El benzoato de sodio es muy usado como preservativo en las bebidas sin carbonatar o con una muy baja carbonatación, ya que ayuda a prevenir el desarrollo de los microorganismos y a conservar los alimentos en estado saludable. En los refrescos ácidos, el benzoato de sodio se convierte en ácido benzóico, que es la forma que conserva más efectivamente.

El benzoato de sodio no es dañino a la salud en las concentraciones permitidas, esto es, 1/10 de 1% para preservar los alimentos; <sup>(3)</sup> se le usarse al nivel del 0.03 al 0.05% en el producto final.

#### B.1.h) Ingredientes opcionales.

Pueden utilizarse ingredientes opcionales en las bebidas carbonatadas en la proporción que se requiera, para lograr los efectos que se buscan, como agentes amortiguadores, emulsificantes, estabilizadores o agentes para dar viscosidad, pero si es un aditivo para alimento o un color dentro de los especificados por la Ley Federal sobre Alimentos, Medicamentos y Cosméticos, debe de utilizarse solo de acuerdo con la reglamentación establecida en este documento. <sup>(1)</sup>

#### B.2.- Elaboración de Bebidas Carbonatadas.

Las operaciones del proceso de una planta embotelladora son: Extracción del agua y almacenamiento, lavado y esterilizado de botella, tratamiento de agua, preparación de jarabes, mezcla del producto, carbonatación. llenado y coronado.

##### B.2.a) Descripción del Proceso.

1.- Extracción del agua y almacenamiento: El agua constituye un elemento muy importante para la elaboración de las bebidas carbonatadas; es extraída del subsuelo por medio de bombas de pozo profundo -- localizadas en el interior de la planta. Otros orígenes pueden ser -- agua llovediza, agua superficial de ríos, lagos, lagunas, depósitos y represas.

Una vez obtenida el agua, se almacena en un tanque de gran capacidad, para la distribución del agua de proceso y agua de servicio, - y es clorada a 1 ppm de cloro residual.

2.- Lavado y esterilizado de la botella. Un aspecto muy importante del embotellado es el lavado de las botellas cuando estas son regresadas a la planta; este tiene por objeto producir un envase limpio y estéril.

El lavado y esterilizado de la botella se obtiene mediante el pa se de la misma por varios tanques que contienen soluciones alcalinas, de las que la sosa cáustica es el principal componente porque posee - las mejores propiedades germicidas; otros componentes son carbonato - de sodio y fosfato trisódico, para mejorar la acción detergente de la solución y metasilicato de sodio, que previene los efectos perjudicia <sup>(7)</sup> les de las soluciones altamente alcalinas.

Hay tres factores importantes en la eficacia germicida de la lavadora. Estos son: duración del remojo, fuerza cáustica y temperatura. El tiempo y la temperatura requeridos para la esterilización de las botellas depende del contenido cáustico. La Asociación Nacional de Embotelladores de Bebidas Carbonatadas de los EUA, ha hecho es tudios muy profundos sobre los procesos de lavado de botellas, en los cuales se ha demostrado que las condiciones mínimas reconocidas para la limpieza y esterilización perfecta de las botellas son: (a) La so-

lución debe contener 3% de álcali total y no menos de 60% debe corresponder a sosa cáustica; (b) las botellas deben sumergirse no menos de 5 minutos en la solución limpiadora y esterilizante, y (c) la temperatura mínima de la solución de lavado debe ser de  $54^{\circ}\text{C}$ ; <sup>(1)</sup> esta tiene un efecto muy importante, pues si disminuye a  $44^{\circ}\text{C}$ , es necesario redoblar la concentración del cáustico; por otra parte, hay que evitar -- las temperaturas extremadamente altas porque el vidrio tiene una tolerancia limitada al choque térmico.

El envase procedente del mercado, es trasladado por transportadores a desempacadoras, donde la botella queda libre de su caja y en condiciones de ser alimentada a la máquina lavadora. En el primer tanque recibe un enjuague previo con agua tibia, la cual puede contener álcali, para remover materias extrañas. En los siguientes tanques, -- las botellas se lavan y esterilizan con sosa cáustica a presión, cuya concentración y temperatura aumenta y disminuye de uno a otro tanque. La transmisión de calor a las soluciones cáusticas se logra mediante el sistema de serpentines con vapor, instalados dentro de cada tanque. Finalmente viene el enjuague, etapa que fué ideada para remover las materias que hayan quedado en el envase y también para eliminar -- todo vestigio de cáustico y detergente. <sup>(7)</sup>

Cuando las soluciones lavadoras en los tanques de cáustico se debilitan y ensucian deben cambiarse, principalmente el primer tanque, que se contamina con mayor facilidad; cuando este se vacía, la solución de los otros puede ser bombeada al anterior, así, el último tanque estará mas limpio. Por otra parte, si la solución se pierde por derrames, o es acarreada por los envases de un tanque a otro, es necesario añadirle álcali para restaurarla a la fuerza estipulada.

Una botella queda tan limpia solamente como el agua del enjua-

gue, aún cuando esté estéril. Por ello en el "extremo limpio" de la lavadora debe usarse solo agua tratada a presión adecuada para el enjuague, con cepillos bien alineados.

Al salir la botella lavada y esterilizada, se lleva por transportadores hasta los inspectores o revisadores de botellas, quienes rechazan el envase que pudiera traer todavía impurezas. La botella seleccionada es la que llega a la máquina llenadora.

3.- Tratamiento de agua. Si el agua fuera pura, se solucionaría uno de los principales problemas de los embotelladores, así como el de otros industriales.

Las impurezas encontradas en el agua pueden ser divididas en dos clases, sólidos suspendidos y sólidos disueltos. Los primeros son aquellos que no se disuelven en el agua y que pueden ser removidos o -

TABLA 8

Normas para el agua empleada en la elaboración de  
refrescos carbonatados con sabor a fruta

	tolerancia máxima (ppm)	efecto tónico en la bebida
Alcalinidad	50	neutraliza ácido en la bebida
Sólidos totales	500	cloruros - sabor salado sulfatos - sabor salobre
Hierro o manganeso	0.1	manchas, decoloración, sabor censurable
Turbidez	5.0	sabor censurable y decoloración
Color	incolora	
Cloro residual	ninguno	sabor censurable
Olor y sabor	ninguno	sabor censurable
Materia orgánica	ningún contenido indeseable	acumulación de CO <sub>2</sub> en esta

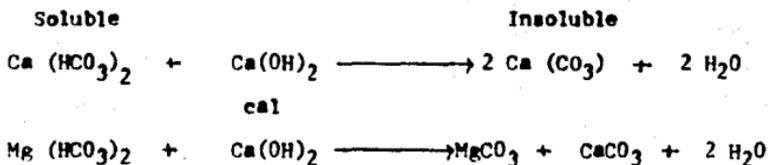
separados por la filtración; los sólidos disueltos son los que se disuelven naturalmente en el agua y que no pueden ser removidos por la filtración.<sup>(7)</sup>

El objeto del tratamiento del agua es el de remover las impurezas o reducirlas a un nivel que satisfaga las normas para el agua usada en los refrescos, que aparecen en la tabla 8.

A fin de satisfacer estas normas altas para el agua, las embotelladoras generalmente la someten a acondicionamiento mediante tratamientos como la precipitación química de los minerales, filtración para eliminar partículas, olores y sabores, y pulido.<sup>(3)</sup>

i) Tratamiento Químico (cal-coagulante-cloro).<sup>(7)</sup> Es un tratamiento combinado que emplea la cal para reducir la alcalinidad, el coagulante para la clarificación y el cloro para la materia orgánica, agregados al agua en forma continua a su paso por el tanque de retención, de acero inoxidable, previo a los filtros.

El calcio, el magnesio y otras sales son inconvenientes en el agua para la bebida porque imparten a esta una naturaleza alcalina que neutraliza los ácidos. Cuando la cal es añadida al agua en cantidades apropiadas, se precipita por sí sola y, además, precipita las sales solubles de calcio y magnesio que se hallan en el agua por tratarse.



Estos precipitados pueden removerse con facilidad mediante la sedimentación o filtración.

Debe mantenerse una proporción de cal adecuada a la alcalinidad, y a fin de que la reacción tome lugar en el menor tiempo posible, debe encontrarse presente un exceso de iones calcio, los cuales son suministrados por la dureza del agua cruda. Cuando la dureza es considerablemente inferior que la alcalinidad, es necesario incrementarla artificialmente mediante la adición de cloruro de calcio o sulfato de calcio.

La coagulación es un proceso mediante el cual las impurezas, como turbiedad y color, que se encuentran finamente divididas y capaces de permanecer en suspensión, se combinan por medios químicos con los sólidos recién precipitados para formar partículas de mayor tamaño, de densidad suficiente para asentarse en el agua. Los coagulantes químicos como el alumbre, aluminato de sodio y sulfato ferroso son los usados para asentar tales impurezas; cuando se añaden al agua forman flóculos gelatinosos que atrapan las impurezas suspendidas y se unen después, formándose partículas con suficiente densidad para asentarse en el tanque o para ser removidas en el filtro de arena. Esta acción remueve las impurezas suspendidas que no pueden removerse por la filtración si no son coaguladas.

La cloración consiste en añadir cloro al agua para obtener todas las ventajas de la acción química de la desinfección y la oxidación de las impurezas en el agua, como sabor, olor, color, hierro, manganeso y otras. Para hacer uso de las propiedades oxidantes del cloro y para ayudar en la función apropiada del sulfato ferroso, es necesaria una dosificación adecuada. El cloro bajo la forma de hipoclorito, es añadido al agua en cantidad suficiente para oxidar toda la materia orgánica, para precipitar todo el azufre suelto, reaccionar con el hierro presente en el agua o aquel que se introduzca para propósitos de

coagulación, dejando después un residuo de 5 a 8 ppm de cloro en el proceso de "supercloración". Para propósitos desinfectantes un cloro residual de 0.1 a 0.3 ppm es usualmente considerado como suficiente después de unos 10 minutos de contacto.

En aguas donde el contenido de minerales es alto, se emplean sustancias específicas para desmineralización, que remueven sulfatos y cloruros que imparten al agua un sabor salado o salobre.

La operación continua de la planta automática para el tratamiento químico del agua consiste en preparar soluciones de las sustancias químicas, la cal, el coagulante y el cloro, conocidas como "carga básica" y alimentarias al agua a tratarse en el tanque de retención mediante dispositivos de corriente constante, esto es, bombas proporcionales u orificios de corriente fija. El agua cruda se introduce a una velocidad fija y la carga básica es calculada para tratar un cierto volumen de agua.

(7)

11) Filtro de arena. Su acción consiste esencialmente en colar o separar la materia suspendida que no pasa por las aberturas de los granos de arena filtrante. Algunas veces la superficie de arena queda recubierta con el coagulante y forma una capa que atrapa o cuela las partículas más pequeñas.

Está constituido generalmente de 5 a 6 capas de grava, la más gruesa se encuentra en el fondo del aparato y la más fina en la parte superior, sobre la cual descansa un lecho de arena de graduación especial, de 24 a 36 pulgadas de espesor. El agua a filtrarse entra por la parte superior y en la entrada se emplea una placa deflectora para distribuir el agua uniformemente sobre el área filtrante. El agua filtrada es recolectada en el fondo por un sistema de tubos laterales, ideado para recoger el agua de toda el área en el fondo del filtro. Este sistema de tubos en el fondo se emplea también para distribuir -

uniformemente el agua a través del filtro durante el lavado a contracorriente, y se esteriliza con soluciones de cloro.

(7)  
 iii) Purificador de carbón activado. Se emplea para adsorber el cloro y otras sustancias químicas de naturaleza gaseosa que se encuentran disueltas en el agua. El carbón activado esta contenido en una cubierta del mismo diseño general que el filtro de arena, con revestimiento especial por ser muy corrosivo al acero inoxidable. En la cubierta se encuentra un lecho soporte de grava para la arena fina que sostiene al carbón activado en la parte superior. Está dotado también con una plancha deflectora para el agua y los sistemas laterales de tuberías. El carbón se halla activo mientras sus superficies están limpias, para remover sabor, olor y color del agua. Un purificador de carbón activado debe estar siempre precedido por un filtro de arena para que este remueva la materia en suspensión del agua antes de que pase por el lecho de carbón, protegiéndose así su actividad.

El purificador se lava a contracorriente con agua filtrada y se esteriliza con el objeto de prevenir el contacto prolongado entre el cloro y el carbón, porque se destruye su actividad, pero esterilizar al lecho soporte de grava, debajo del carbón, donde el cloro ya ha sido removido y hay posibilidad de que se desarrolle contaminación. Por lo tanto, se aplica la solución esterilizante de cloro empleando un indicador adecuado para saber cuando se eleva hasta el lecho soporte.

(7)  
 iv) Pulidores. El agua pasa a través de filtros pulidores o abrillantadores, los cuales están dotados con una materia filtrante de tela, algodón preparado, materiales de composición que contienen algodón, papel, etc. Son designados para filtración fina, secundaria a otros medios filtrantes. Se emplean para remover sedimento suelto, partículas de arena o carbón que puedan escapar de los filtros. El agua que

sale de estos se denomina agua purificada, porque ha quedado en condiciones de ser usada en sus dos puntos de consumo: Preparación de jarabes y embotellado.

El agua para embotellado pasa por un equipo Deaerador, donde está expuesta a un alto vacío que le extrae el aire, con el fin de que retenga una mayor cantidad de  $CO_2$  y evitar la tendencia a formación de espuma en la llenadora.

4.- Preparación de Jarabes. Esta es una de las operaciones más importantes de la planta embotelladora, tanto desde el punto de vista de la sanidad como del control de concentraciones. El objeto primordial es preparar un jarabe satisfactoriamente mezclado y terminado para producir bebidas uniformes de alta calidad. Los tanques y otros recipientes usados para ello están hechos de acero inoxidable, que es un material adecuado para ser utilizado con alimentos acidulados de manera que estos retengan su pureza.

El azúcar disuelto en agua, es comúnmente llamado jarabe simple, y es necesario mezclarlos en las proporciones establecidas a fin de que la solución final tenga la concentración deseada, que por lo general variará entre 45 y 65 por ciento de azúcar por peso, dependiendo de la fórmula individual. Dicha mezcla se logra dentro de un tanque fabricado totalmente de acero inoxidable. Cuando el azúcar ha quedado totalmente disuelto, el jarabe simple pasa a través de un filtro prensa de malla muy fina, cuyos elementos filtrantes están constituidos por "papel viscón" de 5 micras de porosidad, donde se retienen todas las impurezas que pudiera traer consigo el azúcar. La descarga de este filtro fluye por una tubería de acero inoxidable hasta los tanques de preparación y reposo. Cuando se añade el ácido al jarabe, se le da el nombre de jarabe acidulado, y cuando el jarabe está preparado por

completo mediante la adición y mezcla de los ingredientes restantes, se le da el nombre de jarabe terminado. Se completa la formulación --<sup>(7)</sup> aforando con la cantidad necesaria de agua. En este tanque se somete a agitación por una hora, después de la cual deberá permanecer 6 horas en reposo, antes de poder utilizarse, con el fin de eliminar el aire que adquirió con la agitación.

En conveniente medir cuidadosamente los ingredientes si se debe mantener uniformidad en el producto terminado. Para su preparación, se debe tener conocimiento de los siguientes datos:

- producción de bebidas en tamaño de botella
- densidad deseada en la bebida y cantidad de jarabe usado - por botella
- volumen y densidad de los jarabes terminados
- demanda de azúcar por cada lote de jarabe.

La medición de la fuerza o la concentración de los jarabes se basa en la gravedad específica, o sea, la proporción entre el peso de un volumen dado del jarabe y el peso del mismo volumen de una sustancia tomada como norma, usualmente el agua. El método mas simple para medir la gravedad específica, es el uso de un areómetro, instrumento que permite hacer determinaciones con rapidez, y al mismo tiempo, mantener un grado razonable de exactitud. Los mas familiares son el areómetro Brix y el areómetro Baumé. Ambos tienen escalas arbitrarias, pero existe una relación directa y definitiva entre la gravedad específica y estas lecturas.

El principio del areómetro es simple: Una varilla se hundirá en una solución hasta que desplace un volumen igual al peso de la varilla, dando una lectura en unidades a las cuales está calibrada, y que

debe tomarse a la temperatura a la que está calibrada, pues si se usa con jarabes calientes el areómetro rendirá una lectura baja, y con los jarabes fríos alta.

Generalmente se usa la designación Brix, que es el porcentaje de azúcar por peso total de jarabe, como una base para la preparación de jarabes y su dilución. Como el peso total del jarabe aumenta regularmente con el aumento del contenido de azúcar, el peso básico sobre el cual se calcula cada porcentaje no es el mismo, de manera que no podemos obtener las proporciones de un Brix a otro.

La preparación de un volumen determinado de jarabe simple a un Brix deseado es sencilla. Se busca en las referencias cual es el peso de azúcar que debe contener ese volumen de jarabe para obtener el Brix deseado. Conociendo la densidad correspondiente a ese Brix en tablas, se obtiene el dato del peso total correspondiente a dicho volumen y por diferencia con el peso del azúcar se obtiene el peso del agua que debe añadirse al azúcar.

La dilución de un jarabe de existencia a la fuerza de la bebida es el primer problema de cambio de concentración. Conociendo el Brix del jarabe y el Brix final deseado en la bebida, es cosa fácil ajustar el tiraje (porción de jarabe) a cualquier tamaño de botella. Existen tablas que relacionan el Brix con el peso de azúcar por unidad de volumen de jarabe y la bebida. Usando estos dos valores, obtenemos una proporción de dilución <sup>(7)</sup> R. Por consiguiente:

$$R = \frac{\text{libras de azúcar / galón en la bebida}}{\text{libras de azúcar / galón en el jarabe}}$$

Teniendo este valor, podremos calcular el tiraje de la siguiente manera:

Tiraje = (R) (Tamaño de botellas en volumen)

Otro problema que se presenta es la dilución de un jarabe en existencia a un Brix mas bajo, el cual se resuelve estableciendo primero una proporción de dilución <sup>(7)</sup> D entre el jarabe mas concentrado y en jarabe diluido, tendremos:

$$D = \frac{\text{libras de azúcar / galón jarabe concentrado}}{\text{libras de azúcar / galón jarabe diluido}}$$

Teniendo esta proporción, el volumen al cual se diluirá el jarabe será:

Volumen de jarabe diluido = D (Volumen de jarabe concentrado)

la diferencia de volumen corresponde al agua que debe añadirse.

El jarabe se puede preparar por el método conocido como "Proceso Frio", que consiste en mezclar el azúcar con el agua a temperatura ambiente, sin la adición del ácido o con este, a fin de obtener un efecto preservativo contra los microorganismos. Se ha demostrado que los jarabes de alta densidad poseen una acción retardante definitiva al desarrollo de microorganismos, especialmente si se almacenan por unas cuantas horas o durante la noche, que se incrementa si se adiciona el ácido.

Con el "Proceso en Caliente" los jarabes se calientan por medio de una camisa de vapor o un serpentín de vapor en el interior del tanque, para facilitar la disolución del azúcar y destruir los microorganismos. Este proceso es benéfico cuando se van a almacenar los jarabes por varios días.<sup>(7)</sup>

La preparación de los jarabes debe ser muy escrupulosa, porque las propiedades duraderas del producto terminado dependen de ingredientes completamente exentos de microorganismos que ocasionen dete-

rioro.

5.- Mezcla del Producto. Las bebidas se producen por el proceso de premezclado o el proceso de prejarabe.

En el proceso de embotellado de prejarabe, la cantidad medida de jarabe se coloca en la botella recién lavada cuando pasa a través del dosificador de jarabe y después de esto las botellas se llevan a la llenadora donde se agrega agua carbonatada. Se mantiene una presión constante a medida que las botellas se mueven a la cerradora para evitar la pérdida de  $\text{CO}_2$ . El proceso se completa con una etapa de agitación y mezclado después de la cual sigue la inspección.

En el sistema de premezclado, se miden automáticamente los volúmenes adecuados de jarabe y agua para cada botella en un sistema de medida continua. Estos volúmenes se mezclan, enfrían y carbonatan y la bebida carbonatada que se obtiene de esta forma se bombea hasta la máquina llenadora donde se alimenta a las botellas que se llevan a la cerradora. En este proceso no se requiere la etapa del mezclado. (1) Este es el sistema que actualmente se lleva a cabo en las embotelladoras, y todo el equipo y tuberías por donde pasa el agua, jarabe y el producto es de acero inoxidable.

El equipo destinado a la mezcla del producto se conoce con el nombre de Flo-mix y consta de dos vasos proporcionadores cuyas capacidades dependen de la relación en que se mezclan agua y jarabe. Estos últimos son bombeados del desareador y del tanque de jarabe terminado respectivamente, a los vasos proporcionadores, por bombas que se activan al mismo tiempo y mantienen los niveles iguales. Los vasos tienen una mirilla y un dispositivo automático para arrancar las bombas cuando se han vaciado a un cierto nivel. Cada vaso tiene en el fondo una placa con un orificio de un diámetro determinado por donde el agua y

el jarabe salen en la proporción correspondiente a la bebida, y además cuenta con un regulador para afinar dicha proporción de acuerdo al Brix deseado. Estas salidas comunican a una tubería común, donde agua y jarabe se mezclan, y el producto es bombeado al Carbo-cooler.

6.- Enfriamiento y carbonatación. La carbonatación consiste en incorporar suficiente  $\text{CO}_2$  a la bebida, a fin de que cuando se sirva el producto deje escapar el gas bajo la forma de burbujas finas y para que tenga ese sabor picante característico de las bebidas carbonatadas.

El  $\text{CO}_2$  se disuelve en el producto en cantidades que varían con la temperatura y la presión bajo las cuales se mantiene la mixtura, de tal forma que la cantidad de gas que absorbe el producto aumenta directamente con el aumento de la presión o con la reducción de la temperatura. Las cantidades de gas disuelto o contenido en solución son conocidas como volúmenes. Cuando un volumen de gas  $\text{CO}_2$  medido bajo las condiciones estandar para los gases, se disuelve en el mismo volumen dado de un líquido, dicho líquido contiene un volumen de gas  $\text{CO}_2$ . Por consiguiente, la carbonatación depende de los factores presión y temperatura, y puede ser medida por medio de un manómetro, un termómetro y una tabla especial que relaciona estas dos lecturas dando los volúmenes de  $\text{CO}_2$  correspondientes.

Para obtener una mayor uniformidad de la carbonatación, debe enfriarse el líquido antes de someterlo a una atmósfera de  $\text{CO}_2$ , y para obtener las cantidades necesarias de  $\text{CO}_2$  en solución presentes en una buena bebida, se emplea el dispositivo mecánico llamado carbonatadora. La saturación de  $\text{CO}_2$  y la temperatura de la bebida se regulan de tal forma que las pérdidas que obtiene en el flujo no dañen los atributos establecidos como norma de calidad; así, las presiones que em-

plea son generalmente mas altas que las encontradas en la botella llena a la misma temperatura, debido a pérdidas durante la operación.

Un equipo disponible a la industria, combina dos operaciones, refrigeración y carbonatación, en un solo aparato, el Carbo-cooler, diseñado para producir un producto uniformemente carbonatado, mediante el enfriamiento eficiente de la bebida a unos  $2^{\circ}\text{C}$  bajo un ambiente de  $\text{CO}_2$  cuidadosamente controlado. <sup>(7)</sup>

Consiste en un tanque de acero inoxidable que soporta altas presiones, suministradas por el  $\text{CO}_2$ , y con un aislamiento para retener bajas temperaturas, que son los requerimientos para enfriar y carbonatar la bebida.

La mezcla procedente del Flo-mix, es inyectada a la parte superior del Carbo-cooler, en donde es internamente recibida en una charola que contiene pequeños orificios, los cuales la distribuyen uniformemente entre una serie de placas de enfriamiento verticales, con formas concavas y convexas para aumentar la superficie de contacto y hacer mas lento el flujo. Al contacto con estas, la bebida adquiere la temperatura óptima, que es de  $2^{\circ}\text{C}$ , para saturarse del  $\text{CO}_2$  a que ha sido presurizado el tanque. La carbonatación es progresiva y continua, porque las superficies continuamente cambiables del líquido que se obtienen cuando pasa entre las placas enfriadoras están siempre expuestas al  $\text{CO}_2$ .

Una vez enfriada y carbonatada la bebida, se acumula en el fondo del tanque, que mantiene un control de alto y bajo nivel para la operación automática de este equipo, y es bombeada a la máquina llenadora en el volumen requerido.

7.- Llenado. En la evolución de la producción de bebidas carbonatadas han aparecido llenadoras mas rápidas y mejoradas, de cabeza--

les múltiples capaces de producir mas de 1200 botellas por minuto. -- Para incrementar el número de cabezales para el llenado y entaponado, se desarrollaron equipos rotatorios, los cuales se prestan a un funcionamiento uniforme.

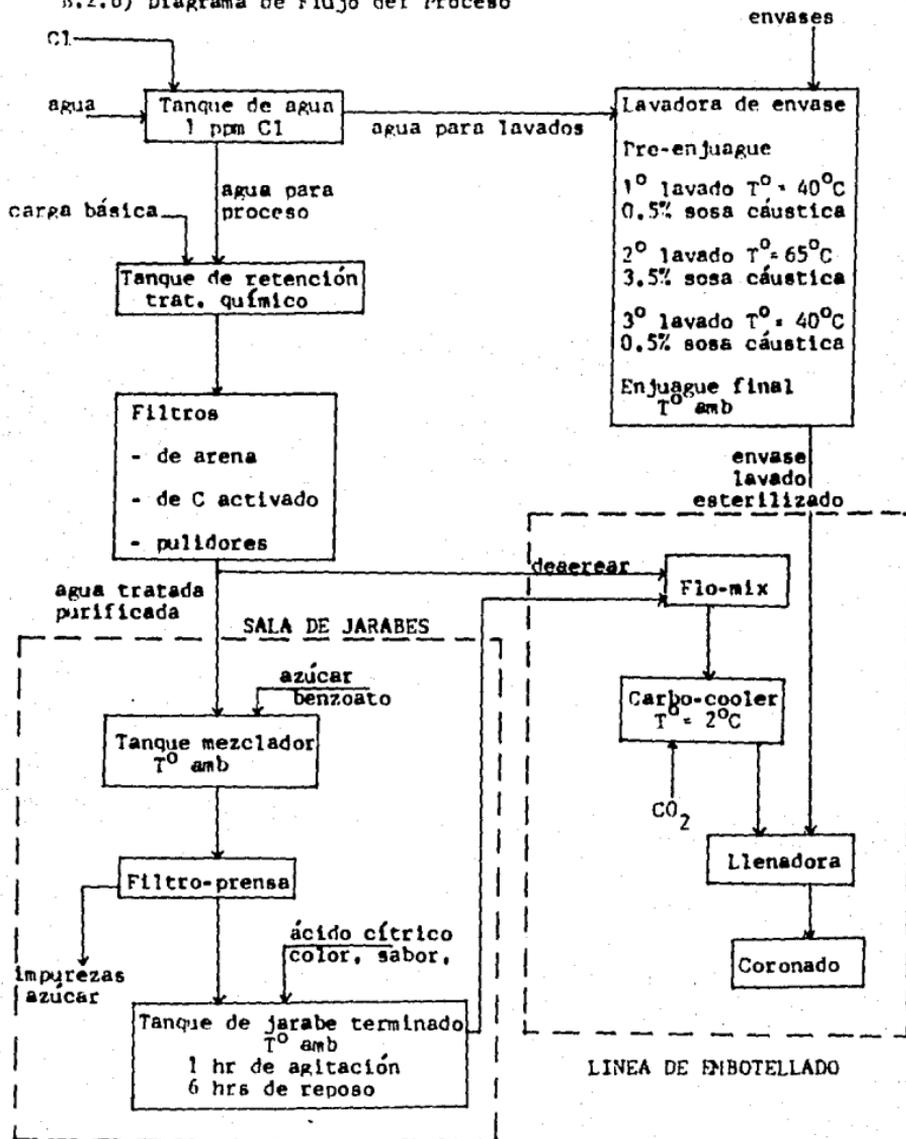
Los cabezales llenadores reciben la bebida carbonatada del fondo del carbo-cooler. Las botellas son selladas a las válvulas llenadoras y la bebida carbonatada entra a la botella, fluyendo por gravedad, -- desplazando el aire de la botella, que sale a la parte superior de la llenadora. Cuando se obtiene el nivel apropiado, se suspende la corriente y la botella es removida de la válvula y transferida a la tapadora.

8.- Coronado. La tapadora está equipada con una tolva, selector de coronas y alimentador. Un disco rotatorio alimenta directamente -- las botellas que salen de la llenadora a la tapadora. Las guías de alimentación de botellas son flexibles para evitar que una botella mal colocada se rompa. En la tapadora se ejerce una presión de cierre que no puede exceder de un máximo predeterminado.

La rueda-estrella de descarga, mueve las botellas coronadas al transportador para la inspección final.

(7)

## B.2.b) Diagrama de Flujo del Proceso



### B.3.- Envase de vidrio.

El vidrio es uno de los primeros materiales sintéticos usados para la fabricación de envases. Se forma a partir de una mezcla bien regulada de arena, ceniza de sosa, piedra de cal, con la siguiente fórmula cualitativa:  $(SiO_2)_a (Na_2O)_b (CaO)_c$ , y otros materiales, fundidos mediante el calentamiento a unos  $1535^{\circ}C$ . Después de la formación, los envases se envían a través de hornos de templado para dar resistencia al vidrio. <sup>(3)</sup>

Su característica mas importante es su inalterabilidad e inercia química; este hecho convierte al vidrio en un material idoneo para el envasado de alimentos, con las mejores garantías de calidad y salubridad. Además, cabe citar la total impermeabilidad a la humedad, gases y aromas, la indeformabilidad, la resistencia a presiones internas elevadas y a los pesos verticales, la facilidad de cierre y apertura de los envases, la gran versatilidad de formas, así como la transparencia, que permite observar el aspecto y el estado de conservación del alimento envasado. También se puede recurrir a la utilización de vidrios coloreados, para lo cual se añaden diversos óxidos metálicos a la carga, de fierro, manganeso, níquel, cromo, etc. <sup>(2)</sup>

Estas cualidades lo hacen de indudable interés práctico, pero también presenta inconvenientes que deben tomarse en cuenta, como la fragilidad, su baja resistencia a los choques térmicos y mecánicos, por lo que su manipulación debe ser muy cuidadosa. <sup>(9)</sup>

El vidrio es un material quebradizo, que se rompe súbitamente, aún sin sufrir ninguna deformación previa, como consecuencia de fuerzas de tensión. Aparte de la influencia ejercida por la composición química, la forma, tiempo y temperaturas empleados en la formación, templado y enfriamiento de botellas, así como otras prácticas de pro-

ducción, la susceptibilidad del vidrio al quebrantamiento, se puede reducir por medio de la selección correcta del grosor del envase y los tratamientos de recubrimiento.<sup>(3)</sup>

Los recubrimientos son generalmente a base de ceras y silicones especiales que dan lisura al exterior del envase de vidrio, lo cual disminuye el quebrantamiento por impacto, ya que las botellas se resbalan una sobre otra en lugar de golpearse cuando están en las líneas de embotellado de alta velocidad, además los protege de pequeños rasguños que después constituyen los puntos débiles en que se originan muchos de los quebrantamientos provocados por presión interna o choque térmico. También mejora la apariencia de los envases, dándoles más brillo y se asegura que disminuye el ruido producido por el contacto entre botellas en las líneas de embotellado.

Por lo referente a los choques térmicos, es recomendable reducir las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior de los envases de vidrio; algunos fabricantes recomiendan que esta diferencia no exceda a 27°C. Durante el lavado y esterilizado, es preciso que los envases se calienten y se enfríen progresivamente, para evitar los choques térmicos.<sup>(3)</sup>

A pesar de estos inconvenientes, los envases de vidrio ocupan un lugar muy importante en la industria alimentaria, con un crecimiento constante de su utilización.

La corcholata común de una botella de soda es la parte más fuerte del recipiente. Esta tiene una función selladora, previene el derrame del producto.<sup>(2)</sup>

### III.- DESARROLLO DEL PRODUCTO

#### A.- Balanceo de Fórmulas.

Se realizaron pruebas para determinar la mejor formulación de la bebida sin carbonatar, es decir, aquella que posea un sabor bien definido a naranja con el mayor porcentaje de suero; para el sabor a naranja y el color se usó un concentrado de aceite esencial de naranja al 5% con colorante.

Debido a que las moléculas de alto peso molecular del suero son poco solubles, lo cual es probablemente ocasionado por el tratamiento térmico al que es sometido durante el proceso de secado o al efecto de la acidez sobre los restos de caseína, al dejar en reposo la bebida tienden a formar agregados y sedimentarse. Para disminuir lo anterior se adicionó goma arábiga, que con su capacidad viscosante da mayor uniformidad a la bebida, disminuyendo la formación de sedimento.

La composición de la fórmula óptima es aproximadamente:

agua	83.19 %
azúcar	10.40
suero en polvo	3.86
ácido cítrico	0.60
concentrado	0.90
goma arábiga	1.00
benzoato de sodio	0.05

y presenta las siguientes características fisicoquímicas

sabor	definido a naranja
olor	definido a naranja
color	naranja ( $T = 81\%$ a $\lambda = 470 \text{ nm}$ )
pH	3.0
Brix	15.75
Densidad	1.06426

### B.- Carbonatación.

Con la carbonatación de la bebida se espera obtener un producto más refrescante. Para realizarla, es necesario preparar un jarabe que contenga todos los ingredientes cuidadosamente medidos en un volumen reducido de agua, el cual se combinará más tarde con agua carbonatada en la proporción establecida. Para hacer la combinación se empleará un Post-mix, que es un aparato proporcionador usado en las cafeterías para preparar refrescos, mediante el proceso de Pre-jarabe. En el caso de este producto, el jarabe se mezclará en proporción 1:3 con agua carbonatada.

#### B.1.- Determinación del Brix del jarabe terminado.

Para preparar el jarabe, se tomará como base la obtención de 50 unidades de producto terminado con un Brix de 15,75.

$$\begin{aligned} \text{Volumen total de producto terminado} &= (\# \text{ unidades}) (\text{ contenido}) \\ &= (50) (355 \text{ ml}) \\ &= 17,750 \text{ ml} \end{aligned}$$

De este volumen, una cuarta parte corresponde a jarabe terminado y las tres cuartas partes restantes a agua carbonatada.

$$\text{Volumen de jarabe terminado } 17,750 \text{ ml} \times \frac{1}{4} = 4,437.5 \text{ ml}$$

$$\text{Volumen de agua carbonatada } 17,750 \text{ ml} \times \frac{3}{4} = 13,312.5 \text{ ml}$$

La cantidad de ingredientes correspondiente a 17,750 ml de producto terminado es:

Ingrediente	g / 17,750 ml
agua	15,713.3
azúcar	1,965.2
suero en polvo	729.0
ácido cítrico	114.1
concentrado	169.3
goma arábiga	190.2
benzoato de sodio	9.5

La densidad del agua es 1.0, (<sup>(8)</sup>  $\rho = P \text{ esp.}$ ), por lo tanto son 15,713.3 ml de agua; de este volumen, 13,312.5 ml serán de agua carbonatada y el resto del agua, 2,400.8 ml se usarán en la preparación de jarabe.

Peso total del jarabe = g(agua para jarabe) + g(demás ingredientes)  
 = 2,400.8 g + 3,177.3 g = 5,578.1 g

$$\rho_{\text{jarabe}} = \frac{m}{v} = \frac{5,578.1 \text{ g}}{4,437.5 \text{ ml}} = 1.25704$$

Una densidad de 1.25704 equivale a 54.52<sup>o</sup> Brix. <sup>(6)</sup>

#### B.2.- Preparación del jarabe para carbonatar.

1.- Medir perfectamente las cantidades de ingredientes, incluyen do el volumen de agua para jarabe.

2.- Precalear el agua para jarabe.

3.- Disolver la goma arábiga en un 20% del agua precalentada, -- con agitación.

4.- Mezclar el azúcar, el suero en polvo y el benzoato de sodio y agregarlos a un 70% del agua precalentada, agitando perfectamente.

5.- Agregar la goma arábiga al jarabe anterior, continuando la a

agitación hasta que sea homogéneo.

6.- Pasteurizar el jarabe a  $63^{\circ}\text{C}$  por 30 minutos y filtrar para eliminar impurezas.

7.- Enfriar y agregar el ácido cítrico y el concentrado.

8.- Aforar con agua al volumen correspondiente de jarabe terminado.

9.- Medir el Brix del jarabe para ver si es correcto o si debe ajustarse la proporción jarabe:agua carbonatada.

El jarabe debe ser enfriado a una temperatura cercana a  $2^{\circ}\text{C}$  para combinarse con agua carbonatada en el Post-mix, evitando así la pérdida de  $\text{CO}_2$ , ya que este es más soluble a baja temperatura.

La dilución del jarabe con agua carbonatada se recibe en el envase e inmediatamente se sella con la corcholata.

B.3.- Determinación del nivel de carbonatación.

La presencia de sedimento en el producto afecta la carbonatación ya que las partículas coloidales constituyen núcleos para la acumulación de  $\text{CO}_2$ , y su liberación de la solución; esto provoca derramamiento del líquido en el llenado o cuando se abren las botellas. El  $\text{CO}_2$  que se acumula en el sedimento ayuda a resuspenderlo al abrir la botella, pero para prevenir el derrame del producto se probaron varios niveles de carbonatación, resultando adecuados de 2.0 a 2.5 volúmenes de  $\text{CO}_2$ .

C.- Proceso de Elaboración de la Bebida Carbonatada.

C.1.- Programa de preparación de jarabe.

En la industria embotelladora, las líneas de embotellado actuales son capaces de elaborar 1200 o más unidades de producto terminado por minuto, para lo cual se preparan diariamente grandes cantidades de jarabe, en tanques de gran capacidad. Para ello cuentan con una

formulación para preparar un determinado volumen de jarabe terminado calculado para una cierta producción, preparándose siempre múltiplos de dicho volumen. Para este caso, la fórmula base se calculó para - - 560 l de jarabe terminado, para obtener aproximadamente 6300 unidades de producto terminado.

Fórmula para preparar 560 litros de jarabe terminado.

Tanque mezclador

agregar

227 l agua (75% del total)  
248 Kg azúcar  
1.2 Kg benzoato de sodio  
381.83 l volumen jarabe simple  
52.21 °Brix jarabe simple

agitar hasta completa disolución, filtrar y pasar al tanque de pasteurización.

agregar

92 Kg suero en polvo  
24 Kg goma arábica  
60 l agua (20% del total)

agitar y pasteurizar; enfriar y pasar al tanque de jarabe terminado

agregar

14.4 Kg ácido cítrico  
21.36 Kg concentrado  
560 l jarabe terminado  
54.52 °Brix jarabe terminado

C.2.- Proceso de Preparación del Jarabe.

La preparación del jarabe debe incluir una pasteurización, porque aunque el suero en polvo fué sometido a un tratamiento térmico en

su procesamiento, pudo sufrir contaminación en su manejo posterior; - esta se realiza antes de adicionar el concentrado al jarabe, para evitar la pérdida de los componentes volátiles por el calor.

1.- Aforar el tanque de mezclado a un 75% del volumen de agua. Este tanque debe tener una turbina al fondo para agitación.

2.- Preparar el jarabe simple vaciando el azúcar y el benzoato de sodio al agua del tanque de mezclado, agitando aproximadamente una hora hasta su completa disolución.

3.- Filtrar para eliminar las impurezas del azúcar en el jarabe simple usando un filtro-prensa con papel filtro de 5% de porosidad.

4.- Pasar el jarabe simple filtrado al tanque de pasteurización, el cual debe ser una tina de doble pared calentada mediante vapor, con turbina al fondo para agitación.

5.- Añadir al jarabe simple filtrado el suero en polvo y la goma arábiga a través de un cedazo de acero inoxidable de un número de malla que retenga sus impurezas, y un 20% más del volumen de agua.

6.- Agitar hasta que el jarabe sea homogéneo y pasteurizarlo a 63°C por 30 minutos.

7.- Enfriar el jarabe pasteurizado y pasarlo al tanque de jarabe terminado.

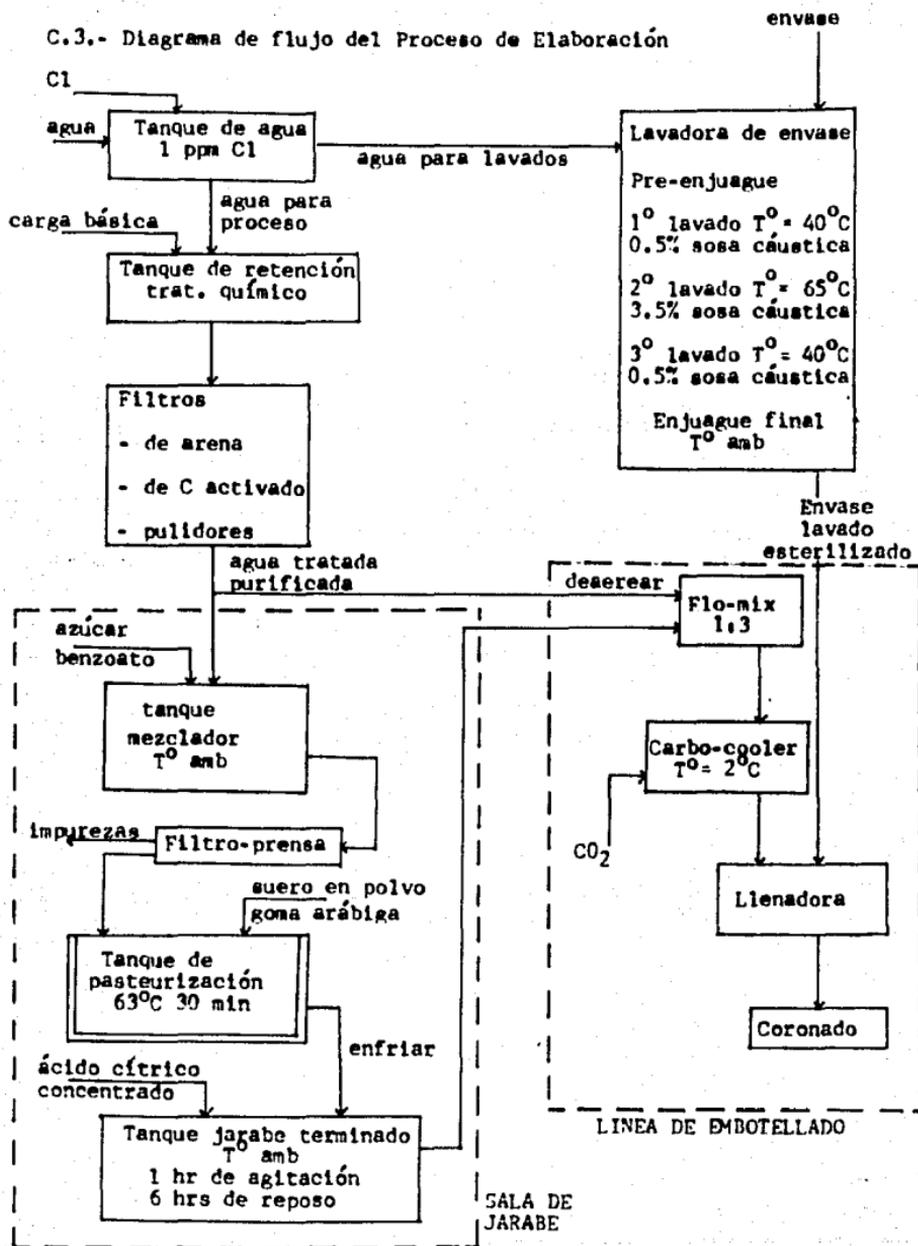
8.- Añadir al jarabe pasteurizado el ácido cítrico y el concentrado a través de un cedazo de acero inoxidable y aforar con agua al volumen correspondiente de jarabe terminado.

9.- Comenzar agitación, que debe durar una hora para asegurar la homogenización completa de sus ingredientes.

10.- Suspender agitación y dejar reposar durante 6 horas, para que escape el aire que se incorporó en el mezclado.

11.- Después del reposo, el jarabe está listo para pasar al embotellado.

## C.3.- Diagrama de flujo del Proceso de Elaboración



## D.- Presentación y etiqueta.

La figura 1 muestra la etiqueta de la bebida, en presentación de 355 ml.

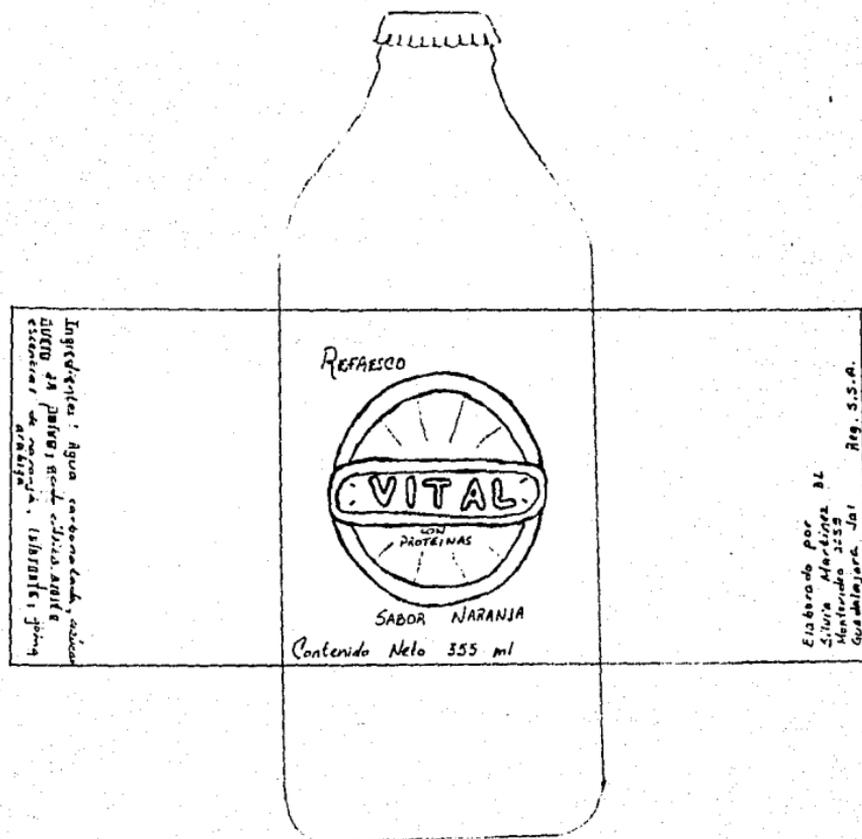


Fig. 1

## IV.- RESULTADOS

## A.- Estudio Nutricional.

Para conocer la composición del suero en polvo usado, se rehidrató con agua destilada, dando una acidez de 0.17%, por lo cual corresponde a la del lactosuero obtenido por cuajo (tabla 4):

agua	4 %
lactosa	72 %
materias nitrogenadas	13 %
materias minerales	9 %
ácido láctico	2 %

Los ingredientes de la bebida que contribuyen con aporte nutricional y calórico son el suero en polvo y el azúcar refinada, de los cuales se encuentran 14.58 y 39.30 gramos respectivamente en la presentación de 355 ml.

## A.1.- Aporte nutricional.

La tabla 9 muestra el valor nutritivo de la bebida carbonatada enriquecida con suero lácteo, en comparación con un refresco promedio de 13°Bx:

TABLA 9

Comparación del valor nutritivo de la bebida carbonatada enriquecida con suero lácteo, con un refresco promedio					
	E (Kcal)	Proteínas (gr)	Carbohidratos (gr)	Minerales (gr)	Vit. (mg)
Bebida enriquecida	206.72	1.89	49.79	1.31	21.2
Refresco promedio	192.0	-	48.0	-	-

Su contenido de vitaminas se calculó con referencia a la tabla 3.

La calidad de las proteínas depende de su composición de amino-

ácidos indispensables y de su digestibilidad, que es una medida de la capacidad con que el cuerpo humano los metaboliza y obtiene el mayor provecho de ellos (tabla 2). La FAO recomienda un consumo mínimo por día de los aminoácidos esenciales y además ha establecido la composición de aminoácidos de una proteína patrón con la cual se pueden comparar otras proteínas. (4) La tabla 10 compara el contenido de aminoácidos esenciales en la proteína de referencia con la de la leche y el suero deshidratado, así como el contenido de estos en la bebida enriquecida y en el mismo volumen de leche.

TABLA 10

Aminoácidos	g. aac. / 100 g. proteína			g. aac. / 355 ml	
	Suero de leche deshidratado	Leche	Referencia	Bebida enriquecida	Leche
Isoleucina	5.60	6.4	4.0	0.106	0.820
Leucina	8.70	9.9	7.0	0.164	1.269
Lisina	8.10	7.8	5.5	0.153	1.00
Metionina + cistina	3.24	3.3	3.5	0.061	0.423
Fenilalanina + tirosina	3.36*	4.9	6.0	0.063*	0.628
Treonina	5.90	4.6	4.0	0.111	0.590
Triptófano	1.20	1.4	1.0	0.023	0.179
Valina	5.50	6.9	5.0	0.104	0.885

\* corresponde solo a Fenilalanina

suero de leche deshidratado (4)

leche y referencia (9)

En la bebida enriquecida se encuentran presentes todos los aminoácidos esenciales de la proteína de referencia.

#### A.2.- Aporte calórico.

Para determinarlo, se consideró el contenido de carbohidratos y de proteínas, ambos con un valor calórico de 4 Kcal / g.<sup>(4)</sup>

Los carbohidratos representan la principal fuente de energía para la producción de calor corporeo, la síntesis de tejidos y la ejecución de trabajo;<sup>(17)</sup> su alto contenido en la bebida permite que las proteínas puedan ser utilizadas en forma eficiente por el consumidor, evitando que los aminoácidos se utilicen como fuente de energía.

#### B.- Estudio Económico.

Los costos correspondientes a los ingredientes y producción de cada unidad de producto, vigentes a la fecha, Febrero de 1987, son:

Ingrediente	g / unidad	costo
azúcar	39.30	\$ 7.86
suero en polvo	14.58	6.95
ácido cítrico	2.28	4.62
goma arábiga	3.80	15.20
benzoato de sodio	0.19	0.33
concentrado	3.38	8.07

costo aproximado de

producción

20.00

costo de corcholata

4.50

\$ 67.53 por unidad

### C.- Estudio de Aceptación.

Se realizó un estudio para determinar el grado de aceptación de la bebida entre niños y adultos. Los atributos que se calificaron fueron sabor y apariencia del producto refrigerado, obteniendo los siguientes porcentajes de aceptación:

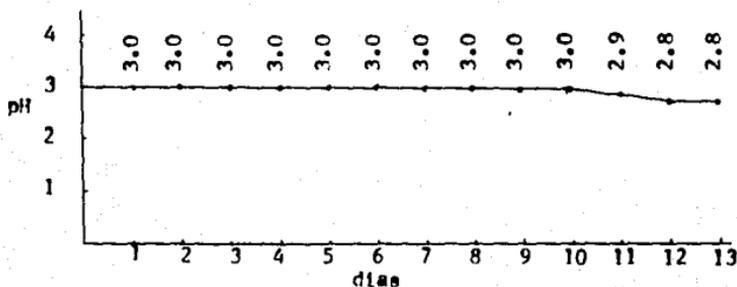
	Niños	Adultos
Sabor	90 %	70 %
Apariencia	90 %	70 %

En general les parece agradable su sabor a naranja, dulce y refrescante. Algunos adultos opinaron que su sabor es un poco artificial, percibiendo levemente el sabor a suero.

### D.- Vida de Anaquel.

La bebida puede sufrir cambios indeseables en la apariencia, color, sabor y olor, que pueden ser físicos, como los causados por la luz solar y la temperatura; químicos, como los causados por la alcalinidad, los minerales o la reacción del cloro, o los causados por el crecimiento de los microorganismos o la acción de las enzimas que se encuentran naturalmente en los alimentos. (7)

Para determinar la vida de anaquel del producto, se midió su pH cada día después de su elaboración, mantenido a temperatura ambiente y en refrigeración, obteniendo los datos que aparecen en la gráfica:



Estos resultados se obtuvieron manteniendo el producto en refrigeración ( $T^{\circ} = 10^{\circ}\text{C}$ ) y a temperatura ambiente ( $T^{\circ} = 21^{\circ}\text{C}$ ), y de acuerdo con ellos, a 10 días de elaborado, el producto marca una ligera variación de pH no significativa, por lo cual habría que controlar con - - tiempo continuo, para poder obtener datos que permitan establecer su vida de anaquel.

## V.- CONTROL DE CALIDAD

A fin de conservar la uniformidad y calidad de la bebida, es indispensable establecer normas adecuadas y mantenerlas tan rigurosamente como sea posible.

El control apropiado debe llevarse en el tratamiento de agua, en la materia prima, la preparación del jarabe, en el producto terminado, el lavado de botellas, la sanidad de la planta y un control bacteriológico.

### A.- Tratamiento del agua.

1.- Al inicio de la jornada debe comprobarse que el agua de la salida del purificador de carbón es insípida, inodora e incolora, para que pueda ser utilizada en el proceso.

2.- Cloro: un residuo de 6 a 8 ppm de cloro se conserva en el agua tratada antes de que pase al purificador. Después de este aparato no debe haber cloro en el agua porque causa cambios radicales e indeseables en el producto; produce olores y sabores desagradables de 3 maneras: a) por sí solo; b) al combinarse con impurezas orgánicas e inorgánicas y c) al destruir los olores y sabores delicados. Como es un material blanqueador fuerte, hace que se pierda el color de la bebida. Para comprobar su presencia se realiza la prueba de color con ortotolidina; esta solución al contacto con el cloro toma un color amarillo, cuya intensidad es proporcional a la concentración.

3.- Alcalinidad: Se debe principalmente a la presencia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. Se debe remover la alcalinidad en exceso de 50 ppm porque neutraliza al ácido que se usó para producir un sabor atractivo al producto, dejándolo dulce e insípido y perdiendo efectos preservativos. Esto se logra mediante el tratamiento con cal; para determinar si ha sido adecuado su tratamiento químico, se

realiza la prueba química para la alcalinidad; Se titulan 50 ml de agua con ácido sulfúrico 0.1 N y se obtiene

Alcalinidad P: Se usa como indicador fenolftaleína, se titulan la mitad de los carbonatos y los hidróxidos (pH = 8.3).

$$P \text{ (mg CaCO}_3\text{/ l)} = \text{ml H}_2\text{SO}_4 \text{ 0.1 N} \times 100$$

Alcalinidad M: Se añade a la misma muestra anaranjado de metilo, se titulan la otra mitad de los carbonatos y los bicarbonatos (pH = 4.3).

$$M \text{ (mg CaCO}_3\text{/ l)} = \text{ml}_T \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ 0.1 N} \times 100$$

Estos resultados permiten ajustar la cantidad de cal que debe alimentarse al agua cruda, empleando la fórmula  $2P - M = A$ . La alcalinidad P debe ser ligeramente mayor de 1/2 alcalinidad M y la alcalinidad M o total no debe exceder de 50 ppm. Si A es menor que 2 ppm, se aumenta la cantidad de cal y si es mayor que 7, se disminuye.

La dureza total H no es necesario determinarla a menos que se esté usando cloruro de calcio en el tratamiento de agua:

si H es menor que M, usar mas cloruro de calcio

si H es mayor que M, usar menos cloruro de calcio.

4.- Sólidos totales: Cuando su contenido es mayor de 500 ppm, el agua posee un sabor salado o salobre; su reducción es por métodos que dependen de su naturaleza; en muchos casos se reducen con los tratamientos para reducir la alcalinidad.<sup>(7)</sup>

B.- Control de la materia prima.

Al adquirir todos los ingredientes deben almacenarse en lugares frescos y oscuros, en sus recipientes o bolsas originales herméticamente cerrados, y tomarse precauciones durante su manejo. Deben adquirirse solamente cantidades limitadas para evitar el almacenamiento --

prolongado, especialmente del concentrado.

1.- Azúcar: Sus impurezas causan, definitivamente, malos sabores y sedimentos en la bebida, además de ser responsables de errores en el Brix de los jarabes. Por ello es necesario determinar su contenido de impurezas al recibirla y rechazarla si es elevado, reduciendo así la necesidad de hacer ajustes de Brix al preparar el jarabe simple. Por ser uno de los ingredientes mas importantes, no solo en cantidad sino tambien por su contribución al sabor, calidad y valor calórico, debe almacenarse adecuadamente para evitar el desarrollo de levaduras y otros organismos.

2.- Suero en polvo: Es importante considerar su acidez, contenido de impurezas y restos de caseína. Siempre quedan residuos de caseína al elaborar el queso; la acidez de la bebida causa su precipitación, formando sedimento.

En EUA, el grado de calidad Extra para el suero en seco se determina en base al sabor, presentación física, estimación bacterial, contenido de grasa de leche y humedad:

2.a) sabor: Tendrá un sabor normal de suero, libre de sabores indeseables, porque puede poseer los siguientes sabores en un grado leve: apropiado, fermentado, almacenaje y utensilio, y los siguientes a un grado definitivo: forraje y herboso.

2.b) Apariencia física: Tiene un color uniforme y es de flujo libre, libre de bolas que no se rompan con una presión mínima y practicamente libre de partículas oscuras visibles.

2.c) Estimación bacterial: No mas de 50,000 por gramo en una placa de cuenta estandar.

2.d) Coliformes: No mas de 10 por gramo.

2.e) Contenido de grasa de leche: No mas de 1.50 por ciento.

2.f) Contenido de humedad: No mas de 5.0 por ciento. (16)

Pueden buscarse estas características en el suero usado como ingrediente para la bebida.

### C.- Preparación del Jarabe.

El control apropiado de los jarabes consiste en regular las cantidades de todos los ingredientes usados, así como los procedimientos de manufactura a fin de que el producto terminado tenga siempre las mismas cantidades de ingredientes. (7)

#### 1.- Pruebas al jarabe simple.

1.a) Filtración: La filtración del jarabe simple debe eliminar completamente las impurezas del azúcar. Para determinar si esta fue adecuada, se centrifuga una muestra del jarabe simple filtrado que pasó al tanque de pasteurización, si se forma algún precipitado, se debe recircular al filtro-prensa.

1.b) Determinación del Brix y volumen: Para asegurar que el jarabe terminado tendrá la cantidad correcta de azúcar, por cada 560 l de este se deben preparar 382 l de jarabe simple a 52.21° Bx. Si el jarabe simple está bajo de Brix, es necesario ver si es porque se tiene mayor volumen, o en caso contrario, debe vaciarse mas azúcar al tanque mezclador.

2.- Pasteurización del Jarabe. Debe mantenerse la temperatura de 63°C durante los 30 minutos para asegurar la destrucción de posibles contaminantes del suero, con una buena agitación que garantice que todo el jarabe está expuesto a la misma temperatura y que ayude a obtener un jarabe homogéneo.

#### 3.- Jarabe terminado.

3.a) Tiempo de agitación y de reposo: Una hora de agitación es sufi-

ciente para obtener un jarabe uniforme, después de la cual debe permanecer 6 horas en reposo para permitir que escape el aire adquirido, y que puede causar baja retención de gas carbónico, descompensar la proporción jarabe:agua y formar espuma en la llenadora.

3.b) Pruebas para pasar al embotellado:

1) Determinación del Brix: Para combinarse con el agua en proporción 1:3 debe tener un Brix de 54.52, o en caso contrario, se deben hacer ajustes en el Flo-mix.

ii) Pruebas de dilución: El jarabe debe diluirse con agua de -- los filtros pulidores para verificar Brix y pH del producto, así como para calificar olor, color y sabor.

D.- Pruebas al Producto Terminado.

1.- Determinación del Brix: Debe encontrarse siempre en 15.75% de Brix, no solo desde el punto de vista de la economía sino también de la aceptación del consumidor. Para determinarlo, se debe remover el  $\text{CO}_2$  y hacer la corrección por la temperatura.

2.- Carbonatación: Es uno de los factores más importantes y debe mantenerse entre 2.0 y 2.5 volúmenes de gas para evitar problemas en el llenado.

3.- Coronado: El cabezal sellador se ajusta para que las coronas se cierren con propiedad en las botellas, porque si sus bordes quedan muy ajustados o muy sueltos habrá una pérdida de  $\text{CO}_2$  y posiblemente el deterioro del producto.  
(7)

4.- Sabor: Debe haber personas adiestradas para degustar el producto terminado para notar irregularidades.

5.- Altura de llenado: Para asegurar que realmente cumple con el contenido.

#### E.- Lavado de Envases.

La botella adecuada para ser usada como envase para las bebidas debe encontrarse completamente limpia, exenta de toda materia extraña censurable, incluyendo vestigios de la solución usada para el lavado.

1.- Inspección inicial: Se realiza una inspección de los envases que entran a la lavadora para descartar botellas rotas y las que no pueden ser lavadas con propiedad.

2.- Concentración y temperatura de las soluciones: Se puede tener la seguridad de que se encuentran estériles las botellas si se lavan 5 minutos en una solución cáustica al 3% a 54°C de temperatura, <sup>(1)</sup> por lo que deben controlarse estos tres factores. La concentración de la solución alcalina se determina titulando una muestra de 10 ml con  $H_2SO_4$  2.5 N, usando como indicador fenolftaleína.

ml gastados de  $H_2SO_4$  2.5 N = % de sosa cáustica en la solución

3.- Arrastre de cáustico: Se verifica que la solución alcalina se ha removido por completo de la botella limpia mediante la prueba de fenolftaleína, la cual consiste en añadir 2 ó 3 gotas del indicador a la botella recién enjuagada; si desarrolla color rosado la botella está acarreado cáustico. Debe buscarse la causa y corregirse.

4.- Inspección de la botella lavada: A la salida de la lavadora se descartan las botellas que salen sucias o con objetos extraños pasando las botellas vacías delante de una lámpara adecuada para lograr visibilidad máxima; es muy importante porque después que se añade el producto es difícil examinar su contenido.

#### F.- Sanidad de la planta.

Son esenciales las prácticas más escrupulosas en la embotelladora debido a que la operación implica la manufactura de un alimento; -

para ello cada planta tiene su programa de sanitación.

G.- Análisis Bacteriológicos.

Deben realizarse pruebas de control microbiológico en la bebida, para comprobar que está dentro de los límites máximos permitidos por la Secretaría de Salubridad y Asistencia, que son:

Aerobios mesofílicos (cuenta total)	10 col / ml
Hongos y Levaduras	10 col / ml
Coliformes	menos de 2 col / ml
Escherichia coli	negativo
Shigella - Salmonella	negativo

No solo deben realizarse en el producto terminado, sino en la materia prima y en todo el proceso, pues además indica si fué adecuado el saneamiento del equipo.

## VI.- CONCLUSIONES.

- 1.- La propuesta para este trabajo, que fué la elaboración de una bebida carbonatada, enriquecida con suero de leche, con sabor a naranja que contribuyera a mejorar la dieta alimenticia del gran número de -- consumidoras de bebidas carbonatadas se ha realizado, ya que al incluir al suero de leche en polvo como ingrediente de esta, permite el aporte de proteínas de calidad, parte de las vitaminas hidrosolubles y los minerales de la leche, además de su valor calórico.
- 2.- En su formulación se logra un contenido mayor de 3.8% de suero de leche en polvo con un sabor definido a naranja, pero debido a la tendencia del suero a sedimentarse fué necesario adicionar goma arábica a la bebida, lo cual ocasiona un aumento en su costo, pero evita reducir parte del valor nutritivo de la bebida al aumentar su uniformidad, además de usar vidrio ambar para su envase, con el fin de que la presencia de sedimento no reste atractivo a la bebida ante el consumidor.
- 3.- Su valor nutritivo se calculó en base al contenido de suero de -- leche en polvo, y de acuerdo a la composición y el contenido de vitaminas de este ingrediente, que aparecen respectivamente en las tablas 4 y 3 de este trabajo.
- 4.- Su equipo y proceso de elaboración es semejante al de cualquier - refresco carbonatado, adicionando únicamente una pasteurización lenta en la preparación del jarabe, por lo que su producción puede efectuarse en cualquier embotelladora.
- 5.- En el estudio de aceptación se obtuvieron los mejores resultados con los niños, por lo que una introducción de esta bebida al mercado podría efectuarse en las cooperativas escolares.

Este producto representa un paso en la solución de un grave pre-

biema que es el bajo poder adquisitivo de productos alimenticios de -  
calidad de los niveles de población de escasos recursos, ya que el --  
suero en polvo es el subproducto mas importante de la industria lác--  
tea y se pretende incorporarlo a un producto que se consume en enor--  
nes cantidades, para obtener una bebida refrescante y nutritiva, al -  
alcance de todas las personas.

## VII.- BIBLIOGRAFIA.

- 1) Desrosier, N. W.; Elementos de Tecnología de Alimentos. México. - Ed. CECSA. 1983.
- 2) Desrosier, N. W.; Conservación de Alimentos. México. Ed. CECSA. - 1984.
- 3) Potter, N.; La Ciencia de los Alimentos. México. Ed. EDUTEX, S.A. 1978.
- 4) Badui Dergal, Salvador; Química de los Alimentos. México. Ed. Alhambra Mexicana. 1982.
- 5) Alais, Charles; Ciencia de la Leche. México. Ed. CECSA. 1980.
- 6) Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. 20044. William Horwitz Editor. - 1975.
- 7) Manual Práctico de Bebidas para la Industria de Refrescos. México. Editorial Abeja. 1966.
- 8) Ayres, Gilbert H.; Analisis Químico Cuantitativo. México. Ed. HARLA. 1984.
- 9) E. Primo Yúfera; Química Agrícola III-Alimentos. España. Ed. Alhambra. 1982.
- 10) Elaboración de Productos Lácteos. Manuales para Educación Agropecuaria. SEP. México. Ed. Trillas. 1986.
- 11) Pérez Gavilan E., Jorge; Pérez Gavilan E., J. Pablo; Bioquímica y Microbiología de la Leche. México. Ed. Limusa. 1984.
- 12) Veisseyre, Roger; Lactología Técnica. Zaragoza, España. Ed. Acribia. 1980.
- 13) Modified Whey; Electrodialysis, ion-exchange and ultrafiltration produce whey products with different compositions and functional characteristics. Food Engineering. May. 1979. Furnished by Whey -

- Products Institute. Chicago Il. 60606
- 14) Industry-proposed Human Food Definitions Whey/Whey products. Whey Products Institute. Chicago Il. 60606.
  - 15) Advancing with Whey. Food Product Development. 1978. Furnished by Whey Products Institute. Chicago Il. 60606.
  - 16) Normas Americanas para el suero seco. Departamento de Agricultura de E.U.A. Washington D.C. 20250. 1980.
  - 17) Garduño, A.: Desarrollo de Alimentos Enriquecidos. Industria Alimentaria. Vol 7. No. 3. Mayo. 1985.