



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

Anteproyecto de una industria para la elaboración de bebidas carbonatadas de bajo contenido en calorías

T E S I S
Que para obtener el título de;
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A
ENRIQUE KERBEL FUX



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



CLAS Tesis 1977  
ABO M-222 226  
FECHA \_\_\_\_\_  
PROC \_\_\_\_\_  
9 \_\_\_\_\_



QUIMICA

Jurado Asignado Originalmente :


PRESIDENTE	Prof. Ninfa Guerrero De Callejas
VOCAL	Prof. Enrique García Galiano
SECRETARIO	Prof. Angela Sotelo López
1er SUPLENTE	Prof. Luis Raúl Tovar Gálvez
2do SUPLENTE	Prof. Alejandro Garduño Torres

Sitio donde se desarrolló el Tema :

Ciudad Universitaria

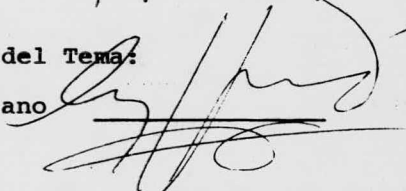
Nombre completo y firma del sustentante:

Enrique Kerbel Fux



Nombre completo y firma del asesor del Tema:

Prof. Enrique García Galiano



Con cariño y agradecimiento a mis Padres.

A mis queridos hermanos: Norma, Roberto y Déborah.

A Therci por su apoyo y ayuda, con cariño.

A mi Abuelito Abraham.

A mis Abuelitas: Pola y Ana.

A mis Maestros y Compañeros.

Mi más sincero agradecimiento a los maestros: Ninfa Guerrero de Callejas, Enrique García Galiano y Angela Sotelo López, - por su cooperación y consejos.

## I N D I C E

Página

CAPITULO 1.	Introducción .....	1
CAPITULO 2.	Generalidades .....	4
2.1.	El Agua .....	4
2.1.1.	La Sed y el Agua .....	4
2.1.2.	La Salud y el Agua .....	7
2.1.3	Los Refrescos .....	10
2.2.	Desarrollo Histórico .....	11
2.2.1.	Período de Agua Mineral .....	11
2.2.2.	Período de Agua-Soda .....	14
2.2.3.	Presente y Futuro de la Industria de Bebidas Carbonatadas .....	16
2.2.4.	Los Refrescos Dietéticos .....	21
CAPITULO 3.	Operaciones en la Planta .....	24
3.1.	Preparación de Jarabes .....	25
3.1.1.	Agentes Edulcorantes .....	29
3.1.2.	Agentes de Cuerpo .....	36
3.1.3.	Acidos .....	38
3.1.4.	Sabores .....	45
3.1.5.	Colores .....	51
3.2.	Agua y su Tratamiento .....	56
3.2.1.	Requerimientos .....	61
3.2.2.	Equipos .....	65
3.3.	Carbonatación .....	71
3.3.1.	Dióxido de Carbono .....	71
3.3.2.	Volumen de CO <sub>2</sub> .....	74
3.3.3.	Carbonatación .....	74
3.4.	Lavado de Botellas .....	83
3.4.1.	Máquinas de Lavado .....	84
3.4.2.	Soluciones .....	85
3.4.3.	Eliminación de Etiquetas .....	90
3.5.	Embotellado y Enlatado .....	92

	Página
3.5.1. Recipientes .....	93
3.5.2. La Corcholata .....	102
3.5.3. Embotellado .....	103
3.5.4. Enlatado .....	108
3.5.5. Empacado .....	111
CAPITULO 4. Aspectos de la Planta .....	113
4.1. Diseño de la Planta .....	113
4.1.1. P laneación y Area de Producción .....	114
4.1.2. Distribución del Equipo en la Planta .....	120
4.1.3. Mantenimiento del Local .....	124
4.2. Descomposición de las Bebidas Carbonatadas .....	126
4.2.1. Descomposición Física .....	126
4.2.2. Descomposición Química .....	129
4.2.3. Descomposición Bioquímica .....	130
4.2.4. Descomposición Microbiológica .	131
4.3. Análisis Químicos en la Planta.	139
4.3.1. Análisis de Agua .....	139
4.3.2. Concentración de Acidos .....	143
4.3.3. Agentes Edulcorantes Artificia- les .....	146
4.3.4. Carbonatación de la Bebida Final	150
4.3.5. Concentración Cáustica en las Soluciones para el Lavado de Botellas .....	152
4.3.6. Eficiencia del Enjuagador de Botellas .....	156
4.3.7. Uniformidad de las Botellas ...	157
CAPITULO 5. Estudio Económico .....	159
5.1. Análisis de Mercado .....	159
5.2. Rentabilidad de la Empresa ....	162

	Página
5.2.1. Inversión Fija .....	163
5.2.2. Costos Fijos .....	168
5.2.3. Costos de Operación .....	172
5.2.4. Capital en Stock .....	175
5.2.5. Rentabilidad de la Empresa .....	176
CAPITULO 6. Conclusiones .....	178
REFERENCIAS .....	181

CAPITULO I

INTRODUCCION



## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCION.

La utilización de alimentos dietéticos, es decir, - alimentos de bajo contenido en calorías, se ha incrementado grandemente desde 1940. Estos alimentos se elaboran substituyendo el azúcar por uno o varios compuestos artificiales o naturales que poseen el poder de endulzar el alimento y además darle "cuerpo". Es así como se ha desarrollado una serie de alimentos dietéticos que ahora el consumidor puede comprar, - en el mismo lugar y al mismo precio, que los alimentos no dietéticos. Podemos encontrar dulces, gelatinas, frutas enlatadas, chocolates, gomas de mascar, galletas, pasteles, helados etc., y toda clase de "refrescos dietéticos".

Este anteproyecto pretende ser un estudio de las características y condiciones para la elaboración de un "refresco dietético" en nuestro país. Primeramente, en el Capítulo 2 (Generalidades), se hará mención de la importancia que tiene el agua -materia prima básica para elaborar un refresco- en y para el funcionamiento apropiado del cuerpo humano. Posteriormente, se analizará el desarrollo histórico de las "bebidas carbonatadas" hasta la fecha y se hará un apunte de la historia de los "refrescos dietéticos".

En Operaciones en la Planta (Capítulo 3), se estudiarán las operaciones básicas que se desarrollan dentro de una planta embotelladora. Se hablará de la Preparación de los Jarabes: sus componentes, sus precauciones, sus cualidades, - etc. Como segunda operación se presentará el Tratamiento de Aguas: los requisitos que debe cumplir ésta, los equipos y métodos para realizar el tratamiento, etc. La siguiente operación será la de Carbonatación: su definición, su empleo, los equipos con que se lleva a cabo, sus cualidades, etc. Posteriormente se verá el Lavado de Botellas: los tipos de máqui-

nas para el lavado, las soluciones que éstas emplean y su -- preparación, como se eliminan las etiquetas, etc. La última operación que se estudiará es la que corresponde al Embote-- llado y Enlatado. Aquí se analizarán los recipientes que se utilizan en la industria refresquera (botellas y latas), se-- hará una breve historia de la corcholata, se detallarán el - embotellado y el enlatado con sus diferentes procesos y equi-- pos, y por último, se hablará del Empacado de las botellas y de las latas desde 1850 hasta nuestros días.

Dentro de Aspectos de la Planta (Capítulo 4), se - presentará el Diseño de la Planta: su planeación y área de - producción, la distribución del equipo en la planta y el man-- tenimiento del local. En estas secciones se quiere explicar-- el procedimiento general que debe llevarse a cabo para la -- construcción de una planta embotelladora. Posteriormente, se estudiarán las diferentes formas de Descomposición de las Be-- bidas Carbonatadas, tales como la descomposición física, quí-- mica, bioquímica y microbiológica. Como último aspecto de la Planta se verán los Análisis Químicos en ella. En esta sec-- ción, se detallan algunos: de los análisis que se efectúan den-- tro de una planta embotelladora. Los análisis del agua, de - concentración de ácidos, de agentes edulcorantes artificia-- les, de la carbonatación de la bebida final, de la concentra-- ción cáustica en las soluciones para el lavado de las bote-- llas, de la eficiencia del enjuagador de botellas y de la -- uniformidad de ellas, son los que se consideran como los más importantes y representativos para asegurar una alta calidad en el refresco dietético final.

En el Estudio Económico (Capítulo 5), se incluirá-- una sección para el Análisis de Mercado, primordial para la-- determinación de la producción de refrescos dietéticos y con-- ésto, para la capacidad de la planta. Como punto final del - capítulo, se hará el cálculo para estimar la rentabilidad de la planta.

Por último, en las Conclusiones (Capítulo 6), se tratará de resumir la información recopilada a lo largo del cuerpo del anteproyecto para presentar una opinión final de éste.

CAPITULO 2

GENERALIDADES

## CAPITULO 2

### 2. GENERALIDADES.

#### 2.1. El Agua.

##### 2.1.1 La Sed y el Agua.

El cuerpo humano está compuesto de materia en su forma sólida, líquida y gaseosa. El agua constituye el 66% de esta materia.

El hombre, siendo la criatura más compleja, ha desarrollado un mecanismo sumamente complejo de humedad. El agua es el principal ingrediente de las células vivas y de los tejidos que se forman en su cuerpo. Los músculos, por ejemplo, contienen 75% de agua y deben utilizar ésta para contraerse. El 90% del plasma sanguíneo es agua. Este plasma acuoso es el que actúa como nuestro sistema de transportación sanguínea, llevando alimento a las células y eliminando materiales de desecho de ellas. (1)

La función de cada célula depende de la concentración relativa de agua. El agua transporta materiales nutrientes que se difunden en las células, elimina los desperdicios de las mismas y ayuda a mantener un estado de equilibrio físico y químico en el cuerpo. El equilibrio físico involucra a (a) las relaciones osmóticas, (b) al mantenimiento del pH en la sangre y (c) a la estabilización de la temperatura. Estos factores deben mantenerse dentro de un rango normal para permitir el desarrollo de las reacciones químicas necesarias para el metabolismo del cuerpo. Debe recalarse, que sin el agua suficiente el cuerpo no puede llevar a cabo sus funciones, ya que no se realizarían las reacciones químicas que son vitales para él. (2)

El adulto promedio pierde 2.7 Kg. de agua por día aproximadamente, y todos los días debe reemplazar la misma -

cantidad de líquido, para que su cuerpo contenga un nivel -- constante de humedad. Como el 66% del peso de nuestro cuerpo es agua, necesitamos tomar mucha agua para mantener el carácter fluido de la sangre y de los tejidos.

El cuerpo obtiene la humedad de la comida y de la bebida que es absorbida en la corriente sanguínea y es transportada a cada célula en el cuerpo. La piel, los músculos, - los pulmones, los huesos -todo en nuestro cuerpo está com--- puesto de pequeñas células y cada una de ellas debe ser constantemente bañada de fluido para mantenerla viva.

Cerca del 80% del agua que necesitamos se encuentra en los alimentos que comemos. Por ejemplo, la leche es - 90% agua, el pan es más de 33% agua, la carne es 73% agua, - la sandía es 92% agua, etcétera. (1)

Cuando tragamos agua o comida, ésta pasa a travésdel esófago al estómago. El estómago tarda de tres a cinco - horas para convertir la comida en un alimento semifluido, -- parcialmente digerido, llamado quimo. Esto se hace mediantela acción de 35 millones de glándulas gástricas que se localizan en el forro del estómago, las que secretan los jugos - digestivos. Los fluidos, sin embargo, pasan a través del estómago en unos cuantos minutos. Una pequeña cantidad de los productos de la digestión, de las moléculas de comida y delagua, son absorbidas a través de las paredes del estómago. - La mayor parte del quimo pasa al intestino delgado, donde -- las secreciones de éste y de otros órganos como el páncreasy el hígado, completan el proceso digestivo.

El producto de la digestión es absorbido en el intestino delgado a través de los vellos intestinales. Estos - vellos son microscópicos, son proyecciones que tapizan las - paredes del intestino. Las células que cubren a los vellos - absorben el agua y la comida digerida y les permite pasar a las capilaridades que transportan la sangre. Los vellos se - mueven constantemente y el quimo es mezclado con los jugos -

digestivos mientras que la comida y el agua pasan a través de la superficie de las células. La grasa va generalmente hacia los recipientes linfáticos en los vellos, mientras los azúcares y los aminoácidos entran en las capilaridades sanguíneas. De esta manera, la comida y el agua son distribuidos por todo el cuerpo en la sangre que los absorbió y es bombeada por el corazón a todas las células. En el intestino grueso, el agua es absorbida del material que no fue digerido. Esta masa de material de desperdicio está lista a ser excretada o eliminada del cuerpo. (2)

Pérdida a través del Ejercicio.

Cuando se hace ejercicio, la rapidez de la transpiración se incrementa para enfriar el cuerpo. El agua es el fluido del sistema de control de la temperatura; las glándulas sudoríparas a través de las que se transpira, son parte de este sistema. Hay cerca de 2 millones de glándulas sudoríparas en nuestra piel y el agua se escapa constantemente por ellas. La transpiración se evapora rápidamente. Cuando el cuerpo se calienta debido al trabajo pesado o al ejercicio, más sangre se concentra en los tejidos cercanos a la superficie y la transpiración aumenta. Al evaporarse el sudor, éste toma calor para lograrlo, de esta manera la piel y los tejidos que se encuentran debajo de ella se enfrían. Al eliminarse el calor excesivo, se mantiene una temperatura adecuada en todo el cuerpo.

Toda esta pérdida extra de fluido estimula la sed, de tal manera que se desea de inmediato recuperar el balance de humedad en el cuerpo. (1)

Pérdida a través de la Respiración.

Al respirar, el cuerpo pierde humedad y gases de la sangre. La humedad abandona la sangre vía los alveolos pulmonares. Cada vez que respiramos, perdemos más humedad y la superficie de la piel derrama humedad a cada minuto del día, ya sea que se duerma o que se camine. Esto se debe a --

que nuestro sistema digestivo trabaja, nuestra sangre circula, nuestro corazón palpita y bombea sangre a nuestro cuerpo, y - toda esta energía produce calor. De tal manera que una cierta cantidad de humedad aparece constantemente sobre nuestra piel para mantenernos fríos. La humedad también se pierde a través de las glándulas salivales y lacrimales. Perdemos agua constantemente a través de los riñones, los que filtran los productos de desecho y el agua de la sangre en forma de orina. - (2)

Hay un constante flujo de humedad hacia el exterior de nuestro cuerpo en cualquier tiempo. El agua pura, podría - satisfacer el deseo de recuperar la humedad perdida, pero frecuentemente una bebida sería más atractiva.

#### 2.1.2. La Salud y el Agua.

El agua es uno de los alimentos reguladores más importantes. Sin el agua suficiente, la comida no puede ser digerida apropiadamente, no puede ser absorbida y transportada a todas las partes del cuerpo, la materia de desecho no puede eliminarse y ninguna célula podría ser alimentada adecuadamente. La cantidad de agua necesaria depende del clima, del vestido, de la actividad y del tipo de alimentos ingeridos. La sed es, generalmente, una guía segura de la cantidad requerida de agua.

Sólo el oxígeno es más importante que el agua a --- nuestro cuerpo. Controla el crecimiento y regula la actividad en la manera en que las vitaminas y los minerales lo hacen. - Lubrica las articulaciones y protege al cuerpo de lesiones -- que resultasen de golpes o impactos. El agua diluye la sangre y actúa como un agente de circulación.

Como se mencionó, aproximadamente el 90% del plasma sanguíneo es agua y muchas sustancias están disueltas o suspendidas en ella. Entre éstas están algunos gases, comida, sales inorgánicas, desperdicios, sustancias protectoras y pro-



motoras del crecimiento y de la actividad. El plasma da a la sangre el carácter fluido que hace posible que ésta fluya a través de los conductos apropiados para ello. Cerca del 66% del cuerpo humano consiste de agua. Substancias aparentemente secas como el hueso, contienen un 33% de agua. Cualquier decremento considerable en la cantidad normal de agua en el cuerpo, interfiere seriamente con los procesos físicos y químicos que son esenciales para la vida y la salud. Se ha estimado que el hombre puede perder prácticamente todas sus reservas de glicógeno y grasas y 50% de sus proteínas sin poner en peligro su vida, pero una pérdida del 10% del agua en el cuerpo es considerada como crítica y una del 20% resultaría fatal. (1)

El Agua en el proceso Digestivo.

Sin el agua suficiente la comida no puede ser adecuadamente digerida, absorbida y transportada a todas las partes del cuerpo a través de la corriente sanguínea. De hecho, el complejo proceso de la digestión consiste en la hidrólisis -la reacción de los constituyentes alimenticios con el agua- en donde la reacción química del agua con las proteínas, el almidón, azúcares y con las grasas, produce sustancias que pueden usarse en las funciones celulares. En el estómago, el agua estimula las glándulas gástricas para apresurar la digestión y en el intestino, la dilución de alimentos sólidos, la absorción de nutrientes y la excreción de desechos, son efectuados con la ayuda del agua. (2)

El primer paso del proceso digestivo ocurre en la boca, donde la saliva (99.5% agua) empieza el rompimiento de los carbohidratos. En el estómago, la comida y otras proteínas son digeridas por los jugos gástricos (90% agua). De aquí, el alimento, ahora en estado semifluido, pasa a la sección superior del intestino delgado, llamado duodeno. Ahí, - las secreciones enzimáticas de las paredes del duodeno, así-

como las del hígado y páncreas (90% agua), completan el proceso digestivo. El alimento pasa, entonces, a otras secciones del intestino delgado, luego al intestino grueso o colon y -- por último al recto. (1)

El Agua y la excreción de Desechos.

El agua es también esencial para la excreción de -- desperdicios solubles a través de los pulmones, de la piel y de los riñones.

Las paredes de los pequeños sacos de aire que comprenden los pulmones, deben ser humedecidos constantemente para que el oxígeno pueda entrar al cuerpo y el dióxido de carbono ser expelido.

Bajo condiciones normales de temperatura y actividad, los riñones son la avenida principal para la eliminación del agua. La cantidad varía con la cantidad tomada. Como regla general, un litro de agua que pase a través de los riñones se llevará 45 gramos de desperdicio soluble. (1)

El Agua y la regulación de la Temperatura.

Una de las propiedades más características del agua es su habilidad para absorber calor. Esto es sumamente importante para los organismos vivientes que deben mantener su temperatura interna constante. Para el funcionamiento óptimo del cuerpo humano, éste debe mantener una temperatura interna de 37°C bajo condiciones que pueden variar del desierto al ártico.

La evaporación del exceso de agua a través de la -- piel en forma de sudor es crucial para la regulación de la -- temperatura. Cerca del 25% del calor generado por los procesos metabólicos es disipado a través de la transpiración insensible y de la humedad de los pulmones.

La transpiración sensible, el sudor, promueve la -- pérdida de calor por evaporación bajo ciertas condiciones. En una atmósfera caliente y seca la cantidad de agua liberada co

mo sudor es enorme. Bajo condiciones de extremo calor, puede llegar a un litro por hora. A bajas temperaturas, no sólo se deja de sudar, sino que se realiza una movilización del agua de la sangre hacia los tejidos, para que el calor se conserve en ellos. El agua que se pierde como sudor debe ser reemplazada tan pronto como sea posible para prevenir la fatiga -uno de los primeros síntomas del déficit de agua-. (1)

El Agua como Protector.

El cuerpo obtiene agua de tres fuentes principales. La primera, es el agua o el agua contenida en las bebidas u otros fluidos. La segunda, son los alimentos sólidos. La tercera fuente es el agua metabólica, producida por el cuerpo -- mismo como uno de los productos finales de los cambios químicos que convierten los alimentos ingeridos en alimentos celulares. El ser humano utiliza el agua metabólica sólo en circunstancias extremas. Es bueno mencionar que la toma o entrada del agua requerida es más importante que la toma de las calorías necesarias. (2)

A través de los años, han habido diferentes opiniones sobre si se debe o no tomar agua con las comidas. La controversia parece terminar ahora que las opiniones actuales lo aceptan como benéfico. El tomar agua con las comidas ayuda a la secreción y actividad de los jugos digestivos y a la digestión y absorción de los alimentos ingeridos. (1)

A pesar de que es posible satisfacer nuestros requerimientos de agua con agua pura, la mayoría de nosotros preferimos variar la fuente del agua con otras bebidas. Al cuerpo no le importa que clase de líquido tomamos. Podemos tomar café, té, leche, jugos de frutas, refrescos, etc.

### 2.1.3. Los Refrescos.

Desde los primeros tiempos, la música más dulce a los oídos del hombre ha sido el sonido del agua, la lluvia - en los bosques, el burbujeo en un manantial, el ruido de una cascada, el quebrar de las olas, etc. El hombre sabe que en-

donde el agua fresca abunde él podrá sobrevivir más fácilmente. Pero aún el buen sabor del agua se vuelve monótono. El hombre primitivo pudo disfrutar de una variedad limitada de alternativas - jugos de frutas, jugos de verduras y leche. - El hombre moderno tiene ante sí una vasta variedad de bebidas de donde escoger. Café, té, cocoa, y muchas más, la lista es casi infinita. Pero debemos recordar que la base de todas las bebidas es la misma, el agua.

D Una de las bebidas ampliamente consumidas y disfrutadas por ser placenteras y refrescantes, son las bebidas carbonatadas (los refrescos). Son relativamente baratos, se encuentran en casi todos los establecimientos y son agradables para casi todos los grupos de edades.

El ingrediente principal de las bebidas carbonatadas es el agua purificada (de 86 a 93%). La carbonatación, - en forma de dióxido de carbono, se añade para la efervescencia. El resto de la bebida se compone con colorantes, saborizantes, edulcorantes, ácidos, etc.

Muchos de nosotros tomamos bebidas carbonatadas -- simplemente porque saben bien, pero sus cualidades como "apagadores" de la sed o como "recuperadores" de energía, les -- dan un papel importante dentro de nuestra dieta diaria.

## 2.2. Desarrollo Histórico.

### 2.2.1. Período de Agua Mineral. (3)

Se considera que la industria de las bebidas carbonatadas no alcohólicas fué iniciada por el gran químico y ministro inglés Joseph Priestley. La manufactura de las bebidas carbonatadas, por otra parte, fué uno de los primeros desarrollos en la tecnología de alimentos.

El conocimiento de la existencia de vapores de gas atrapados en las aguas minerales - y los intentos de producir ésto artificialmente - se remontan al siglo XVI en Europa. En la primera parte del siglo XVII, el vapor de las burbujas fué identificado por una nueva palabra, "gas" o "aire fi

jado".

En el año de 1767, Priestley, mientras conducía experimentos con el dióxido de carbono que recogía de los tanques de fermentación de cerveza, encontró que el "aire fijado" daba un sabor acidulante placentero al agua en el que se disolvía. A esta agua se le llamó en aquel entonces "agua -- aereada". Poco tiempo después, Priestley encontró un procedimiento más barato para preparar dióxido de carbono, por la - acción del ácido sulfúrico sobre el yeso.

Joseph Priestley publicó en 1772 un panfleto titulado "Directions for Impregnating Water with Fixed Air in order tu communicate to it the peculiar Spirit and Virtues of Pymont Water, And other Mineral Waters of a similar nature" (Direcciones para impregnar Agua con Aire Fijado para comunicar a ella el espíritu peculiar y virtudes del Agua Pymont, y otras Aguas Minerales de naturaleza similar).

Priestley utilizó para sus investigaciones datos y registros disponibles en su tiempo de científicos del siglo-XVI. Por ejemplo, por 1572 Leonhard Thurneisser (1530-1596), físico del Elector de Brandenburgo, preparó agua sulfurosa - artificial, que se consideró entonces como medicinalmente -- útil. En 1606, Andreas Libavius (1546-1616) escribió un li--bro titulado "De iudicio aquarum mineralium". (De la Evalua-ción de Aguas Minerales). Más temprano aún, Paracelsus (1493-1541) notó que durante la fermentación y por la acción de -- ácidos sobre el yeso se formaban gases.

Priestley también estaba enterado de los estudios- e intentos anteriores de hacer una copia artificial del agua efervescente por muchos científicos europeos y británicos.

Jean Baptiste van Helmont (1577-1644) de Bélgica, - tiene el crédito del descubrimiento del dióxido de carbono y del hecho de que el mismo gas se forma cuando la madera es - quemada, cuando el ácido actúa sobre la piedra caliza, y en-

la fermentación de ciertos materiales. Johann Joachim Becher- (1635-1682) repitió el trabajo de van Helmont. Otros que expe rimentaron con o prepararon aguas minerales artificiales y -- aguas carbonatadas fueron Robert Boyle (1627-1691), químico - inglés, el químico sueco Urban Hierne, Hoffmann, Geoffroy y - Venel. En 1685, Friedrich Hoffmann (1660-1742), físico, químico y profesor en la Universidad de Halle, publicó un reporte- titulado "De Methode Examinande Aquas Salubres". (De Métos- para el examen de aguas saludables). Etienne Francois Geoffroy (1672-1731) intentó seguir el trabajo de Hoffmann, pero no tu vo éxito.

De los científicos que trabajaron con gases tenemos al francés Gabriel Francois Venel (1750), al inglés Stephen - Hales (1677-1761) cuyos métodos sobre gases fueron utilizados por Black y Cavendish.

Joseph Black (1728-1799), científico escocés, traba jó mucho con el dióxido de carbono mientras fué profesor de - Glasgow, obteniéndolo del carbonato de magnesio (magnesia --- allea) y subsecuentemente de la piedra caliza y de carbonatos alcalinos.

William Brownrigg (1711-1800), físico inglés, más o menos al mismo tiempo que Priestley, notó que el dióxido de-- carbono daba al agua un sabor acidulante placentero y presen- tó un artículo sobre este tópico ante la Sociedad Real en Lon- dres en 1765. Henry Cavendish (1731-1810), famoso por el des- cubrimiento del hidrógeno y por sus análisis meticulosos y -- exactos, había desarrollado métodos para coleccionar gases y los había descrito en su "Factitious Airs" (Aires Artificiales), - leído ante la Sociedad Real en 1766. Cavendish notó el efecto de la temperatura sobre la solubilidad de los gases y estable- ció que el agua absorbe más "aire fijado" en un ambiente frío que en uno caliente.

Tobern Olof Bergman (1735-1784), químico sueco, ela boró y trabajó con agua carbonatada artificialmente (1770) --

dando mucha atención al análisis y a la duplicación de aguas minerales y su carbonatación, generando el gas con yeso y -- aceite de vitriolo. Pierre Joseph Macquer (1718-1784) perfec-- cionó métodos para el lavado del dióxido de carbono.

Cerca de 1780, Thomas Henry y más tarde su hijo -- William Henry, del que proviene la Ley de Henry, trabajaron-- sobre la solubilidad de los gases y encontraron que esta so-- lubilidad podía ser incrementada si se aumentaba la presión. Por esta misma fecha, John Mervin Nooth construyó un equipo-- para la saturación del agua con dióxido de carbono y descri-- bió éste en un artículo presentado a la Sociedad Real en --- 1774. Gosse y Paul inventaron un aparato que comprendía una-- bomba para incrementar la presión del gas, un artificio para lavar el dióxido de carbono gaseoso y una cámara de mezcla-- do. Estas instalaciones fueron conocidas por mucho tiempo co-- mo el aparato de Geneva. (Genfer Apparate).

A finales del siglo XVIII habían varios estableci-- mientos donde se elaboraba el agua mineral artificial.

### 2.2.2. Período de Agua-Soda.

Cualquier búsqueda completa en la literatura, mues-- tra que la línea de demarcación entre el período de agua mi-- neral, en donde el intento principal era el de elaborar du-- plicados de las aguas de manantiales naturales, y el período de agua-soda, en donde el propósito central era el de proveer una bebida con algún sabor y que además "apagara" la sed, no está bien definida. También muestra que el desarrollo de la-- industria de agua-soda fué simultáneo en varios países.

Cabe mencionar que Richard Bewley, un boticario de Great Massingham, Inglaterra, encontró en 1768 que la adi-- ción de una pequeña cantidad de carbonato de sodio ayudaba -- al agua a absorber y retener mayores cantidades de dióxido -- de carbono. El fué, probablemente, el primero en fabricar lo que ha sido largamente conocido como "agua-soda acidulada".

Después de la publicación del artículo y del pan--



fleto de Priestley, y ésta es probablemente la razón por la que se le considera el iniciador de la industria de las bebidas carbonatadas, el desarrollo en la preparación de aguas -- carbonatadas artificialmente y la manufactura de éstas en escala comercial fueron rápidas. John Moncreiff, farmacéutico y miembro honorario de la Sociedad Real de Edinburgo, mencionó en 1778 tales preparaciones y estuvo, sin duda, haciendo estas aguas carbonatadas en 1894. Su libro intitulado "Medicinal Qualities and Effects of Aerated Alkaline Waters" (Cualidades y efectos medicinales de aguas alcalinas aereadas), fué publicado en Baltimore en 1810.

En 1777 se publicó en Londres un panfleto de J. H. Magellan, intitulado "Description of a Glass Apparatus, for making mineral waters, like those of Pyrmont, Spa, Seltzer, etc., in a few minutes, and with very little expense: together with the description of some New Eudiometers or instruments for ascertaining the wholesomeness of respirable air; and the method of using these instruments: In a letter to the Rev. Dr. Priestley". (Descripción de un Aparato de vidrio para hacer aguas minerales como las de Pyrmont, Spa, Seltzer, etc., en pocos minutos y con muy pocos gastos: junto con la descripción de unos Nuevos Eudiómetros o instrumentos para investigar la salubridad del aire respirable; y el método de usar estos instrumentos: En una carta al Rev. Dr. Priestley).

Esta publicación describe en detalle un aparato de vidrio consistente en tres partes: una sección baja donde el dióxido de carbono es generado a partir de yeso y ácido sulfúrico, una sección media donde se contenía el agua que iba a impregnarse y una válvula que no permitiera la caída del agua pero que permitiera la subida del dióxido de carbono y, una sección alta que consistía de un tubo que recogía el agua que subía por el dióxido de carbono y la devolvía a la sección media. Un vistazo a esta publicación muestra el avance que fué hecho en solo cinco años después de la publicación de Priestley en 1772. (3)



En 1807 en Estados Unidos se abrió el primer establecimiento para la manufactura y venta de "agua-soda" embotellada. Fué el Dr. Benjamín Silliman (1779-1864), químico - americano, quien logró hacerlo. (1)

En otros países, entre los primeros fabricantes de aguas carbonatadas estaban, Meyer en Stettin en 1787, Paul - en Ginebra en 1790 y Schewpe en Londres en 1791. En 1803, - Fries empezó la manufactura de agua mineral en Regensburg.- (3)

La primera patente en Estados Unidos para preparar agua mineral artificial se concedió a Joseph Hawkins en 1809 (1)

### 2.2.3. Presente y Futuro de la Industria de Bebidas Carbonatadas.

Se considera que son cuatro desarrollos fundamentales los que hicieron posible el crecimiento de la industria de los refrescos. El primero de éstos, fué la adición de sabores, tales como los jugos de frutas, al agua carbonatada.- Esta fué probablemente una inovación americana y es atribuida a Speakman. En Alemania, el Dr. Friedrich Adolph Struve - se dedicó a la elaboración de bebidas efervescentes que él - llamó "limonadas gasèosas", las que eran preparadas con puro jarabe de frutas y agua carbonatada.

Cuando se dispuso de los sabores artificiales, alrededor de 1850, éstos se convirtieron en ingredientes comunes junto con los sabores de especialidad como el ginger ale, el root beer y el extracto de vainilla.

El segundo desarrollo fundamental fué la manufactura de dióxido de carbono líquido. En 1823 en Inglaterra, Sir Humphry Davy (1778-1829) y Michael Faraday (1791-1867) licuaron el dióxido de carbono. Thilorier, un maestro de la Escuela de Farmacia en París, en 1835, repitió los experimentos - de Davy y Faraday y produjo dióxido de carbono sólido, pero-

no fué sino hasta 1884 que el dióxido de carbono estuvo disponible sobre una base comercial en Estados Unidos y Alemania.

El tercer desarrollo fué la invención de William -- Painter en 1892, la corcholata. Para tener idea de la importancia de este invento, hay que señalar que hubo alrededor de 1500 artefactos diferentes que fueron usados para tapar las -- botellas antes de la corcholata.

Por último, el cuarto desarrollo fundamental fué la introducción de las máquinas de hacer botellas. La uniformidad de las botellas hechas a máquina permitió el desarrollo -- de muchas otras máquinas, tales como la llenadora y la encor-- choladora. (3)

En 1850, La Agencia de Censos de Estados Unidos reportó la existencia de 64 plantas fabricantes de agua-soda embotellada. En 1860, el censo reportó 123 plantas, 4 de las -- cuales estuvieron operando en Washington, D.C., durante la -- Guerra Civil. En 1865 se anunciaron los siguientes sabores para el agua-soda: piña, naranja, manzana, fresa, melón, limón, uva, chabacano, durazno, cereza y cereza negra, pera, frambuesa, ciruela. En 1870 el censo reportó 387 plantas embotelladoras de agua-soda. El crecimiento continuó hasta alcanzar 8220 plantas en 1929. Después de la Depresión, el número de plantas permaneció en unas 6000 hasta la década de los 50. Desde entonces, el número ha declinado permanentemente hasta el nivel presente de unas 3000 plantas. El número de plantas embotelladoras en Estados Unidos entre los años 1947 y 1972 se muestra en la Tabla 2.1. En la Tabla 2.2 se muestra el desarrollo de la industria norteamericana desde el año de 1859 -- hasta 1971. (1)

Tabla 2.1. Número de plantas embotelladoras en Estados Unidos. (1)

1947	6,214	1960	4,519
1948	6,803	1961	4,395
1949	6,907	1962	4,275
1950	6,662	1963	4,095
1951	6,383	1964	3,993
1952	6,172	1965	3,868
1953	5,905	1966	3,727
1954	5,626	1967	3,554
1955	5,469	1968	3,404
1956	5,218	1969	3,230
1957	5,078	1970	3,054
1958	4,788	1971	2,913
1959	4,650	1972	2,797

Tabla 2.2. Desarrollo de la Industria Norteamericana. (1)

AÑO	VENTAS (\$)	PER CAPITA (Recipientes de 237 ml)
1859	1,415,000	2.2
1869	4,222,000	6.4
1879	4,742,000	4.5
1889	14,354,000	9.9
1899	23,269,000	12.2
1909	43,508,000	16.2
1919	135,341,000	38.4
1929	214,322,238	53.1
1935	159,939,553	37.1
1937	278,616,036	67.5
1938	311,713,267	75.4
1939	361,690,917	88.6
1940	411,699,200	100.1
1941	553,879,040	133.6

1942	526,185,088	126.2
1943	580,351,200	138.6
1944	629,681,100	147.1
1945	584,994,000	132.9
1946	617,168,600	132.3
1947	745,676,000	150.9
1948	835,157,300	164.4
1949	860,959,300	162.0
1950	876,532,600	158.0
1951	939,442,500	162.7
1952	1,019,295,000	174.0
1953	1,089,513,000	177.5
1954	1,166,605,000	174.2
1955	1,252,276,000	184.2
1956	1,308,000,000	188.9
1957	1,347,241,500	189.2
1958	1,427,463,500	186.4
1959	1,633,015,900	199.8
1960	1,698,025,600	192.0
1961	1,829,083,200	198.3
1962	2,001,016,800	213.4
1963	2,341,189,000	227.4
1964	2,533,167,000	242.9
1965	2,735,567,000	259.1
1966	3,175,980,000	287.0
1967	3,458,632,000	298.1
1968	4,165,552,000	331.6
1969	4,369,664,000	344.4
1970	4,799,784,000	362.8
1971	5,346,960,000	388.1

El futuro de la Industria embotelladora en los Estados Unidos luce prometedor. El incremento en las ventas de reu

frescos vendrá con la introducción al mercado de nuevas marcas, nuevos productos y nuevos sabores; tal como ha sucedido en el pasado. (3)

En lo que respecta a nuestro país, también se puede hablar de un incremento constante en el consumo de refrescos. México, se ha caracterizado como un país altamente consumidor de este tipo de bebidas en América Latina. La posición social y económica del país, ha colaborado en la aceptación y en el consumo de los refrescos. En la Tabla 2.3, se muestra el consumo total de refrescos y el consumo por habitante.

Tabla 2.3. La Industria Refresquera en México. (4)

AÑO	VOLUMEN TOTAL (Millones de botellas)	CONSUMO/HAB.
1969	10,096	216
1970	10,918	226
1971	9,381	189
1972	10,480	203
1973	11,105	209
1974	11,750	213

Debe mencionarse que la Industria refresquera, que cuenta con 478 establecimientos en toda la República Mexicana, sufrió un retroceso en el consumo por habitante en 1975.- Se debió fundamentalmente al alza en el precio del azúcar. Esta medida desembocó en el encarecimiento de los refrescos y en la disminución de su consumo. Sin embargo, según información de la misma industria, tres meses después del alza en el precio de los refrescos, se recuperó el nivel de consumo. En la Tabla 2.4, se da la venta total de refrescos en millones de pesos.

Tabla 2.4. Venta Total de Refrescos, México. (4)

AÑO	\$ MILLONES
1960	1,263
1967	3,042
1968	3,410
1969	3,977
1970	4,400
1971	3,280
1972	3,726
1973	4,292
1974	4,850

México, al igual que otros países, muestra una tendencia ascendente para la Industria refresquera. La venta se incrementará con las marcas ya existentes y con el desarrollo de otras nuevas y de diferentes tipos de refresco.

#### 2.2.4. Los Refrescos "Dietéticos".

Puede afirmarse que la historia de los refrescos de bajo contenido en calorías se inició durante la Primera Guerra Mundial. El desarrollo se debió a la dificultad de obtener azúcar en el mercado. Los productores de refrescos empezaron a reemplazar la mitad del azúcar en la bebida con sacarina. Después de 1920, algunas compañías continuaron en la elaboración de bebidas de bajo contenido en calorías por razones económicas. En muchos estados de la Unión Americana se prohibió el uso de la sacarina como sustituto parcial o total del azúcar. En países como Inglaterra, Escocia, etc., no hubo tal prohibición. En 1938, la Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Drogas), levantó la prohibición del uso de la sacarina, exigiendo se anunciara en la etiqueta de la botella el empleo y contenido de ésta.

Entre los años 1955 a 1969 las bebidas dietéticas se popularizaron, y la combinación de 10 a 20 partes de ciclamato de calcio por una de sacarina fué la formulación dulcificante más utilizada. En 1968-69 se estimó que el 17% de todos

los refrescos vendidos en Estados Unidos eran refrescos dietéticos que no contenían azúcar. Pero en 1969-70 se prohibió el uso de los ciclamatos en cualquier tipo de alimento que lo empleara. En ese mismo año, las ventas de los refrescos dietéticos bajaron a un 7% de las ventas totales de refrescos. Sin embargo, de 1970 a la fecha, la mayoría de las bebidas dietéticas fueron formuladas con sacarina o con una combinación de ésta con azúcar. Para finales de 1972, estas "nuevas" bebidas dietéticas ya habían alcanzado niveles de venta superiores a los refrescos con ciclamatos. Ahora, se pueden encontrar refrescos dietéticos de cualquier sabor. El sabor -- que predomina en el gusto del consumidor es el de Cola con un 63% de la venta total de refrescos dietéticos, mientras -- que los sabores de naranja, limón, lima, ginger ale, root -- beer, etc., representan el 37% restante. (1)

En la siguiente Tabla se enlistan los nombres de las compañías y los refrescos dietéticos que producen los Estados Unidos.

Tabla 2.5. Compañías en Estados Unidos que producen Refrescos Dietéticos. (1)

Compañía	Nombre del refresco dietético
American "76" Co.	Bajas Calorías "76"
Bubble Up Corp.	Sin azúcar Limón-Lima
Canada Dry Corp.	Dietéticos de: Cola, ginger ale, limón soda, naranja soda, cerveza de raíz, uva.
Coca Cola, USA	Dietéticos de: Sprite, Coca Cola, Tab, Fresca.
Crush International, Inc.	Orange Crush dietético.
Dad's Root Beer Co.	Cerveza de Raíz Dad's dietético.

Dixie Cola Co.

Double-Cola Co.

Dr. Pepper Co.

Frostie Co.

Hires Co.

No-Cal Corp.

Pepsi Cola Co.

Royal Crown Cola Co.

Seven Up Co.

Squirt Co.

Sun Drip Div.

Vernors, Inc.

Dixie Cola dietético

Doble Cola Dietética.

Dr. Pepper dietético.

Frostie dietético

Cerveza de Raíz Hires  
dietético

No-Cal, Lo-Cal.

Pepsi Cola dietética.

Dietéticos de: Cola,  
Limón-Lima, Ginger Ale,  
Uva, Sin azúcar RC.

7 Up dietético.

Squirt Dietético.

Cola Dorada Sun-Drop  
dietética, Bondad Dorada  
Sun-Drop dietética.

Vernors 1-caloría.



CAPITULO 3

OPERACIONES EN LA PLANTA

CAPITULO 3

## 3. OPERACIONES EN LA PLANTA.

En este capítulo, se presentan en términos generales, las operaciones que deben realizarse dentro de una planta embotelladora para elaborar una bebida carbonatada de bajo contenido en calorías, es decir, un refresco dietético.

Las operaciones que se citan son de primordial importancia en la manufactura de un refresco dietético. Dentro de éstas encontramos (a) la preparación del jarabe, que se compone de agentes edulcorantes, de agentes de "cuerpo", de ácidos, de sabores y de colorantes. Puede decirse, que el éxito de un refresco va a depender de la eficacia y del tacto con la que fué preparado el jarabe. El secreto de una bebida se encuentra en el jarabe; (b) el tratamiento del agua, es una operación que debe realizarse en primera instancia para no afectar la salud del consumidor, además de que teniendo al agua homogeneizada cualitativamente, es más fácil mantener una misma calidad en el producto final. Aquí se analizan los requisitos que deben satisfacerse para poder considerar al agua como apta para la manufactura del refresco. También se examinan algunos equipos y su funcionamiento; (c) la carbonatación, que es la operación mediante la cual el dióxido de carbono se "disuelve" en el agua tratada para dar, al producto final, un sabor "chispeante" y agradable. Se presentan diferentes equipos y condiciones para llevar a cabo la carbonatación; (d) en el lavado de botellas, se mencionan algunos tipos de máquinas de lavado, las soluciones que deben emplearse y como se eliminan las etiquetas de las botellas ya utilizadas; (e) en el embotellado y enlatado, se habla brevemente de la historia de los recipientes más utilizados en la industria refresquera, la botella y la lata. Se apuntan sus próximos desarrollos, ventajas y desventajas de su empleo en la industria. Se narra la historia de la corcholata. Se exponen los -

diferentes procesos para embotellar y enlatar, y por último, se analizan las diferentes formas de empacado, su pasado, -- presente y posible futuro.

El capítulo, tiene la finalidad de clarificar y explicar cualitativamente los diversos pasos que se siguen en la manufactura de un refresco dietético, aunque debe mencionarse que por la forma en que se exponen las diferentes operaciones, sirve también como modelo para una planta que elabore refrescos no dietéticos.

En la Figura 1 podemos observar un diagrama de flujo normal de una Planta Embotelladora de Bebidas Carbonatadas.

### 3.1. Preparación de Jarabes.

Los jarabes, en términos generales, tienen tres -- principales funciones en la elaboración de las bebidas carbonatadas: provée la dulzura necesaria para balancear el ácido y otros componentes productores del sabor de la bebida, con el objeto de obtener una bebida con un sabor agradable; provée a la bebida de suficiente "cuerpo" y sirve para transportar en él, el color y el sabor.

Los ingredientes que componen el jarabe son: a) -- agentes edulcorantes, b) agentes de "cuerpo", c) ácidos, d) -- saborizantes y e) colorantes.

Se menciona en este trabajo al jarabe, como la mezcla de estos ingredientes en agua purificada.

El jarabe que se utiliza para la elaboración de -- los refrescos no dietéticos, no necesita de agentes de cuerpo, ya que el azúcar, que es el agente edulcorante en este -- caso, es suficiente para darle cuerpo a la bebida. (1) En las Tablas 3.1 y 3.2 se puede apreciar la concentración de azúcar en las diferentes bebidas carbonatadas y la relación de azúcar:agua requerida para 35 litros de jarabe.

FIGURA No. 1. Diagrama de Flujo de una Planta embotelladora. (3)

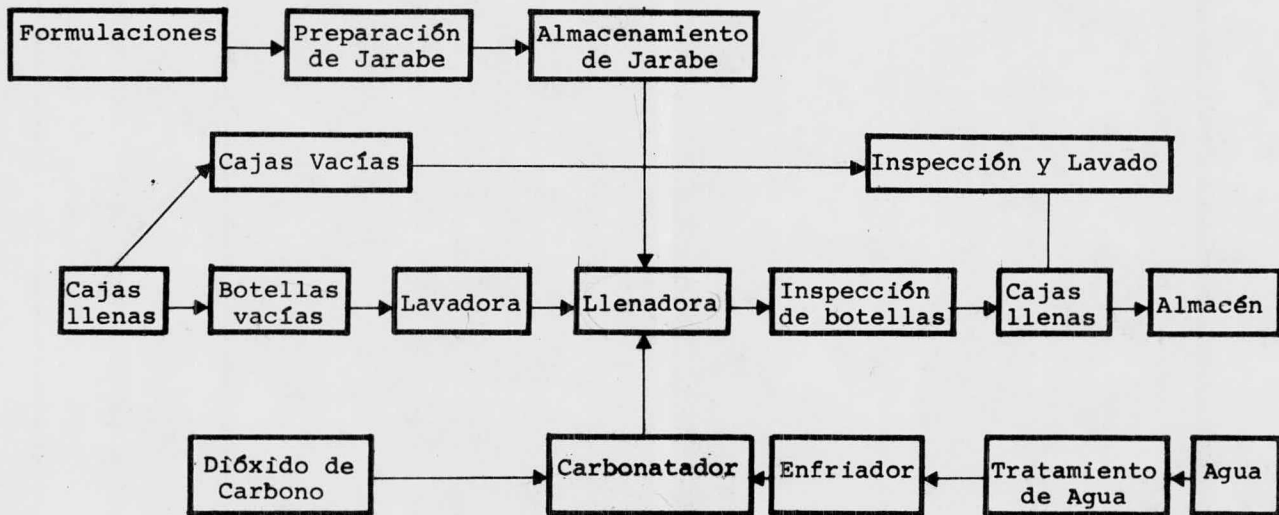


Tabla 3.1. Concentraciones de azúcar en las bebidas carbonatadas. (3)

SABOR	% AZUCAR
Cerveza de abedul	10
Apio	9-10
Cereza	11.5-12
Ginger Ale	9.5-10
Uva	13.5-14
Toronja	12
Cola	10-10.5
Limón	11
Limón-Lima	11
Lima	9
Naranja	13.5-14
Piña	11-12
Cerveza de raíz	11-13
Fresa	12

Tabla 3.2. Relación azúcar: agua para 35 litros de jarabe.(3)

°Bé	AZUCAR (Kg)	AGUA QUE SE AÑADE (litros)
20	15.875	27.91
21	16.783	26.96
22	18.144	26.49
23	19.051	26.02
24	19.956	25.07
25	20.865	24.60
26	22.225	24.12
27	23.133	23.18
28	24.040	22.71
29	25.400	21.76
30	26.308	21.29

32	28.803	19.87
34	31.298	17.97
36	34.020	16.55
38	37.193	15.14
40	39.009	12.77

Cuando se habla del jarabe que se utiliza para la elaboración de los refrescos dietéticos, los agentes de "cuerpo" tienen que incluirse, ya que al carecer de azúcar, la bebida queda sin cuerpo.

Para la preparación del jarabe dietético se requiere de agua purificada a la que se le agrega el agente edulcorante en una concentración igual a la que tendría un jarabe con azúcar, es decir, que el poder dulcificante en los dos jarabes sea el mismo. (Ver Tabla 3.3)

Varios factores intervienen en la manufactura de estos "concentrados dietéticos". Primero, se deben considerar compatibilidades. Por ejemplo, si el ácido tartárico se usa como acidulante, entonces es preferible utilizar ciclamato de sodio y no de calcio como agente edulcorante. Segundo, la acidez aparente con respecto al gusto del ácido cítrico es mayor con los ciclomatos que con azúcar. Se ha sugerido que se use un 10 a 20% menos ácido con los ciclomatos. Tercero, es bueno recalcar que el azúcar no sólo da dulzura a la bebida sino también cuerpo. Por lo tanto, en bebidas endulzadas artificialmente deben considerarse los agentes de "cuerpo". Cuarto, los sabores también se ven involucrados con los agentes edulcorantes artificiales no nutritivos y debe tenerse cuidado al escoger éstos. Si conjuntamos estos factores, obtendremos un jarabe dietético listo para la elaboración del refresco. (3)

Es bueno señalar, que para bebidas de amplia distribución en el país, el jarabe terminado es frecuentemente preparado en una planta central y se distribuye de ésta a las --

embotelladoras. De esta manera, el productor del refresco, ya sea dietético o no, compra el jarabe preparado y solo lo embotella o enlata, para posteriormente encargarse de su venta al público.

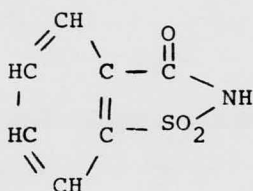
### 3.1.1. Agentes Edulcorantes.

Un agente edulcorante es aquel compuesto, artificial o natural, que posea el poder de endulzar un alimento y en este caso, una bebida. Normalmente el agente edulcorante que más se emplea en los refrescos es el azúcar, granulada o líquida. En este trabajo, se hablará exclusivamente de los agentes edulcorantes no nutritivos, es decir, de aquellos compuestos artificiales que poseen el don de endulzar una bebida sin proporcionar calorías a ésta. Mediante el uso de estos agentes artificiales es posible elaborar una bebida "dietética", es decir, una bebida que no contenga calorías o que las contenga en pequeña cantidad.

#### a) Sacarina:

La sacarina fué sintetizada originalmente por Ira Remsen y C. Fahlberg en la Universidad John Hopkins en 1879.- El sabor dulce de la sacarina fué descubierto accidentalmente cuando Fahlberg se comió un pedazo de pan sin lavarse las manos y notó que el sabor dulce provenía del o-sulfobenzamida que había estado manipulando.

La sacarina se introdujo comercialmente en 1900 y ha permanecido en él desde entonces. Se presenta en dos formas sacarina insoluble y sacarina en sus formas de sales de sodio o calcio. La sacarina en su sal de sodio, también llamada sacarina soluble, es la más común para los alimentos y las bebidas. Además de los nombres de sacarina y o-sulfobenzamida se le conoce con otros nombres poco usados. (1) Su fórmula es,



La sacarina es un polvo blanco cristalino, inodoro, pero con un sabor dulce extraordinario, de 300 a 550 veces -- más dulce que la sacarosa. Esta amplia variación en el poder aparente endulzante, se atribuye a la variación en la respuesta sensorial de cada individuo. En los refrescos, la sacarina es generalmente de 300 a 400 veces más dulce que la sacarosa, dependiendo del sabor y de la formulación del refresco.

Un tipo de sacarina es el conocido como "550", indica las veces que es más dulce que la sacarosa. La sacarina se funde con cierta descomposición a 228°C. Se sublima con mayor calentamiento. No es muy soluble en agua fría, 1 gramo se disuelve en 300 ml de agua fría; 1 gramo se disuelve en 25 ml de agua hirviendo, en 30 ml de alcohol y en 50 ml de glicerol. Es, sin embargo, soluble en soluciones alcalinas y en soluciones de carbonato alcalino.

Por esta razón, la sacarina también se vende como su sal sódica,  $C_7H_4O_3NSNa \cdot 2H_2O$ , con el nombre de sacarina soluble. Este es un polvo cristalino, incoloro e inodoro que es muy soluble en agua, 83g se disuelven en 100 ml. Tiene, más o menos, el mismo poder dulcificante que la sacarina.

Mientras que las sales alcalinas y alcalino-térreas de la sacarina son dulces, las sales formadas con metales pesados son amargas. Se ha demostrado que el sabor dulce de la sacarina desaparece cuando el anillo sulfamida se abre y por la substitución del átomo de hidrógeno del grupo imino por -- otros radicales. (3)



Como se mencionó anteriormente, la sacarina se ha utilizado por muchos años para endulzar ciertos productos -- alimenticios, particularmente, las bebidas no alcohólicas. -- También se ha usado como sustituto del azúcar en las dietas para diabéticos y para disfrazar el sabor de medicinas amargas.

La sacarina no tiene valor alimenticio, por eso, -- la Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos establece que su uso en los alimentos constituye una adulteración al acta de esta Administración, a menos que el producto que la contenga lo anuncie claramente en la etiqueta del mismo. Un ejemplo de la descripción de una bebida que contenga sacarina es la siguiente: "Agua carbonatada, ácido cítrico, -- extracto de raíz, aceite esencial, color artificial y x% de sacarina, un edulcorante artificial no nutritivo que deberá ser usado solo por personas que deban restringir el consumo de azúcares ordinarios". (5)

La Tabla 3.3 sirve de base para la preparación de -- bebidas dietéticas libres de azúcar y de no-calorías. Mientras que la Tabla 3.4 nos sirve para la elaboración de re--- frescos dietéticos de bajo contenido en calorías.

Tabla 3.3. Substitución del azúcar por sacarina. (3)

AZUCAR (Kg)	SACARINA "550" equivalentes (gramos)
0.454	0.91
2.270	4.50
4.540	9.10
11.350	22.50
22.700	45.00
45.400	91.00

Tabla 3.4. Mezclas de azúcar y sacarina. (5)

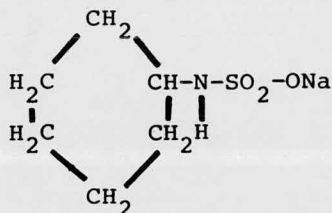
Sacarina + Azúcar		Equivalente de azúcar
mg.	Kg.	Kg.
7.08	3.972	7.945

14.16	7.945	15.890
28.32	15.890	31.780
56.64	31.780	63.560

b) Ciclamatos:

Michael Sveda y L.F. Audreith descubrieron, también accidentalmente, el sabor dulce de los ciclamatos, el de sodio y el de calcio.

El ciclamato de sodio se sintetizó por primera vez en 1937 en la Universidad de Illinois. Se introdujo comercialmente en 1950. Su nombre correcto es ciclohexilsulfamato de sodio, aunque se le conoce con los nombres de ciclamato, sulfamato, sucaryl de sodio, cylan, etc. Su fórmula es,



Originalmente se pensó que era 100 veces más dulce que la sacarina, pero más tarde, con la experiencia de haber trabajado con él, se estimó en solo 30 veces más dulce. El ciclohexilsulfamato de sodio es un sólido blanco cristalino, inodoro, no corrosivo, no higroscópico, y no tiene valor alimenticio. Es compatible con todos los ingredientes usados en la elaboración de alimentos y bebidas, no tiene efecto sobre la vida de almacenamiento de los alimentos o de las bebidas y tiene su dulzura indefinidamente. Es estable en un rango de H de 2.0 a 10.0 y no se vé afectado por temperaturas hasta e 260°C. Es muy soluble en agua, forma soluciones claras e incoloras. (Véase la Tabla 3.5) (3)

Tabla 3.5. Solubilidad en % de peso de los ciclamatos en --  
agua. (3)

Temperatura °C	Ciclamato de sodio % peso	Ciclamato de calcio. % peso
0		17
10	15	
25	18	20
40	28	
50		40
55	40	
70	44	
75		50
100		55

Otra sal del ácido ciclohexilsulfámico que es muy dulce es el ciclamato de calcio. Su fórmula es, - - - --  
( $C_6H_4 \cdot NHSO_3$ )<sub>2</sub>Ca·2H<sub>2</sub>O, ésto es, el ciclohexilsulfamato de -  
calcio dihidratado. Es un sólido blanco cristalino, no hidros-  
cópico, que es de 30 a 40 veces más dulce que la sacarosa. -  
No tiene valor nutritivo. El ciclamato de calcio es muy solu-  
ble en agua y forma soluciones claras e incoloras. (véase la  
Tabla 3.5)

El ciclamato de calcio reacciona con el ácido tar-  
tárico, tartaratos, oxalatos y algunos fosfatos, formando sa-  
les de calcio insolubles. Consecuentemente, es preferible --  
usar el ciclamato de sodio en aquellas formulaciones en don-  
de se pueda formar un precipitado de calcio. (3)

Cabe mencionar, que al igual que la sacarina, la -  
Administración de Alimentos y Drogas de Estados Unidos, exi-  
ge que en la etiqueta del producto que contenga estos agen-  
tes edulcorantes, se establezca su contenido y el porcentaje  
de ciclamato.

En 1969, la Administración de Alimentos y Drogas -  
de Estados Unidos, prohibió el uso de los ciclamatos en cual-  
quier tipo de alimento, arguyendo que era nocivo para la sa-

lud. Sin embargo, en enero de 1974 se solicitó a la misma dependencia la reaprobación del uso de los ciclamatos en alimentos y bebidas, basándose en estudios realizados en Europa y Japón, tendientes a refutar la validez del estudio realizado en 1969 que guió a la prohibición de su uso.

La petición se acompaña de los reportes completos - de los estudios de ingestión de ciclamatos y de combinaciones de ciclamato con sacarina. Las instituciones que realizaron - estos estudios son: The German Cancer Institute; The Food and Drug Administration; the British Industrial Biological ----- Research Association; Eppley Institute for Cancer Research; - Albany Medical College; Osaka University; y el Chester Beatty Research Institute.

Los resultados nos dicen que no hay evidencia de -- que los ciclamatos afecten la fertilidad, la reproducción, el corazón o el riñón, ni que sea un compuesto carcinógeno. También se señala que el ciclamato no se acumula en el cuerpo y que éste lo desaloja en las siguientes 8 horas a su ingestión. No se reportó ningún efecto en las personas que ingirieron de 5 a 12 gramos diarios, lo que equivale a 24 botellas de re--- fresco dietético. (1,6)

México, haciendo eco a la medida tomada en Estados- Unidos, prohibió su uso en 1969. La industria de refrescos -- dietéticos en nuestro país sufrió, con esta prohibición, un - severo golpe para su desarrollo.

c) Dulcin:

El dulcin fué utilizado en Estados Unidos como agente edulcorante por más de 50 años, hasta que una investigación de la Administración de Alimentos y Drogas llegó a la -- conclusión de que su toxicidad era de tal magnitud que era me gor prohibir su uso en cualquier tipo de alimento.

Al dulcin también se le conoce con el nombre de --- p-fenetilcarbomida, sucrol y otros nombres. Su fórmula es, --

$\text{NH}_2\text{CONHC}_6\text{H}_4\text{OC}_2\text{H}_5$ , es un sólido cristalino blanco. Se funde a  $173^\circ\text{C}$ . Es ligeramente soluble en agua; 1 gramo se disuelve en 800 ml de agua fría y en 50 ml de agua hirviendo. No tiene valor alimenticio y es 200 veces más dulce que la sacarosa. (3)

d) Alkoxiaminonitrobenceno:

El 1-alkoxi-2-amino-4-nitrobenceno fué propuesto como un agente edulcorante artificial por Verkade en 1946. En un principio fué bien recibido ya que era mucho más dulce que la sacarina, así pues, se utilizaba en menor cantidad y además no tenía el sabor final amargo que presenta la sacarina. El 1-n-propoxi-2-amino-4-nitrobenceno o p-4000 como era llamado porque se consideraba 4000 veces más dulce que la sacarosa, no ha sido aprobado para su empleo en los alimentos, ya que la Administración de Alimentos y Drogas indicó que podía ser altamente tóxico. (3)

e) Otros Agentes Edulcorantes:

Día a día nos encontramos con nuevas investigaciones y nuevos estudios tendientes a encontrar otros agentes edulcorantes. Sin embargo, el problema no es sencillo, ya -- que una vez que se encontró un agente edulcorante nuevo, ya sea artificial o natural, se le tienen que hacer muchos estudios en relación a los posibles efectos que cause sobre el -- cuerpo humano, y ésto significa dinero, esfuerzo y mucho --- tiempo. Luego, se tiene que comparar con los agentes edulcorantes ya existentes para determinar cual es económicamente el mejor. De aquí, vemos que el desarrollo de nuevos agentes edulcorantes es difícil y lento.

Hay otros compuestos químicos con poderes endulzantes, pero son pocos los evaluados como agentes edulcorantes-nutritivos.

El manitol es tan dulce como la glucosa y tiene un valor calórico más bajo que los azúcares.

El glicirrhizin es de 50 a 100 veces más dulce que el azúcar, pero tiene un sabor indeseable para las bebidas.

El miralin es un agente edulcorante natural. Es una glicoproteína de la *Synsepalum dulcificum*, con el nombre común de "fruta milagrosa". Tiene un sabor que persiste por una o dos horas, lo que la hace indeseable para un refresco.

El stevioside es un glicosido que puede extraerse de una planta del Paraguay. Se dice que es 300 veces más dulce que la sacarosa. Tiene la fórmula,  $C_{12}H_{21}O_{11} \cdot C_{19}H_{28}CO \cdot C_6H_{11}O_6$  ( $C_{38}H_{60}O_{18}$ ). El problema de la stevioside es que su producción requiere de una mayor inversión que la necesaria para producir la sacarina, por lo que tiene un futuro incierto como agente edulcorante para las bebidas. (1)

Por lo anteriormente expuesto, es de suponerse que en un futuro cercano se seguirán usando como agentes edulcorantes no nutritivos la sacarina y los ciclamatos, que deben ser reprobados para antes de 1980.

### 3.1.2. Agentes de "cuerpo".

[ Una de las ventajas que tiene el azúcar sobre los agentes edulcorantes artificiales, es que ésta da cuerpo a la bebida, como se mencionó anteriormente. Las bebidas que están hechas para aquellas personas que deben limitar el consumo de carbohidratos o de azúcar, esto es, las bebidas dietéticas, - adolecerán de la falta de cuerpo en el refresco a menos que - esto se corrija con la incorporación de una substancia que - tenga un bajo valor de calorías o que no tenga valor calórico o nutricional. A estas substancias se les conoce con el nombre de agentes de "cuerpo". Además, ayudan a cubrir sabores - indeseables en las bebidas o para suavizar sabores. (3)

#### a) Sorbitol:

[ El sorbitol, con fórmula  $HOCH_2 \cdot HCOH \cdot HOCH \cdot HCOH \cdot HCOH \cdot CH_2OH$ , es un polvo cristalino, blanco, seco, inodoro en su estado puro. Funde a  $93^\circ C$ , pero puede variar desde  $87$  a  $97^\circ C$ . Tiene un sabor dulce placentero. Es muy soluble en agua. ]

El sorbitol se vende comercialmente como una solución bajo varios nombres. Arlex es una de estas soluciones de sorbitol. Es una solución acuosa no cristalizante de sorbitol y otros alcoholes relacionados que previenen la cristalización. Es completamente miscible en agua.

El sorbitol contribuye con las mismas calorías que el azúcar a la bebida, pero como solo el 1.0 o 1.5% de sorbitol se usa en la bebida final, en contraste al 9 a 14% de azúcar generalmente utilizada, es obvio que la contribución total de calorías es mucho menor.

Cuando se utiliza sorbitol como agente de cuerpo, no hay que olvidar que también posee poder endulzante y la cantidad de agente edulcorante a emplear deberá reducirse en una cantidad proporcional. (5)

b) Carboximetilcelulosa de sodio:

La carboximetilcelulosa de sodio, también conocida como CMC, cellofas WFZ, fondin, tylosa de sodio, etc., es un polvo fino de color blanco a crema. También se presenta como un sólido higroscópico que es soluble en agua a cualquier temperatura. Es estable en soluciones que van de un pH de 2 a un pH de 10 y no se ve afectada por la presencia de sales. Una bebida final, contiene generalmente de 0.6 a 0.8% de CMC.

La CMC no se ve atacada ni por los jugos digestivos ácidos del estómago ni por los jugos digestivos del intestino, y por lo tanto, no puede ser utilizada por el cuerpo. No tiene valor nutritivo.

Requiere, como otros agentes de cuerpo, de una buena agitación para disolverla en el concentrado o jarabe de la bebida. (3)

c) Otras Substancias:

Además de las ya mencionadas, existen otras sustancias que se han sugerido como agentes de cuerpo. Entre éstas están: la pectina, pectinas demetoxiladas, alginatos y otros derivados de la celulosa. Todas estas sustancias no tienen -

valor nutritivo. Son usadas en concentraciones del orden de - 0.6 a 0.8%. Requieren de buena agitación para disolverse en - el jarabe del refresco. También se menciona al glicerol como agente de cuerpo para las bebidas carbonatadas endulzadas con agentes edulcorantes no nutritivos. (5)

### 3.1.3. Acidos.

Como componentes de las bebidas, los ácidos ocupan el tercer lugar en importancia después del agua y de los agentes edulcorantes. El sabor y la calidad de las bebidas carbonatadas no alcohólicas dependen, en cierta medida, de la cantidad y del carácter del ácido que se añada al refresco. Los ácidos que más se utilizan en la manufactura de los refrescos son: el ácido cítrico, tartárico, fosfórico, láctico y málico. En ocasiones, el ácido acético y el adípico se pueden utilizar. Se debe mencionar, que el ácido benzóico se utiliza como el principal preservativo en los refrescos. Todos estos ácidos, con excepción del fosfórico, son ácidos orgánicos. Todos los ácidos que se emplean en la manufactura de bebidas, incluyendo el fosfórico, deben ser comestibles. (3)

Las principales funciones de los ácidos en las bebidas son: dar a la bebida un ligero sabor ácido o amargo; resaltar el sabor de la bebida; aumentar el efecto de "apagar" la sed al provocar un flujo de saliva en la boca; modificar la dulzura de los agentes edulcorantes y preservar la bebida. La acidulación en las bebidas es también muy importante, porque mata a los microorganismos y produce un medio no apropiado para el crecimiento de los mismos. (1)

El factor más importante para escoger el ácido a -- emplear con un determinado sabor, es su habilidad de resaltar el sabor en cuestión. Sobre esta base, el ácido tartárico, es por ejemplo, el indicado para un sabor de uva; el ácido cítrico para sabores cítricos, y el ácido málico para un sabor de manzana. Sin embargo, es un hecho el que otros factores, ta--



les como el precio y la disponibilidad, intervengan al escoger el ácido a utilizar. (7)

Generalmente, el ácido fosfórico se usa para sabores de cola, root beer, sarsaparilla y sabores similares; - el ácido cítrico se utiliza para sabores de frutas, particularmente para sabores de frutas cítricas y también se usa para ginger ale; el ácido tartárico se emplea para sabores de uva; y el ácido málico se usa para sabores de manzana, apio y cereza. (Ver Tabla 3.6)

Sin embargo, la cantidad apropiada de ácido a utilizar en una bebida, solo se puede determinar probando la bebida, lo que se lleva a cabo con la ayuda de técnicos especialistas en sabor y con pruebas de consumidores. (3)

Tabla 3.6. Sabor, % de ácido, pH y ácido utilizado. (3)

SABOR	% DE ACIDO	pH	ACIDO UTILIZADO
Manzana	0.10	3.5	Málico, cítrico
Cereza	0.10	3.0	Málico, cítrico
Uva	0.10	3.0	Tartárico
Piña	0.12	3.3	Cítrico
Fresa	0.10	3.0	Cítrico
Toronja	0.18	3.0	Cítrico
Limón	0.13	2.7	Cítrico
Lima	0.14	2.6	Cítrico
Naranja	0.08	3.5	Cítrico
Ginger Ale	0.12	2.8	Cítrico
Cola	0.05	2.3	Fosfórico

Los ácidos pueden tener diferentes funciones en la bebida y frecuentemente se utilizan dos o más ácidos. La concentración de cada ácido puede variar según lo quiera la empresa.

Los ácidos utilizados en las bebidas varían en fuerza. Esto se debe a su estructura y a su grado de ionización.- En las Tablas 3.7 y 3.8 podemos observar la fuerza relativa - de los ácidos y sus equivalentes.

Tabla 3.7. Fuerza relativa de los ácidos. (3)

Acido	Peso molecular	Peso equivalente	Fuerza relativa
Láctico	90	90	100
Cítrico	210	70	125
Tartárico	150	75	200
Fosfórico	98	49	650

## a) Acido Cítrico:

El ácido cítrico,  $\text{COOH}\cdot\text{CH}_2\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ , - es un sólido prácticamente incoloro e inodoro, forma cristales, gránulos o polvo. Fue aislado por primera vez por Scheele en 1784 del jugo de limón. Es muy soluble en agua, aproximadamente 133 partes se disuelven en 100 partes de agua fría.

Además de encontrarse en las frutas cítricas, también aparece en la fresa, la piña, la frambuesa, etc. Puede prepararse sintéticamente, por fermentación o por extracción. El ácido cítrico es el principal ácido utilizado en la industria de los refrescos. La razón es que se combina bien con sabores ligeros y de fruta. (Ver la Tabla 3.9). (3)

Tabla 3.8. Equivalentes de los ácidos. (3)

100 gramos de:	es equivalente a:	gramos
Acido Cítrico, hidrato	Acido Tartárico	107
	Acido Láctico, anhid.	129
	Acido Láctico, 50%	257
	Acido Acético, 80%	50
Acido Tartárico	Acido Cítrico, hidrato	93
	Acido Láctico, anhid.	120
	Acido Láctico, 50%	240
	Acido Acético, 80%	47
Acido Láctico, anhidro	Acido Cítrico, hidrato	77.5
	Acido Tartárico	83
	Acido Láctico, 50%	200
	Acido Acético, 80%	39

Acido Láctico, 50%	Acido Cítrico, hidrato	38.8
100 g    88.5 ml	Acido Tartárico	41.5
	Acido Láctico, anhid.	50
	Acido Acético, 80%	19
Acido Acético, 80%	Acido Cítrico, hidrato	200
	Acido Tartárico	214
	Acido Láctico, anhid.	248
	Acido Láctico, 50%	514

b) Acido Tartárico:

El ácido tartárico,  $\text{HOOC}\cdot\text{CHOH}\cdot\text{CHOH}\cdot\text{COOH}$ , es un ácido dibásico que forma cuatro isómeros. El ácido común es el de la forma dextro y se obtiene de las uvas. Aparece como --- cristales incoloros transparentes o como gránulos o polvo --- blanco. Tiene un fuerte sabor amargo. Es muy soluble en agua, 139 gramos se disuelven en 100 ml de agua a  $20^{\circ}\text{C}$ . Como es el ácido característico de las uvas, generalmente se emplea en la preparación de bebidas con sabor de uva. (Ver Tabla 3.10)-  
(3)

c) Acido Málico:

El ácido málico,  $\text{HOCH}(\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH}$ , es el ácido característico de la manzana. Es un sólido blanco o cristalino, es muy soluble en agua.

El ácido málico se encuentra en manzanas, duraznos, cerezas, uvas, piñas y en otras frutas. El ácido fué aislado en 1785 por Scheele y ahora se puede producir sintéticamente. Se recomienda usar este ácido en bebidas carbonatadas con sabor de manzana, cereza y apio.(7)

d) Acido Láctico:

El ácido láctico comercial se vende en varias concentraciones, tal como el ácido láctico comestible al 50% o al 80%. El ácido láctico,  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ , es ampliamente usado como acidulante en la manufactura de bebidas carbonatadas.(1)

## e) Acido Acético.

El ácido acético,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , es uno de los ácidos más conocidos desde hace mucho tiempo. Es un líquido incoloro con un olor penetrante y un sabor agrio. Se ha sugerido usar este ácido como acidulante en las bebidas pero a una concentración no mayor de 20%, ya que ésta solución tendría una equivalencia a una solución de ácido cítrico al 50%. (3)

Tabla 3.9. Soluciones acuosas de ácido cítrico. (3)

$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ %	Bé	Gr.Esp.	Gramos/litro
2	1.1	1.0074	20.15
4	2.1	1.0149	40.60
6	3.2	1.0227	61.36
8	4.3	1.0309	82.47
10	5.5	1.0392	103.9
12	6.5	1.0470	125.6
14	7.6	1.0549	147.7
16	8.6	1.0632	170.1
18	9.7	1.0718	192.9
20	10.8	1.0805	216.1
22	11.8	1.0889	239.6
24	12.8	1.0972	263.3
26	13.9	1.1060	287.6
28	15.0	1.1152	312.3
30	16.0	1.1244	337.3
32	17.1	1.1332	362.6
34	18.1	1.1422	388.3
36	19.1	1.1515	414.5
38	20.1	1.1612	441.3
40	21.2	1.1709	468.4

Tabla 3.10. Soluciones acuosas de ácido tartárico. (3)

$C_4H_6O_6$		Gr.Esp.	Gramos/litros
%	Bé		
1	0.6	1.0045	10.05
2	1.3	1.0090	20.18
4	2.6	1.0179	40.72
6	3.9	1.0273	61.64
8	5.2	1.0371	82.97
10	6.5	1.0469	104.7
12	7.8	1.0565	126.8
14	9.0	1.0661	149.3
16	10.3	1.0761	172.2
18	11.5	1.0865	195.6
20	12.8	1.0969	219.4
22	14.0	1.1072	243.6
24	15.2	1.1175	268.2
26	16.5	1.1282	293.3
28	17.7	1.1393	319.0
30	19.0	1.1505	345.2
32	20.2	1.1615	371.7
34	21.3	1.1726	398.7
36	22.5	1.1840	426.2
38	23.8	1.1959	454.4

## f) Acido Fosfórico:

El ácido fosfórico,  $H_3PO_4$ , es un líquido incoloro e inodoro. Es miscible con agua. Este ácido es ampliamente utilizado como acidulante en las bebidas carbonatadas, particularmente con sabores como cola y root beer, y como estos sabores constituyen la mayor parte en porcentaje de consumo, el ácido fosfórico puede ser el ácido más importante en la industria de los refrescos. Es el ácido más barato de los que se utilizan en la industria embotelladora y el de más fuerza relativa. (Ver Tabla 3.11) (3)

Tabla 3.11. Soluciones acuosas de ácido fosfórico. (3)

Bé	Gr. Esp.	$\frac{H_3PO_4}{\%}$	Gramos/litro
0.6	1.0038	1	10.04
1.3	1.0092	2	20.18
2.8	1.0200	4	40.80
4.3	1.0309	6	61.85
5.8	1.0420	8	83.36
7.3	1.0532	10	105.3
8.8	1.0647	12	127.8
10.3	1.0764	14	150.7
11.8	1.0884	16	174.1
13.3	1.1008	18	198.1
14.8	1.1134	20	222.7
16.3	1.1263	22	247.8
17.8	1.1395	24	273.5
19.2	1.1529	26	299.8
20.7	1.1665	28	326.6
22.2	1.1805	30	354.2
25.8	1.2160	35	425.6
29.4	1.2540	40	501.6
32.9	1.2930	45	581.9
36.4	1.3350	50	667.5
39.9	1.3790	55	758.5
43.3	1.4260	60	855.6
46.7	1.4750	65	958.8
50.0	1.5260	70	1068.0
53.2	1.5790	75	1184.0
56.2	1.6330	80	1306.0
59.2	1.6890	85	1436.0

## g) Acido Ascórbico:

Se utiliza como un antioxidante. Estabiliza la vida del sabor en la bebida. Cuando se utilizan ingredientes de sabor que contienen aldehidos, cetonas o cetoesteres, es aconsejable utilizar este ácido, ya que previene la oxidación de la materia orgánica al oxidarse él mismo, y de esta manera se conserva el sabor del refresco. (7)

## h) Acido Benzóico:

Es el ácido que más se utiliza como preservativo en la industria de las bebidas carbonatadas. El ácido es más efectivo cuando se encuentra en un medio ácido, pH menor a 4.5, y como casi todos los refrescos tienen un pH menor a 4.5, es altamente efectivo en ese medio. (Ver en la Tabla 3.6 los pH de algunos refrescos). (1)

## 3.1.4. Sabores.

La sensación del sabor es en realidad un complejo de sensaciones. No es una sensación bien definida sino la combinación de muchas sensaciones básicas como lo dulce, lo agrio, lo amargo, etc. Otras sensaciones que contribuyen al sabor total son: la temperatura, el "cuerpo", la textura y el color.

El cuerpo es el efecto de la cantidad total de masa presente y está generalmente asociado con el peso y la viscosidad. En las bebidas, es proporcional a la cantidad de azúcar presente. Puede, sin embargo, obtenerse de gelatinas, gomas vegetales, sólidos, etc., como en el caso de los refrescos dietéticos, donde se agrega sorbitol o CMC.

La textura, es el efecto de la distribución de la masa. Si el producto es suave, fino, homogéneo o heterogéneo.

El color tiene un efecto puramente mental, pero muchas bebidas derivan su sensación de sabor de su color. Por ejemplo, muchas bebidas de naranja tienen como sabor predominante al limón; pero debido a que están coloreadas de anaranjado, el consumidor asocia su sabor con la naranja.

jado, el consumidor asocia su sabor con la naranja.

Como un ejemplo general vemos un refresco de ginger ale. Este sabor de ginger ale es el resultado de las sensaciones atribuidas al sabor dulce de la azúcar u otro agente edulcorante, al sabor agrio del acidulante, al sabor penetrante - del jengibre, a las sensaciones de sabor y olor de los otros-componentes del sabor, la sensación cosquillosa de las burbujas de  $\text{CO}_2$  al chocar con las paredes, el paladar y la lengua en nuestra boca, la sensación de frescura debida a la baja -- temperatura del refresco, al efecto de cuerpo de la bebida y finalmente, a la sensación de satisfacción que se obtiene de un buen refresco. (1)

Se puede apreciar, entonces, que el sabor de un refresco es la suma de la acción saborizante de los diversos -- componentes del refresco: el azúcar o agente edulcorante, el ácido, el dióxido de carbono y los materiales saborizantes.

Aunque el agente edulcorante y el ácido influyen -- marcadamente en el sabor de un refresco, el sabor característico resulta de los materiales saborizantes añadidos a él. -- Los principales saborizantes usados en la manufacturas de las bebidas vienen de diferentes formas: como extractos alcohólicos o esencias, como soluciones acuosas y emulsiones, como soluciones de saborizantes en glicerol y en propilen glicol, y en concentrados de jugo de fruta.(8)

Los ingredientes del sabor de un refresco con carácter de aceite-esencia, frecuentemente requieren de una extracción con alcohol de la fuente de materia prima. Se pueden -- preparar emulsiones cuando la solubilidad en agua es baja, o soluciones en glicerol o propilen glicol.

Hay ciertos criterios con los que un saborizante de refresco debe cumplir. Estos criterios son: la solubilidad, - la fidelidad del sabor, la resistencia a la acidez, la no contaminación, y algunos otros criterios de menor importancia.(9)



## a) Solubilidad:

Posiblemente este es el criterio más importante -- que debe cumplir un saborizante para su uso en una bebida. -- Siendo una característica esencial, es frecuentemente necesario eliminar ciertos componentes que normalmente se presentan en un material saborizante natural, los cuales no son solubles en agua, como un aceite esencial. Por ejemplo, si se desea obtener un refresco perfectamente claro de limón o sabor naranja, es necesario utilizar saborizantes cítricos donde la concentración de terpeno se haya reducido.

Como factor adicional a considerar está el hecho -- de que si el saborizante no es completamente soluble y si se desea un refresco claro, se hace necesario filtrar el jarabe o aún la bebida. Esto no solo aumenta un paso innecesario en el proceso de embotellado, sino que resulta en una pérdida -- de material saborizante.(9)

## b) Fidelidad del Sabor:

Debido a que las bebidas carbonatadas no alcohólicas están en contacto con la boca por solo un período transitorio de tiempo, la necesidad de la fidelidad del sabor no -- es tan grande como en el caso de un producto que permanezca en la boca un mayor tiempo, por ejemplo, un dulce. Por el -- contrario, si un refresco tuviera un sabor que permaneciera fiel en la boca, se vería como una desventaja de la bebida.

Esta falta de necesidad de fidelidad del sabor en los refrescos fué explotada comercialmente en años anteriores, llegando al hecho de que la bebida no sabía al sabor -- anunciado. En años recientes, los sabores naturales han tenido una mayor aceptación y el uso de sabores reales de fruta -- dá una ventaja competitiva.(9)

## c) Resistencia a la Acidez:

Como la mayoría de los refrescos tienen un relativamente bajo pH, ésto es, relativamente alta acidez, es necesario que los componentes saborizantes resistan a la descom-

posición atribuida al ácido o a la oxidación acelerada del -- ácido. (9)

d) No contaminación:

Es muy importante que el saborizante de un refresco no contamine la bebida, ya que ésta no es tratada con calor.- En algunos sabores, la concentración del ácido es suficientemente alta como para reducir el peligro de contaminación. --- Cuando se utilizan extractos alcohólicos, particularmente si la concentración del alcohol es mayor al 20%, el alcohol actuará como un preservativo. En el caso de aquellas bebidas -- que utilicen jugos de frutas o pulpas, el problema será más -- complejo y se tendrá que usar un preservativo químico, como -- el benzoato de sodio. (9)

e) Otros criterios:

La resistencia a la destrucción por calentamiento -- no es una característica esencial para un saborizante de re-- frescos. Sin embargo, deben soportar temperaturas del orden -- de los 40°C en un medio ácido.

Los materiales saborizantes pueden clasificarse de-- una manera simple en tres grupos: saborizantes naturales, sa-- borizantes fortificados y, saborizantes sintéticos o artifi-- ciales. (3, 9)

a) Saborizantes Naturales: (9)

Los saborizantes naturales pueden agruparse en va-- rias categorías, principalmente como aceites esenciales, --- oleoresinas, extractos de sabor y saborizantes de frutas. Los últimos tres, pueden agruparse en otro grupo como saborizan-- tes reales de fruta.

I. Aceites Esenciales:

Los aceites esenciales son los productos que se ob-- tienen del reino vegetal, en donde las características de sa-- bor y olor se concentran. Hay cuatro grupos principales de -- aceites esenciales de acuerdo a su método de preparación. Pri

mero están los aceites obtenidos por destilación; segundo, - los aceites derivados de una extracción por solvente; tercero, los obtenidos por expresión; y cuarto, aquellos preparados por impregnación. Para el uso en las bebidas, los métodos más importantes son la destilación (aceite de jengibre, - aceite dulce de abedul, aceite de pirola, y algunos aceites cítricos, particularmente el de lima) y la expresión (aceites cítricos de naranja, limón, lima, tangerina, uva, etc., - obtenidos al presionar la cáscara de la fruta).

Cabe señalar, que la mayoría de los aceites esenciales son mezclas de hidrocarburos, tales como los terpenos y los sesquiterpenos; compuestos oxigenados, como los ésteres, alcoholes, éteres, cetonas, lactonas, fenoles y compuestos de más de un grupo funcional; y pequeñas cantidades de - sustancias relativamente volátiles, tales como ceras, parafinas, etc.

Los compuestos oxigenados son los componentes principales del sabor, aunque los terpenos y sesquiterpenos tienen también cierto valor saborizante.

## II.- Oleoresinas:

Las oleoresinas del tipo farmacéutico son extraídas por solvente de una planta determinada de la que la mayor porción del solvente es eliminado por destilación y el solvente restante por evaporación, dejando una masa suave y oscura. Las principales oleoresinas usadas como saborizantes para las bebidas son las de jengibre y la del pimiento.

## III. Saborizantes reales de fruta:

Este tipo de saborizante puede producirse mediante una destilación alcohólica, una vaporización y destilación - flash, una maceración, una coladura de la fruta y por la concentración de la fruta exprimida y de los jugos de fruta.

La esencia de sabor puede definirse como una solución de una mezcla de un éster saborizante o de materiales y sustancias saborizantes en alcohol.

La diferencia entre el extracto y el saborizante, es que el primero tiene que encontrarse en un vehículo, sol--vente, que es el alcohol etílico, mientras que el segundo puede encontrarse en cualquier solvente o vehículo exceptuando el alcohol etílico.

Entre los saborizantes reales de fruta comunmente usados están los de cereza, uva, frambuesa y fresa.

Existe otro tipo de saborizante real de fruta, ---- aquel en que el 50% del saborizante proviene de la fruta indicada y nunca más del 50% restante proviene de otros saborizantes naturales. La adición de los saborizantes naturales facilita el incremento en la fuerza del sabor.

b) Saborizantes Fortificados:

En algunas ocasiones los saborizantes reales de fruta no tienen el poder saborizante deseado. Algunos intentos se han hecho para incrementar este poder, añadiendo otros saborizantes naturales, como se mencionó anteriormente.

La intensificación o la fortificación de este poder a un grado más alto, puede obtenerse por la adición de compuestos poderosamente saborizantes, como el beta-ionone en el caso del sabor de frambuesa y el alil caproato en el caso del sabor de piña.

c) Saborizantes Artificiales:

El reconocimiento de la similitud del sabor y del olor de los compuestos orgánicos sintetizados y aislados durante la primera época de crecimiento de la química orgánica en el siglo XIX, al sabor y olor de las sustancias naturales saborizantes, condujo al uso de soluciones alcohólicas de estos compuestos sintéticos como saborizantes artificiales.

Debe señalarse, que por el año de 1900, el uso de los saborizantes artificiales era tan común, que casi todos los sabores eran hechos con saborizantes sintéticos.

Las sustancias saborizantes son usadas para prepa-

rar ciertas mezclas básicas de sabor que pueden llamarse "mezclas de éster saborizante". Estas mezclas son sustancias y materiales saborizantes, que tienen un olor y sabor muy parecido a los aceites naturales obtenidos de frutas, semillas, nueces, raíces, hojas, hierbas, especies, etc., y no contienen solventes ni diluyentes como el alcohol, glicerol o propilen glicol.

Por otro lado, ya se mencionó que los componentes saborizantes usados para la preparación de sabores para las bebidas, eran compuestos orgánicos como los ésteres, aldehidos, cetonas, éteres, lactonas, alcoholes, ácidos, hidrocarburos, terpenos y mercaptanos.

Saber combinar los sabores y las mezclas de éster saborizante es tanto una ciencia como un arte. De acuerdo a algunos conocedores, la adición de una gota de exceso de un material fuertemente saborizante, puede arruinar la composición final del sabor, tal como una gota de exceso de un componente de un perfume puede arruinar la formulación del perfume. Esta opinión puede ser exagerada, pero nos sirve para enfatizar la necesidad de la precaución y de la exactitud en la preparación de la mezcla saborizante.

### 3.1.5. Colores.

Los colores agradables hacen a una bebida más atractiva y deseable. La función que tienen los colores en las bebidas es sencilla, agradar al consumidor. De aquí, que todos los productores de refrescos se esmeren en presentar al público una bebida con un color apropiado a ella.(3)

Los colorantes empleados en las bebidas pueden agruparse en tres grandes categorías: colorantes naturales, colorantes artificiales y colorantes sintéticos. Para los propósitos de la manufactura de bebidas, es necesario distinguir entre los colores artificiales, éstos es, colorantes hechos, mediante algún artificio, de materias naturales, y los colores netamente sintéticos. En la elaboración de las bebidas carbo-

natadas no alcohólicas, los colorantes más importantes son -- los artificiales y los sintéticos. (7)

Los colores naturales no se emplean ampliamente en la preparación de los refrescos debido a las ventajas que representa el uso de los colores sintéticos. Una de ellas, es el poder colorante. El poder de algunos tintes sintéticos es tan alto que bastan 30 ml para colorear 960 litros. De hecho, frecuentemente se utiliza una concentración de una parte en 100,000. (3)

Los colores sintéticos pueden clasificarse de acuerdo a su uso en la industria de refrescos como: primarios, secundarios y terciarios. Un color primario es aquel que emplea un solo color, sin mezclas. Un color secundario consiste de una mezcla de dos o más colores primarios, y el color terciario es el que emplea una mezcla de colores secundarios y un color primario. (7)

#### a) Colores Naturales:

Son pocos los colores naturales que se emplean para colorear las bebidas. Los más importantes son: el de cereza, el de frambuesa y el de fresa. Generalmente, cuando se emplean estos sabores, también se añaden colorantes sintéticos, particularmente en los refrescos de uva, donde el color deseado es muy subido. (8)

#### b) Colores Artificiales:

Existe solamente un colorante artificial importante. Este es el color caramelo. Se define como la solución acuosa concentrada del producto que se obtiene al calentar el azúcar o la glucosa hasta que el sabor dulce se destruye y resulta una masa oscura uniforme. Debe notarse que el color caramelo se define como artificial, ya que está hecho por el artificio de "quemar" el azúcar. El caramelo es un líquido viscoso café oscuro a negro que tiene un olor característico de azúcar quemada. Tiene un sabor amargo. Es soluble en agua y una parte disuelta en 1000 partes de agua forma una solución-

con un color naranja-amarillo.

El caramelo es ampliamente utilizado como colorante, pero debe mencionarse que también tiene ciertas propiedades saborizantes. Su principal uso en la industria refresquera es para la coloración de las bebidas con sabor de sarsaparilla, root beer, algunos ginger ales, etc. (1)

c) Colorantes Sintéticos. (3)

Los colores sintéticos de alquitrán de hulla que se usan en los Estados Unidos con permiso del gobierno, se conocen como "colores certificados". Para poder ser usados, deben someterse a un procedimiento llamado "certificación". Consiste en enviar a la Administración de Alimentos y Drogas muestras de estos colorantes, para que los analistas y científicos del gobierno analicen química, bioquímica y toxicológicamente si el tinte o color posee substancias deletéreas. Cuando los tintes son producidos para la industria textilera u otras, contienen impurezas que pueden ser tóxicas al ser humano. Estas impurezas no les quita valor industrial, pero son altamente cuestionables en un producto preparado para el consumo humano.

Los colores certificados que se usan en Estados Unidos están controlados por la Administración de Alimentos y Drogas. Esta agencia les ha asignado ciertos nombres particulares. Se les conoce como los colores FD&C (Food and Drug-certified colors). En la Tabla 3.12 se muestran las cantidades recomendadas de color a emplearse en las bebidas.

Tabla 3.12. Soluciones recomendadas en agua de los colores FD&C. (3)

FD&C	No.	Tono	Máximo recomendado en agua ml/litro a 70°C
Azul	1	Azul verdoso	234.36
Azul	2	Azul	11.72
Verde	1	Verde azulado	156.24

Verde	2	Verde azulado	257.79
Verde	3	Verde azulado	179.67
Rojo	1	Rojo Cereza	117.18
Rojo	2	Rojo magenta	140.61
Rojo	3	Rosa	124.99
Rojo	4	Rojo cereza claro	70.31
Amarillo	5	Amarillo limón	140.62
Amarillo	6	Anaranjado	156.24
Violeta	1	Violeta	156.24

No todos los colores enlistados en la Tabla 3.12 -- pueden utilizarse en las bebidas. Solo se pueden usar el FD&C azul 1, FD&C rojo 1, 2 y 4, FD&C amarillo 5 y 6 y el FD&C violeta 1. Los otros no pueden emplearse por varias razones. Unos pueden no ser resistentes a la luz; otros pueden precipitarse por la presencia de un ácido, y como los refrescos contienen ácidos, estos colores no pueden usarse. Los colores permitidos pueden usarse solos o mezclados.

En la Tabla 3.13 pueden apreciarse varias combinaciones de los colores de la FD&C en mezcla con un vehículo como el alcohol, glicerol, propilen glicol, etc., y agua.

Tabla 3.13.- Formulaciones de Colores. (3)

Cereza

FD&C rojo # 1	591.4 ml
Alcohol	887.1 ml
Agua, suficiente para	18.925 litros

Limón

FD&C Amarillo # 5	739.25 ml
Glicerol	887.1 ml
Agua, suficiente para	18.925 litros

Limón-Lima

FD&C Amarillo # 5	591.4 ml
FD&C Azul # 1	14.785 ml



Propilen Glicol	887.1 ml
Agua, suficiente para	18.925 litros

Uva	
FD&C Rojo # 2	443.55 ml
FD&C Azul # 2	147.85 ml
Glicerol	887.1 ml
Agua, suficiente para	18.925 litros

Uva	
FD&C Rojo # 2	739.25 ml
FD&C Azul # 1	73.925 ml
Propilen glicol	887.1 ml
Agua, suficiente para	18.925 litros

Naranja	
FD&C Amarillo # 6	650.54 ml
FD&C Amarillo # 5	147.85 ml
FD&C Rojo # 1	266.13 ml
Glicerol	887.1 ml
Agua, suficiente para	18.925 litros

Naranja	
FD&C Amarillo # 5	961.025 ml
FD&C Rojo # 1	53.226 ml
Propilen glicol	887.1 ml
Agua, suficiente para	18.925 litros

Fresa	
FD&C Rojo # 2	502.69 ml
FD&C Rojo # 1	88.71 ml
Propilen glicol	887.1 ml
Agua, suficiente para	18.925 litros

Fresa	
FD&C Rojo # 2	517.475 ml
FD&C Amarillo # 5	73.925 ml
Glicerol	887.1 ml
Agua, suficiente para	18.925 litros

### 3.2. Agua y su Tratamiento.

El agua es insípida, incolora, inodora y necesaria para la existencia de los humanos y otras formas de vida. --- Puede ser un transportador de buenos o malos solutos o suspensiones - azúcares, sabores, gases, ácidos, colores, minerales vitaminas, bacterias, hongos, etc. Las impurezas que afectan el sabor del agua incluyen: algas, protozoarios, levaduras, - hierro, magnesio, alcalinidad, turbidez, azufre y carbohidratos. Para las bebidas, el agua debe purificarse de aquellos - materiales indeseables y dejar los deseables. La razón básica de las bebidas es "apagar" la sed. (8)

El agua es básica para la bebida terminada. Como el sabor, es una parte integral de la bebida. Es el vehículo que lleva el azúcar, el sabor, el ácido, el color y el dióxido de carbono. Más del 85% del volumen de una bebida es agua. El -- agua debe ser de suficiente calidad como para mantener el balance correcto de los ingredientes saborizantes y, al mismo - tiempo, no debe de contribuir con sustancias que puedan afec tar el sabor o la apariencia de la bebida. Para mantener cons tantemente una alta calidad en el agua, es esencial utilizar- agua tratada. Para entender el por qué se requiere agua trata da para la elaboración de las bebidas, debemos empezar con un estudio de las fuentes del agua y sus impurezas. La mayor -- parte del agua proviene del oceano, por evaporización llega a las nubes y desciende de ellas en forma de lluvia. Cuando la- lluvia cae a la tierra, recoge impurezas como el CO<sub>2</sub>, polvo - nitrógeno, oxígeno, hierro y otros gases atmosféricos. Forma- lagos y ríos, recolectando pequeñas cantidades de partículas- de suelo, bicarbonatos, carbonatos, bacterias, algas, y otros

materiales. De aquí que el agua ordinaria contenga impurezas en diferentes grados y éstas afectan el sabor.

Las fuentes del agua utilizada para la manufactura de los refrescos pueden ser clasificadas como: (a) aguas superficiales, que abarcan a las corrientes de arroyos, riachuelos y ríos que forman depósitos, lagunas y lagos; (b) aguas subterráneas, que se clasifican a su vez en manantiales, pozos profundos, y pozos de poca profundidad y ; (c) aguas de lluvia.

Estas fuentes pueden rearrreglarse en orden de su claridad normal antes del tratamiento como sigue: (a) pozos profundos, (b) pozos poco profundos, (c) manantiales, (d) aguas de lluvia, (e) depósitos, (f) lagos, (g) corrientes y (h) lagunas. Pueden también agruparse de acuerdo a su contenido de minerales, en este caso, las aguas de lluvia son las menos afectadas, las aguas superficiales contienen pequeñas cantidades de minerales, y las que tienen más minerales son las aguas subterráneas. (3)

El agua que se utiliza en los refrescos no tiene que ser químicamente pura, pero debe ser de una calidad standard para que no afecte el sabor, el olor o la apariencia de la bebida. Los standards que deben satisfacer las aguas empleadas se enlistan en la Tabla 3.14.

Tabla 3.14. Standards para el agua. (1)

Impurezas	Tolerancia Máxima
Alcalinidad Total	50 ppm
Sólidos Totales	550 ppm
Hierro o Magnesio	0.2 ppm
Cobre o Magnesio	Ninguna
Cloro residual	Ninguna
Olor	Ninguna
Sabor	Ninguna
Color	Ninguna
Turbidez	1.0 ppm

Microorganismos

Ninguna

El equipo para el tratamiento del agua se comprende generalmente de (a) alimentaciones químicas para sulfato ferroso, alumbre, sosa, cal, hipoclorito, etc., (b) filtros de arena, (c) filtros de carbón activado, (d) filtro pulidor, y (e) deaerador.

La operación se lleva a cabo de la siguiente manera: las cantidades medidas de los productos químicos y del agua se mezclan en el tanque de reacción. Los productos químicos se mezclan hasta que la reacción produce un precipitado insoluble que se sedimenta en el fondo del tanque. El agua clarificada del tanque de tratamiento pasa a través del filtro de arena para la eliminación de substancias suspendidas que estén en el agua tratada. Luego, el agua fluye del filtro de arena al purificador de carbón activado, aquí se eliminan los sabores y olores indeseables y, finalmente, el agua pasa a través del filtro pulidor para asegurar que todas las micropartículas hayan sido eliminadas. (7)

Filtros:

La filtración puede definirse como el proceso mediante el cual se eliminan pequeñas partículas de materia suspendidas en el agua, pasando ésta a través de un medio poroso. En una planta embotelladora, el filtro de arena tiene esa función. El filtro se carga con grava y arena. Las partículas más finas de arena se colocan en la capa superior del filtro, con las más grandes en el fondo. El diseño de los filtros de arena depende, en cierta manera, de su tamaño. Casi todos los filtros, sin importar su tamaño, poseen cuatro capas de grava. La capa de arena tiene generalmente 61 centímetros de profundidad. En la Tabla 3.15 se aprecian los diferentes tamaños de la grava que se emplea. (1)

Tabla 3.15. Tamaño de grava y su profundidad de capa. (1)

Tipo	Tamaño (centímetros)	Profundidad (Centímetros)
Aspero	3.8-4.45	7.62-20.32
Medio	1.9-1.27	6.35
Fino	1.27-0.635	6.35
Extra Fino	0.635-0.317	7.62

El purificador de carbón activado es más que un filtro. Está diseñado para eliminar del agua tratada el cloro y otros olores y sabores. El agua debe entrar completamente purificada a esta unidad, ya que la vida activa del carbón activado depende de la cantidad de material eliminado del agua.

La capacidad de los filtros de arena y de los de -- carbón activado se dan en la Tabla 3.16.

Tabla 3.16. Capacidades de los Filtros. (1)

Diámetro (centímetros)	Litros (por hora)
40.64	643.45
50.80	984.10
60.96	1438.30
76.20	2233.15
91.44	3217.25
106.68	4352.75
121.92	5677.50
137.16	7229.35
152.40	8932.60

Al filtro que se coloca después del purificador de carbón activado se le llama "pulidor de agua". Este filtro -- elimina las pequeñas partículas de moho o material turbio que todavía pueda contener el agua. El medio filtrante de estos -- filtros son unos paños de algodón preparado, asbestos o de pa -- pel. Pueden usarse en combinaciones de estos materiales. El -- medio filtrante debe cambiarse frecuentemente según se crea -- conveniente. (7)

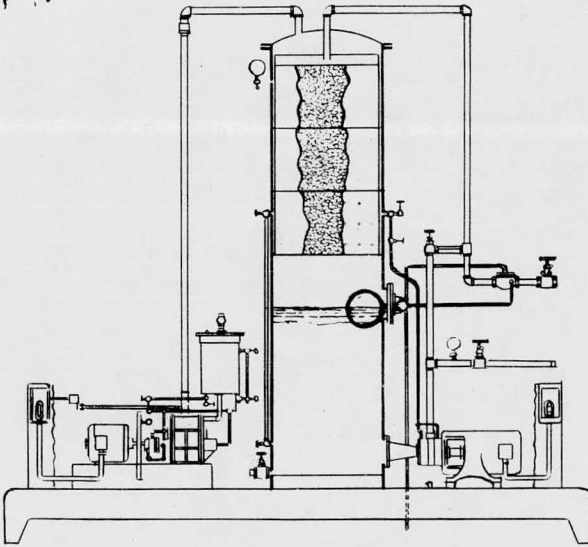
Deaereador:

El agua tratada que viene de los filtros finales --

contiene aire. La presencia de aire en el agua presenta varias desventajas, como se verá posteriormente en el tema de Carbonatación y en el de Descomposición.

Un método para la deaeración es el de someter al agua bajo vacío. Uno de los equipos de este tipo, consiste en un tanque de acero cubierto por heresia. Un domo cubre el tanque. En la parte superior del tanque se colocan charolas conteniendo anillos de porcelana. Estos anillos "parten" el agua y proveen, y de esta manera, superficies para que el aire escape rápidamente del agua. El vacío se produce con una bomba de vacío montada en la base del equipo. (Véase la Figura 2). (3)

Figura 2. Deaerador. (3)



El agua deaerada se recolecta en un depósito en la parte baja del tanque, donde todavía se encuentra a bajo vacío, y donde se le puede bombear hacia el siguiente equipo.

### 3.2.1. Requerimientos. (3)

Los requisitos que debe satisfacer el agua para -- usarse en los refrescos son: que el agua sea clara, incolora, inodora, libre de sabores indeseables, libre de hierro, libre de materia orgánica, baja en alcalinidad y estéril.

#### a) Agua Clara:

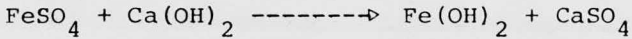
El agua clara o purificada es esencial para la manufactura de los refrescos, primero, porque va a realzar la apariencia del producto final, segundo, no estarán presentes núcleos para la liberación del  $\text{CO}_2$  disuelto y, tercero, se podrán evitar las reacciones con los saborizantes y colorantes en la bebida.

Casi todas las aguas, particularmente las aguas superficiales, tienen varios grados de turbidez causados por la dispersión de partículas coloidales en el agua. Estas partículas coloidales, ya sean inorgánicas u orgánicas, no pueden ser filtradas por los métodos ordinarios en donde se emplean filtros bolsa o de arena. Las partículas coloidales deben ser coaguladas para que posteriormente sean eliminadas del agua. Se utilizan generalmente compuestos químicos como la sosa o cal, y el sulfato ferroso o el alumbre para coagular estas partículas coloidales.

El agua obtenida por este tratamiento no estará todavía suficientemente purificada y requerirá de operaciones posteriores. Los pasos adicionales serán los de pasar el --- agua a través de filtros de arena o de calcita, de una sección de carbón activado y de un filtro de disco, este último, para dar al agua una última "pulida".

La coagulación en el tratamiento de aguas es el -- proceso por el que las impurezas suspendidas, tales como la turbidez y el color, se combinan mediante una reacción química formando partículas grandes de suficiente densidad para sedimentarse y separarse del agua. Esta reacción química no ocurrirá ordinariamente, sino que necesita del sulfato ferroso como un coagulante para que se cumpla.

La reacción coagulante será:



b) Agua Incolora:

Para asegurar una uniformidad en el color durante todos los pasos en la manufactura de las bebidas carbonatadas y para evitar interferencias con el color añadido al agua, es mejor empezar la operación con agua incolora. El color en el agua generalmente indica la presencia de materia orgánica.

Las aguas superficiales se encuentran frecuentemente coloreadas debido a que levantan materia orgánica o vegetal o porque se contaminan con aguas de pantano. Las aguas subterráneas, sin embargo, rara vez se encuentran coloreadas.

Este tipo de coloración puede ser eliminada por oxidación mediante el empleo de compuestos clorados, que más tarde se verán.

c) Agua sin Sabor:

El agua que se usará en la manufactura de los refrescos deberá estar libre de cualquier sabor extraño, ya que si ésta condición no se cumpliera, sería muy difícil controlar el sabor del refresco durante su elaboración. Posiblemente el factor más importante en el sabor del agua es la alta alcalinidad. La presencia del hierro también afectará adversamente el sabor del agua. Otro factor a considerar es la cantidad de compuestos clorados que se agreguen al agua.

d) Agua Inodora:

El agua que quiera emplearse en la elaboración de las bebidas carbonatadas deberá estar libre de olores indeseables. Entre las sustancias que pueden causar estos olores están los sulfuros de hidrógeno y otros sulfuros, fenoles y clorofenoles. El método más común para la eliminación del sulfuro de hidrógeno es la clorinación, pero a veces también se utiliza la aereación. El exceso de cloruros y de los malos olores clorofenoles puede eliminarse usando un filtro de --



carbón activado.

e) Hierro:

Es de suma importancia que el agua para las bebidas carbonatadas esté libre de hierro. De hecho, el requisito de la eliminación del hierro en las aguas para los refrescos es más estricta que aquel para las aguas potables. El agua de re fresco debe contener menos de 0.1 ppm de hierro, mientras que el agua potable puede contener hasta 0.3 ppm de hierro y magnesio. Esto se debe a varias razones: (a) el hierro puede precipitarse como una de sus sales en la botella, formando un -- anillo amarilloso o rojizo de hidróxido férrico; (b) puede -- reaccionar y precipitarse junto con los colorantes usados en la bebida; (c) puede afectar el sabor de la bebida, ya sea -- por su presencia o por reaccionar con los componentes del sabor.

Los tres métodos principales para eliminar el hierro de las aguas son: (a) aereación por oxidación, con los pa sos subsecuentes de asentamiento y filtración; (b) tratamiento con zeolita de magnesio; y (c) intercambio de cationes.

f) Materia Orgánica:

La presencia de materia orgánica en el agua que se utiliza para el embotellado es indeseable, porque puede causar un espumado no necesario; puede hervir durante el llenado y esto causaría una pérdida de  $\text{CO}_2$  al abrirse la botella; pue de hacer del agua un medio propicio para el crecimiento de mi croorganismos; y el agua puede considerarse como hechada a -- perder porque la materia orgánica en el agua pudo haber sido extraída de depósitos de animales muertos, materia vegetal y de desperdicios humanos, animales e industriales.

Algunas de estas materias orgánicas pueden eliminar se por coagulación y filtración. El resto de las materias orgánicas se destruyen por el hipoclorito de calcio u otro agen te sanitario usado en el proceso de esterilización.

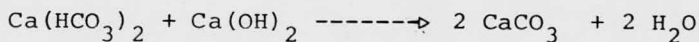
## g) Agua de baja Alcalinidad:

Un paso importante en la preparación de agua adecuada para las bebidas, es la producción y mantenimiento de ---- aguas de baja alcalinidad. El límite superior de alcalinidad en el agua es de 80 a 110 ppm, sin embargo, algunos embotelladores mantienen la alcalinidad en 20 ppm.

Las cuatro principales razones para reducir la alcalinidad de las aguas usadas en las bebidas son: (a) producción del sabor óptimo en las bebidas; (b) proteger contra la descomposición manteniendo la acidez correcta y no neutralizando la acidez del jarabe de la bebida; (c) eliminar los sabores atribuidos a las sales alcalinas y; (d) producir una bebida de sabor y calidad uniforme.

Para reducir la alcalinidad del agua se le añade a ésta cal hidratada. La cal reacciona químicamente con los bicarbonatos de calcio y magnesio en el agua, las sustancias principales que causan la alta alcalinidad, y forma precipitados que se asientan en el tanque de retención.

La reacción que se lleva a cabo en la reducción de la alcalinidad es:



## h) Agua Estéril:

Existen diversos métodos mediante los cuales el agua puede ser esterilizada. Los métodos de destilación, exposición a rayos ultravioleta, gamma, vibración sónica, ultrafiltración, otros tipos de filtración, etc., son algunos de ellos. Sin embargo, el más utilizado para la industria de la manufactura de bebidas es el uso de compuestos que al reaccionar liberen cloro. El compuesto más usado es el hipoclorito de calcio.

El cloro se añade al agua con el objeto de matar -- las bacterias, la vida animal; así como eliminar otra materia orgánica que cause un mal sabor y olor al producto final. El cloro se añade en forma de hipoclorito de calcio. El cloro ac

túa como desinfectante y como agente blanqueador en el agua.- La cantidad de cloro en ppm que se desean en el agua se obtiene en la Tabla 3.17.

Tabla 3.17. Cantidades de cloro que se añaden a 3785 litros-de agua. (1)

PPM de Cloro que se desea en agua	Cloro 5%	Cloro 15%	Cloro 50%	Cloro 70%
	las cantidades están en ml.			
4	283.87	94.62	29.57	20.70
6	413.98	141.94	44.35	29.57
8	567.75	189.25	59.14	41.40
10	709.68	236.56	76.88	53.23
12	857.53	283.87	91.67	65.05

Se había mencionado anteriormente la necesidad de - eliminar el exceso de cloro en el agua. Esto se hace pasando el agua a través de un filtro de carbón activado. El carbón - activado tiene la propiedad de absorber, esto es, recolectar - en su superficie, ciertos vapores, compuestos orgánicos oloros y colores, eliminándolos de las soluciones.

### 3.2.2. Equipos. (3)

Existen diversos tipos de equipo comercialmente disponibles para la purificación del agua empleada en las bebidas carbonatadas. Aquí se verán cuatro de esos tipos de equipo, tal como el "Precipitador Permutit", el sistema "Oxylator" el "Intercambio de Cationes" y el sistema Continuo Automáti--co.

#### a) Precipitador Permutit:

El equipo Permutit puede ser usado para la purificación del agua ya sea por coagulación, o por coagulación y reducción de alcalinidad, dependiendo de la fuente del agua y - del tratamiento requerido. El equipo se comprende de tanques-químicos, el coagulador - dealcalinizador, una bomba, un filtro de calcita y un absorbedor de carbón activado.

#### (I) Alimentación Química:

Dos tanques químicos, formados de un plástico que -

no se ve afectado por los compuestos químicos empleados y que no modifica el sabor ni el olor del agua, equipado uno de --- ellos, con un agitador eléctrico. Este tanque, se emplea para la preparación de aquellas mezclas químicas que son alimentadas al precipitador como suspensiones, tal como la cal. El -- otro tanque se utiliza para la adición de compuestos químicos que forman soluciones claras, tal como los coagulantes comunes que son el sulfato ferroso y el alumbre.

#### (II) Tanque de Precipitación:

El tanque de precipitación consiste de una zona de mezcla y coagulación, una zona de lodo-filtro y una zona de agua purificada. El agua entra por la parte superior de la zona de mezcla y coagulación, fluye hacia la zona del lodo-filtro y llega hasta la zona de agua purificada.

En la zona de mezcla y coagulación, los productos químicos alimentados de los dos tanques químicos se mezclan con el agua para obtener una floculación óptima. Se dá el --- tiempo suficiente de permanencia al agua para que los productos químicos reaccionen completamente y floculen. Los sedimentos que se forman en esta zona, se filtran a través de una capa suspendida de lodo, la que sirve para substraer las sustancias que producen la turbidez, la materia orgánica y los precipitados de los productos químicos. El agua que cruza este lodo queda purificada. Esta agua parcialmente tratada pasa a la zona de purificación.

#### (III) Filtro de Calcita:

El agua parcialmente tratada se bombea de la zona de agua purificada al filtro de calcita. En el equipo Permutit, se utiliza un medio filtrante granular que se llama "neutralite". Este filtro sirve para eliminar todas las partículas finas de floculado que pasaron por la capa de lodo, siendo ésta su principal función.

El filtro de calcita es un cilindro cerrado de ace-

no resistente a la corrosión.

(IV) Absorbedor de Carbón Activado:

Después de la filtración a través del filtro de calcita, el agua se pasa a través de carbón activado que sirve de absorbedor. También es un cilindro cerrado de acero resistente a la corrosión. El carbón activado elimina del agua el sabor, olor y el cloro. De aquí el agua va hacia el refrigerante del carbonatador.

(V) Operación:

Para arrancar el sistema, la carga de los productos químicos se coloca en sus respectivos tanques y se arranca el aparato alimentador. El agua entra con un gasto de flujo igual a la mitad de la capacidad. El sistema funciona así hasta que la capa de lodo se forma. Al formarse esta capa, se ajusta el equipo para trabajar a su capacidad total.

I) Precauciones:

Para obtener una coagulación apropiada es necesario controlar el pH, preferiblemente a un valor de 6.5 a 7.5 si se usa el alumbre y a 10.2 si se utiliza sulfato ferroso. Para variar el pH, se pueden cambiar las cantidades de sosa y cal alimentadas al sistema. La cantidad de hipoclorito de calcio debe ajustarse para dar un residuo conteniendo de 8 a 10 ppm. de cloro a la salida del filtro de calcita.

En los sistemas de coagulación, las reacciones pueden ser incompletas debido a varias causas. La causa principal y más seria es la presencia de inhibidores coagulantes, tales como agentes secuestrantes, en el agua. Los polifosfatos, los detergentes sintéticos, los agentes secuestrantes del tipo quelato, etc., pueden causar tal inhibición.

II) Agitador del Precipitador:

El agitador del precipitador tiene reguladores de velocidad. Esto es importante ya que si la velocidad del agitador es muy baja o muy rápida, el agua que entra no será mez

clada adecuadamente con los compuestos químicos y no se formará el tamaño necesario de las partículas floculantes.

### III) Capa de "lodo":

La capa de lodo debe tener una concentración de 25% en volumen. Es decir, la capa debe tener un volumen de 25ml - por cada 100ml de capacidad.

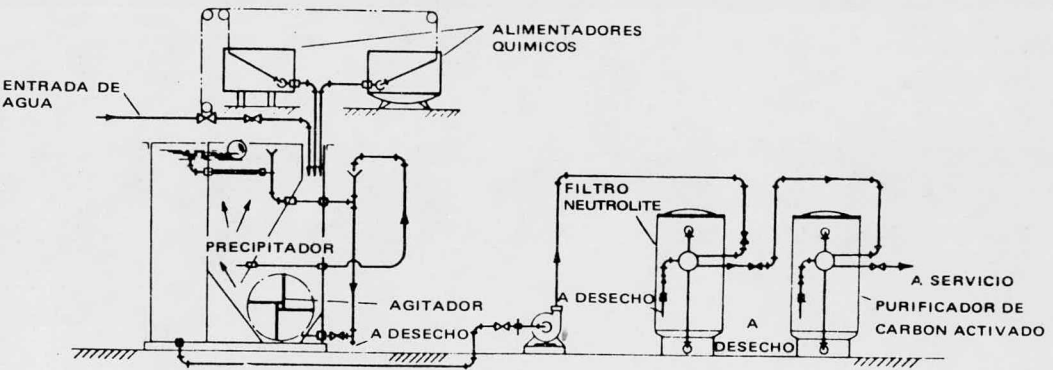
### IV) Filtros:

Los filtros de calcita u otros filtros, deben lavarse periódicamente cuando no exista demanda de agua purificada. La zona de agua purificada del Permutit podrá proveer, generalmente, suficiente agua para este propósito. Los filtros deben lavarse una vez por semana. Sin embargo, si hubiese un decremento notable del gasto del flujo de agua debido a algún obstáculo, debe lavarse el filtro inmediatamente.

### V). Absorbedores:

Los absorbedores de carbón activado deben lavarse una vez a la semana. Sin embargo, si se presenta la misma situación que en el caso de los filtros, también se tendrá que lavar el absorbedor inmediatamente. Si se emplea el hipoclorito de calcio como uno de los productos químicos en el tratamiento del agua, la corriente de salida del absorbedor deberá analizarse regularmente. El agua de salida debe contener menos de 0.1 ppm. de cloro. Si el contenido de cloro es mayor, el absorbedor deberá lavarse inmediatamente. El carbón activo del absorbedor debe cambiarse una vez al año como mínimo, aunque generalmente el cambio se efectúa dos veces al año.

Figura 3. Diagrama del Sistema Permutit. (3)



#### b) Coagulación Electrolítica:

En el sistema de Coagulación Electrolítica para la purificación de agua, un hidróxido de aluminio gelatinoso se genera electrolíticamente. El sistema "Electro-Chem" u "Oxylator" utiliza este sistema. El "Oxylator" comprende además del coagulador eléctrico, un filtro de arena, un dealcalinizador y un absorbedor de carbón activado.

En este sistema, no se utilizan productos químicos para el proceso del tratamiento de agua. El coagulante, hidróxido de aluminio gelatinoso, se genera electrolíticamente de una batería de placas de aluminio. Este coagulante gelatinoso absorbe la materia coloidal, las bacterias, las algas, el pláncton, los protozoarios y otros tipos de microorganismos, además, materia orgánica absorbible del agua.

El agua tratada es pasada posteriormente a un filtro de arena que contiene siete capas de grava y arena granuladas. La capa superior contiene la arena más fina del filtro.

Si fuera necesario reducir la alcalinidad del agua, el agua tratada se mandaría del filtro de arena a un intercambiador de ión ácido-ácido, y finalmente, con o sin el dealca-

linizador, a un absorbedor de carbón activado. Este absorbedor contiene seis capas graduadas de grava y arena, y en la capa superior se encuentra el carbón activado.

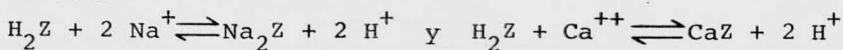
En el sistema de coagulación electrolítica, el hidróxido de aluminio gelatinoso se genera automáticamente como respuesta al flujo del agua. No se utiliza para la esterilización ningún compuesto clorado, ya que los microorganismos son absorbidos por el coagulante. Como no se utilizan productos químicos en el sistema, no hay peligro de encontrar en la bebida final dichos compuestos.

El sistema debe lavarse cada 50 horas de uso. En ese momento, la batería debe ser reactivada con la adición de una solución especial. Después de unas 1500 horas de operación, la batería debe ser reemplazada en su totalidad.

La generación electrolítica del hidróxido de aluminio gelatinoso es aplicable para aguas con un pH de 5 a 9. La generación es independiente de la temperatura del agua, del contenido mineral y de la presencia de coagulantes químicos inhibidores como los polifosfatos o los detergentes sintéticos.

#### c) Intercambio de Cationes:

Cuando se dispone de una fuente apropiada de agua para la manufactura de bebidas embotelladas, no hay necesidad de someterla a un tratamiento de coagulación o de cal, excepto que la alcalinidad del agua sea alta. En tales circunstancias, un intercambiador de iones (cationes) en un ciclo de ácido o hidrógeno puede ser usado. Este tratamiento, no solo disminuye la alcalinidad, sino que también hace disminuir la dureza del agua. Las reacciones que se llevan a cabo son:



En donde  $\text{H}_2\text{Z}$  representa el intercambiador de cationes en un ciclo de ácido o hidrógeno. El intercambiador de cationes de



be lavarse una o dos veces por semana.

d) Sistema de tratamiento de agua Continuo Automático:

La unidad de tratamiento de agua continuo consiste de tres partes esenciales. La primera, es un controlador de agua, un mecanismo que mide e introduce el agua dentro del área de mezclado del tanque de retención. La segunda, es el equipo para la alimentación química que proporciona los compuestos químicos al flujo de agua. La tercera y más importante parte del equipo, es el tanque de mezclado y asentamiento. Algunos de estos tanques tienen un agitador mecánico para producir el mezclado, otros, dependen de la fuerza de entrada del agua para llevar a cabo el mezclado con los productos químicos. La operación correcta de este sistema, reducirá prácticamente, todas las impurezas indeseables en los refrescos.

Tabla 3.18. Análisis del agua en diversas etapas de purificación. (1)

Análisis	Agua de entrada	Salida del filtro de arena	Salida del adsorbedor
Alcalinidad Total	100-200 ppm	22-40ppm	17-20ppm
CO2 disuelto	8-12 ppm	3-4 ppm	-
pH	7.1	6.8-6.9	6.7
Turbidez	6-9	fracción	despreciable
Cloro	-	6-8 ppm	0

### 3.3. Carbonatación.

#### 3.3.1 Dióxido de Carbono.

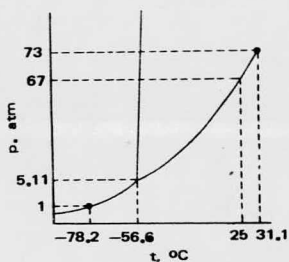
El "chispear" de los refrescos se debe al dióxido de carbono que contienen. Este componente añade "vida" a la bebida y contribuye, en cierta medida, al gusto.

El dióxido de carbono se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza, ya sea como gas en la atmósfera donde se presenta con una magnitud de 0.03 a 0.04%, o en sales y compuestos, tales como el carbonato y bicarbonato de sodio, calcio, etc. Muchas rocas se componen totalmente o en parte de carbonatos, entre éstas están el mármol, la caliza,-

el yeso y la magnesita, las que están compuestas principalmente de carbonato de calcio y de dolomita, un carbonato de calcio y magnesio.

A temperaturas y presiones normales, el  $\text{CO}_2$  es un gas ligeramente ácido, incoloro, inodoro y no combustible. Es más pesado que el aire y tiene una gravedad específica de 1.529. El dióxido de carbono condensa a  $20^\circ\text{C}$  si se le aplica una presión de 50 atmósferas. Existe en tres diferentes estados - sólido, líquido y gaseoso. (3) Las condiciones de presión y temperatura determinan el estado. Estas condiciones pueden apreciarse en la figura 4, que es un diagrama de fases del  $\text{CO}_2$ .

Figura 4.- Diagrama de Fases del Dióxido de Carbono. (10)



Como muchos otros gases, el dióxido de carbono es más soluble en agua a bajas temperaturas que a altas. Por ejemplo, a  $0^\circ\text{C}$  un volumen de  $\text{CO}_2$  es soluble en 0.6 volúmenes de agua, mientras que a  $25^\circ\text{C}$  se requieren de 13 volúmenes de agua para disolver un volumen de  $\text{CO}_2$ . (Véase Tabla 3.19)

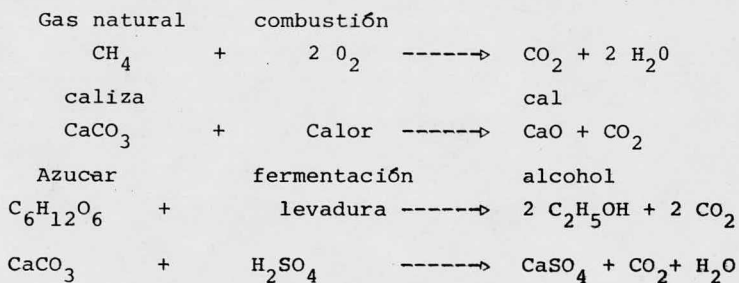
En la manufactura de bebidas, el dióxido de carbono no solo provee de vida y de gusto a ésta, sino que inhibe y destruye el crecimiento de bacterias. Esta acción de preservador se incrementa con el número de volúmenes de  $\text{CO}_2$  solubles en el agua. Sin embargo aún en las bebidas más carbonatadas, como el ginger ale, la acción del  $\text{CO}_2$  debe considerarse como otro de los factores de seguridad y no emplearse como un agen

te sanitario exclusivamente. (7)

Tabla 3.19. Volumen de CO<sub>2</sub> absorbido en un volumen de agua(1)

Temp°C	Presión en la botella, Kg/cm <sup>2</sup>										
	1.034	1.738	2.441	3.145	3.85	4.554	5.258	5.96	6.666	7.37	8.074
0	1.71	2.9	4.0	5.02	6.3	7.4	8.6	9.7	10.9	12.2	13.4
4.4	1.45	2.4	3.4	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.2	10.3	11.3
10	1.19	1.0	1.8	2.6	3.3	5.2	6.0	6.8	7.6	8.5	9.5
15.5	1.00	1.7	2.3	3.0	3.7	4.3	5.0	5.7	6.3	7.1	7.8
21.1	0.85	1.4	2.0	2.5	3.1	3.7	4.2	4.8	5.4	6.1	6.6
26.6	0.73	1.2	1.7	2.2	2.7	3.2	3.6	4.1	4.6	5.2	5.7
32.2	0.63	1.0	1.5	1.9	2.3	2.7	3.2	3.6	4.0	4.5	4.9
37.8	0.56	0.9	1.3	1.7	2.0	2.4	2.8	3.2	3.5	3.9	4.3

Las fuentes de CO<sub>2</sub> que se utiliza comercialmente son: (a) el quemado de compuestos de carbón; (b) calentando la piedra caliza; (c) la fermentación; (d) pozos de CO<sub>2</sub> gaseoso. Algunas de las reacciones que se llevan a cabo en estos procesos son las siguientes:



El dióxido de carbono se conserva, generalmente, en cilindros de acero a presión para poder disponer de él en su estado líquido. Se distribuye de tres maneras: (a) como líquido -

en cilindros a alta presión; (b) como líquido en camiones--tanque o en carros-tanque a bajas presiones y; (c) como sólido aislado, en recipientes especiales. (1)

### 3.3.2. Volumen de $\text{CO}_2$ .

El volumen de dióxido de carbono es un factor muy importante en la bebida final, ya que es la cantidad de éste gas disuelto en la bebida lo que le da a ésta el sabor chispeante, además de que gobierna el tiempo, junto con otros --factores como la temperatura, de la efervescencia del re----fresco.

La Ley de Henry, establece que la cantidad de gas disuelto en un volumen dado de un solvente a temperatura --- constante es directamente proporcional a la presión del gas-- a la que está en equilibrio. De acuerdo con esta ley, la can tidad de dióxido de carbono disuelta en agua a una temperatu ra dada, es proporcional a la presión del  $\text{CO}_2$  en el agua. La variación real de esta ley, en el caso de las bebidas carbonatadas, no es grande.

A presión atmosférica, la cantidad de  $\text{CO}_2$  disuelto en agua depende solamente de la temperatura. Ya se mencionó-- que a bajas temperaturas la solubilidad es mayor que a altas temperaturas. La unidad de medida que se ha adoptado en la - industria de la manufactura de bebidas carbonatadas como --- estándar es el "volumen". Esta se define como la cantidad de gas en mililitros que a un volumen dado de agua se absorbe-- rán a presión atmosférica, 760 mm de Hg y a  $15.5^\circ\text{C}$ . Esto sig nifica que a  $15.5^\circ\text{C}$  el agua absorberá un volumen de  $\text{CO}_2$ . --- Cuando la presión se incrementa 1 atm., el agua absorberá 2- volúmenes del gas. (3)

### 3.3.3. Carbonatación.

Como el dióxido de carbono es más soluble en agua-- fría que en agua caliente, es conveniente enfriar el agua an tes de mandarla al carbonatador. Se dispone comercialmente -

de enfriadores de agua que pueden abastecer constantemente -- agua a  $1.1^{\circ}\text{C}$  en suficientes cantidades para satisfacer la capacidad del carbonatador que puede ser de hasta 13626 litros por hora. La utilización de agua fría dá al embotellador importantes ventajas. Se logra una operación uniforme, se reduce la "hervida" en el llenador, se obtiene una máxima estabilidad de la bebida durante el llenado, permite reducir la presión a la que el  $\text{CO}_2$  es absorbido, y se logra un ahorro de --  $\text{CO}_2$  ya que a temperaturas bajas existe una menor tendencia a perder  $\text{CO}_2$ . (3)

El embotellador utiliza generalmente tanques de acero que contienen 22.7 Kg de  $\text{CO}_2$  líquido a presión. El tanque se conecta al carbonatador mediante un tubo de metal. El carbonatador es un aparato mediante el cual, una gran superficie de agua se expone al  $\text{CO}_2$  gaseoso bajo presión. La combinación de estas variables facilitan la carbonatación.

Los carbonatadores comerciales varían en capacidad de 950 a 13626 litros por hora (11). Hay dos tipos principales; uno en el que el agua es carbonatada y el segundo en el que el agua se enfría y carbonata simultáneamente. (Ver figura 5 y 6 respectivamente).

a) Carbonatador:

El primero de estos tipos de carbonatadores es el -- conocido como "Cem Saturador", trabaja con los principios mencionados anteriormente. No contiene aparatos de agitación, como paletas. En este aparato, el  $\text{CO}_2$  entra a través de una conexión de gas que penetra al tanque a la presión de operación. El agua fría es bombeada del refrigerante hacia el tanque. -- Ahí se le dá fuerza para que suba por un tubo central de donde sale por un orificio especial de manera muy suave. Es desparramada y baja lentamente por cada una de las placas interiores hasta llegar al área de depósito de agua carbonatada, -- en la parte baja del carbonatador. De éste, el agua se bombea

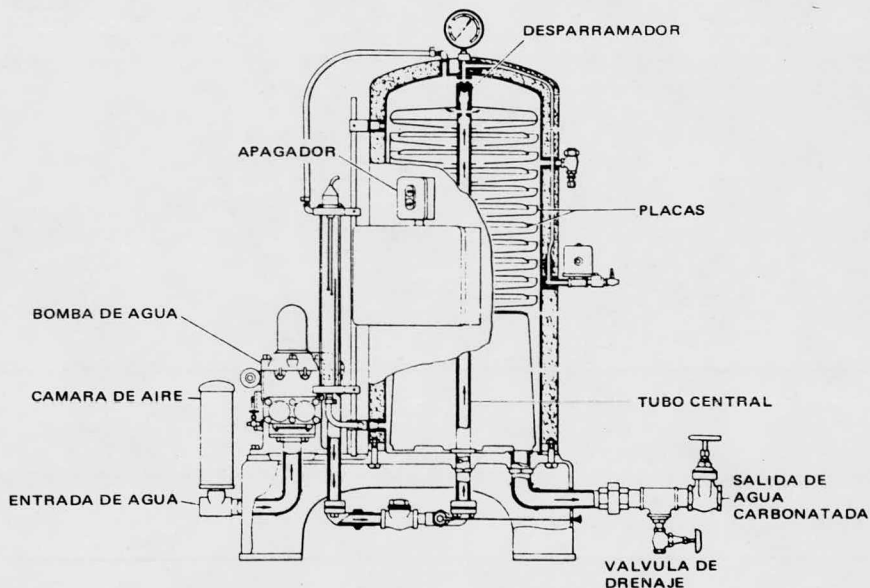
a la llenadora. La cantidad de agua carbonatada almacenada - en la sección inferior del carbonatador es regulada automáticamente mediante una bomba.

Es indispensable que los carbonatadores sean hechos con metales resistentes a la corrosión, tal como las placas de acero inoxidable, los cilindros de bronce, las válvulas y los pistones. (3)

b) Carbonatador y Enfriador:

El tipo representativo del carbonatador que enfría y carbonata al mismo tiempo es el "Carbo-enfriador", que se aprecia en la Figura 6. En este tipo de equipo, el agua entra por la parte superior llegando a un panel de distribución, de donde fluye hacia abajo sobre placas enfriadoras de acero inoxidable y se carbonata con el dióxido de carbono que penetra al carbonatador por un costado. El agua fría carbonatada fluye a un depósito del que se puede conducir a la llenadora a una temperatura de aproximadamente 1°C.

Figura 5. Carbonatador "Cem Saturador". (3)



Una modificación al equipo, es el mostrado en la Figura 7. Aquí, el agua y el jarabe, medidos con un medidor conocido como un "sincrómetro", entran por la parte superior -- del carbo-enfriador. El jarabe se disuelve parcialmente con el agua entrante y fluye hacia abajo quedando parcialmente -- carbonatado y enfriado. El agua, sigue el mismo camino que el jarabe y es carbonatada y enfriada hasta 1°C. El agua y el jarabe fluyen hacia una cámara de mezclado donde se mezclan, pasando posteriormente al depósito. La bebida final fluye hacia la llenadora. Las botellas o latas que se utilizan en la llenadora, no necesitan de un mezclado adicional.

Figura 6. Carbo-enfriador. (3)

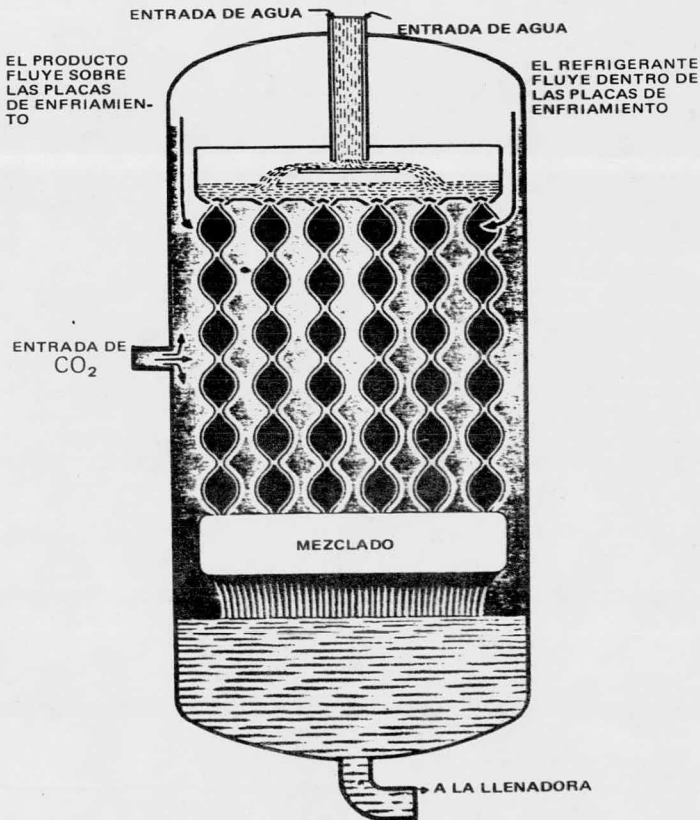


Tabla 3.20. Carbonatación de diferentes refrescos. (3)

<u>Sabor</u>	<u>Gas, volúmenes</u>
Cerveza de Abedul	3
Apio	2.5-3.0
Cereza	3.0-3.5
Ginger Ale	4.0-4.5
Uva	2.0-2.5
Toronja	3.0-3.5
Cola	3.5-3.7
Limón	3.5-4.0
Limón-Lima	3.4-3.7
Lima	3.5-4.0
Naranja	0.9-2.0
Piña	2.5-3.0
Cerveza de raíz	3.0-3.5
Fresa	3.0-3.5

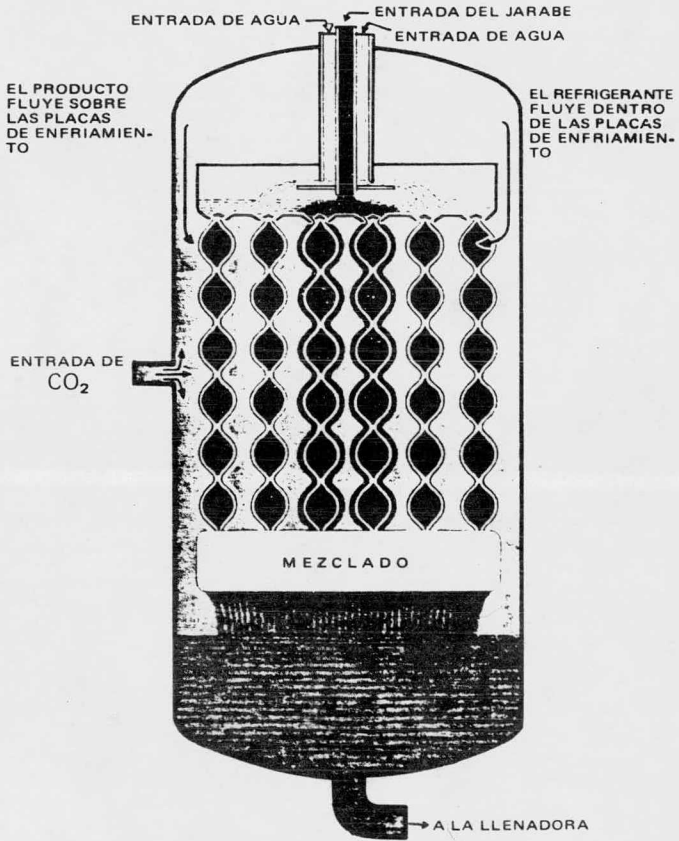
En ambos métodos el enfriamiento se efectúa en una atmósfera de dióxido de carbono, de esta manera, no se absorbe ningún otro gas mientras el jarabe y el agua se carbonatan y enfrían.

Algunas bebidas saben mejor con una alta carbonatación, como en el caso de los ginger ales. Otros, saben mejor con baja carbonatación, ese es el caso de los refrescos con sabor a naranja. El número de volúmenes de dióxido de carbono que se recomiendan en los diferentes refrescos, se enlistan en la Tabla 3.20.

El contenido de dióxido de carbono en algunas bebidas comerciales está dado en la Tabla 3.21. (3)



Figura 7. Carbo-enfriador Premix. (3)



QUIMICA

Tabla 3.21. Contenido de CO<sub>2</sub> en algunas bebidas comerciales.  
(3)

Refresco	Presión, Kg/cm <sup>2</sup>	Temperatura, °C	Volumen CO <sub>2</sub>
Coca Cola	1.830-2.111	7.22	3.6-4.0
Ginger Ale	2.111	10.00	3.6
7 Up	2.252	10.00	3.7
Pepsi Cola	2.393	10.00	3.9
Crown Cola	2.393	10.00	3.9

Cuando la temperatura aumenta, la presión dentro del recipiente que contiene el refresco aumenta también. En el caso de refrescos embotellados, puede presentarse una fuga en la corcholata. Si se trata de refrescos enlatados, el incremento en la presión más allá de los límites permitidos, puede ocasionar que la lata se distorsione. Las relaciones entre temperatura, volumen de carbonatación y presión, se dan en las Tablas - 3.22 y 3.23 para refrescos y para latas de 355 ml respectivamente.

Tabla 3.22. Presión y temperatura a un volumen dado. (3)

Temperatura °C	Presión, Kg/cm <sup>2</sup> : Volumen de CO <sub>2</sub>					
	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
4.4	1.12	1.82	2.52	3.22	3.92	4.62
10	1.61	2.8	3.22	4.13	5.04	5.88
15.5	2.1	3.8	4.13	5.18	6.02	7.21
21.1	2.59	3.92	5.04	6.02	7.5	8.68
26.6	3.22	4.62	6.02	7.42	8.82	10.2
32.2	3.92	5.53	7.14	8.75	10.4	12
37.7	4.55	6.37	8.26	10.1	11.9	13.8
43.3	5.25	7.28	9.6	11.4	13.5	15.6

Tabla 3.23. Presión, temperatura y volumen en latas de 355ml  
(3)

Temperatura Volumen	10°C	21°C	32°C	43°C	49°C	54°C	60°C
	Kg/cm <sup>2</sup>						
2.0	0.77	1.33	2.03	2.73	3	3.36	3.64
2.5	1.19	1.96	2.73	3.57	4	4.41	4.83
3.0	1.68	2.6	3.5	4.48	5	5.53	6.02
3.5	2.1	3.22	4.27	5.39	6	6.51	7.2
4.0	2.52	3.78	5.04	6.3	6.9	7.6	8.4
4.5	2.94	4.27	5.74	7.21	7.8	8.6	9.6

La pérdida de la carbonatación en la llenadora o -- después de que la botella ha sido abierta es un problema serio en la manufactura y venta de las bebidas carbonatadas. Es ta repentina pérdida de carbonatación en la llenadora se llama "hervida", y al destapar la botella se llama "derramamiento". Ya se mencionó que la "hervida" puede evitarse si el --- agua y el jarabe son enfriados antes de llegar a la llenadora.

El rápido "derramamiento" o pérdida de CO<sub>2</sub> al --- abrir la botella, se debe a varias causas. Las principales -- son: (a) presencia de núcleos descargados; (b) exceso de aire en la bebida; (c) agitación innecesaria y (d) almacenamiento apropiado.

Los núcleos de las bebidas actúan como puntos de -- descarga para el CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, tan pronto como se destapa la botella y la presión se libera, hay una instantánea liberación de dióxido de carbono. La fuente principal de estos núcleos son las botellas sucias. Corcholatas sucias, algas, -- gotas de aceite, etc., son fuentes comunes de los núcleos. -- Substancias como el óxido férrico, hidróxido de aluminio y -- otros compuestos de hierro, níquel, cobalto, cobre, etc., pueden producir con su presencia el "derramamiento". Se puede -- agregar a esta lista de causas del derramamiento, a los peque

ños rasguños que puedan existir dentro de las botellas, ya -- que éstos también producen la liberación del  $\text{CO}_2$ . (1)

La excesiva cantidad de aire en los refrescos puede causar derramamiento. El aire es menos soluble en agua que el  $\text{CO}_2$ . Consecuentemente, habrá una mayor tendencia del aire a -- escaparse una vez que la botella sea abierta que de  $\text{CO}_2$ . Cuando las burbujas de aire se levantan, inducen al dióxido de -- carbono a liberarse.

El aire presente en una bebida carbonatada se introduce a ella con el agua o con el jarabe. No todo el aire puede ser desplazado durante el llenado y alguna cantidad de aire puede penetrar en las botellas mientras éstas viajan de la llenadora a la máquina de corcholatas. Muchas precauciones -- pueden reducir la fuente del problema. El agua puede ser deaerada, como se mencionó anteriormente, el carbonatador puede equiparse con una válvula especial al igual que la llenadora.

Los problemas que ocasiona la presencia del aire en las bebidas carbonatadas son los siguientes: (a) el aire que se encuentra en la parte superior de las botellas interfiere con las pruebas de volumen gaseoso; (b) como el aire no se disuelve tan fácilmente en el agua como el  $\text{CO}_2$ , tiene una mayor tendencia a escapar y esto produce una pérdida de  $\text{CO}_2$ ; (c) el aire contribuye a una pérdida violenta de gas al abrirse la -- botella; (d) el oxígeno en el aire favorece el crecimiento de ciertos microorganismos; (e) el aire es un factor en la pérdida del sabor y del color debido a la oxidación; (f) el aire -- ayuda a deteriorar el corcho de la corcholata, y esto resulta en un cambio de sabor. (3)

Se pueden mencionar algunas otras causas del derramamiento. Estas son (a) el congelado durante el almacenamiento, (b) la estratificación del contenido y (c) períodos largos de almacenamiento. Estas causas pueden evitarse manteniendo la temperatura por arriba del punto de fusión y rotando -- las botellas durante el almacenamiento. (8)

Para finalizar con la carbonatación, se debe mencionar que la mayoría de los embotelladores están satisfechos -- con una eficiencia del 70% en la operación; es decir, que de cada 100 lb de CO<sub>2</sub> que se manejan, 70 lb terminen en el producto final. La Tabla 3.24 nos muestra la demanda de CO<sub>2</sub> en un carbonatador con una eficiencia del 70%. (1)

Tabla 3.24. Demanda de CO<sub>2</sub> en un carbonatador a 70% de eficiencia. (1)

Capacidad ℓ/hr	Kg de CO <sub>2</sub> por hora					
	1 Vol.	2 Vol.	3 Vol.	4 Vol.	5 Vol.	6 Vol.
757	2.01	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06
946	2.52	5.04	7.58	10.07	12.62	15.12
1135	3.02	6.04	9.17	12.07	15.12	18.11
1892	5.04	10.08	15.16	20.14	25.24	30.24
3785	10.08	20.16	30.32	40.28	50.48	60.48
4542	12.07	24.15	36.23	48.30	60.38	72.64
5677	15.12	30.24	45.35	60.48	75.36	90.35

### 3.4. Lavado de Botellas.

El lavado de botellas es considerado como uno de -- los pasos más importantes en la producción de bebidas. El lavado de botellas consta, generalmente, de varios pasos como:-- (a) empapar las botellas con una solución de sosa cáustica -- (hidróxido de sodio) en combinación con otros agentes limpiadores como el carbonato de sodio, el aluminato sódico, el fosfato trisódico, diversos polifosfatos, el metasilicato y borato de sodio, y otros compuestos alcalinos; (b) un minucioso -- lavado por dentro y fuera de las botellas y, finalmente (c) -- un enjuague con agua potable equivalente a la utilizada para hacer la bebida, pero preferiblemente no dura.

El criterio para un lavado aceptable de botellas es que éstas (a) sean esterilizadas, (b) que estén enjuagadas -- perfectamente y no contengan compuestos químicos utilizados -- para su esterilización, (c) que tengan apariencia aceptable y (d) que posean una buena resistencia mecánica. Para poder al-

canzar este criterio, los factores que deben controlarse en la operación del lavado de botellas son: (I) la concentración adecuada de los agentes esterilizantes y detergentes; (II) la composición apropiada de los agentes; (III) temperatura adecuada para la solución de lavado; (IV) tiempo suficiente de exposición de las botellas a los agentes; (V) agua apropiada para el enjuague y (VI) mantenimiento apropiado del equipo. (3)

Las condiciones que se consideran adecuadas son: -- (a) que la solución contenga 3% de alcalinidad, del que por lo menos el 60% sea sosa cáustica, ésto es, que el 1.8% de la alcalinidad total se deba a la sosa; (b) las botellas deben empaparse cuando menos 5 minutos y (c) la temperatura de la solución de lavado debe permanecer en un mínimo de 55°C. (7)

#### 3.4.1. Máquinas de Lavado. (3)

Las máquinas para el lavado de botellas pueden ser de varios tipos. Pueden agruparse en tres categorías, a saber: (a) lavadoras de inmersión o empapado; (b) lavadoras de inmersión o empapado en combinación con cepillado; y (c) lavadoras Hidro, en donde las botellas se someten a un lavado mediante chorros a presión. Las máquinas deben tener una operación de empapado, un paso de cepillado y un enjuague final. Existen equipos que poseen una sección de preenjuague y una sección de cepillado interno y externo con cepillos no metálicos. Una de las máquinas que más se emplean para el lavado de botellas es la que se muestra en la Figura 8. Las botellas se colocan en un cargador acumulativo y son alimentadas automáticamente a la máquina mediante un aparato que las maneja separadamente para evitar choques y amontonamientos. Se acomodan horizontalmente en un portador de botellas.

El segundo paso es el preenjuague, donde se les da un meticuloso empapado. Inmediatamente después, pasan al primer compartimiento que contiene una solución cáustica al 3% y un detergente de botellas, a una temperatura de 43°C. Pasan al segundo compartimiento, que contiene una solución cáustica

al 3 o al 2.5% a una temperatura de 65°C. Las botellas deben permanecer sumergidas en estas soluciones durante 5 minutos, cuando menos. En el tercer compartimiento, la concentración cáustica es menor y la temperatura se reduce a 55°C. Cada -- uno de estos tres compartimientos tiene un espacio relativamente grande en la parte inferior para la acumulación de etiquetas y otros despojos, y cada uno de los compartimientos -- está aislado de los otros por una capa de aire, reduciéndose así la transferencia de calor. El cuarto tanque o comparti-- miento contiene agua fresca, o agua con agentes detergentes, emulsificantes y quelatantes, a una temperatura de 39°C, para ayudar a la eliminación de trazas de grasa y aceite que -- no hubiesen sido eliminados en el tratamiento cáustico. De -- este compartimiento, pasan a la sección del cepillado exter-- no y luego al cepillado interno, donde se cepillan con cepi-- llos no metálicos, preferentemente. Finalmente, las botellas son empujadas hacia fuera de la máquina y al alcanzar el des cargador, son colocadas automáticamente en posición vertical para pasar al proceso de embotellado.

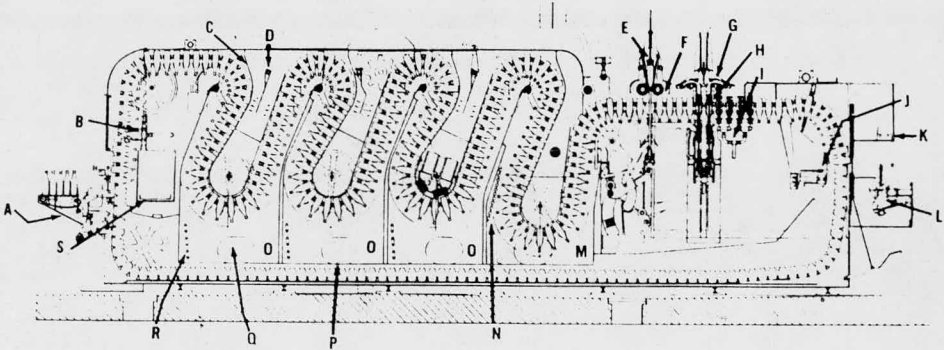
#### 3.4.2. Soluciones.

Una de las cadenas más grandes de distribución de máquinas para el lavado de botellas en Estados Unidos, recomienda los siguientes productos químicos para el lavado, en orden de preferencia: (a) una mezcla de sosa cáustica, conteniendo 76% de sosa y aluminato de sodio, específicamente --- Nalco 680; (b) sosa cáustica al 76% y (c) sosa cáustica al -- 76% con una pequeña cantidad de carbonato de sodio anhidro.-- (8)

#### a) Cargado de los Compartimientos:

El cargado de los compartimientos de inmersión es muy importante. Para poder llevar a cabo la operación correctamente, debe conocerse la capacidad de cada componente. Con el empleo de la Tabla 3.25, la cantidad de sosa cáustica al-

Figura 8. Lavadora de Botellas. (3)



- |                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| A- Mecanismo de carga    | K- Luz de inspección             |
| B- Preenjuague           | L- Descarga automática           |
| C- Protectores           | M- Compartimiento de agua fresca |
| D- Agitador              | N- Calentador de agua            |
| E- Cepillo de fondo      | O- Compartimientos cáusticos     |
| F- Cepillos exteriores   | P- Entradas para los despojos    |
| G- Protector             | Q- Espacio para despojos         |
| H- Cepillos internos     | R- Calentador de vapor           |
| I- Enjuague final        | S- Panel de drenaje              |
| J- Empujador de botellas |                                  |
- 76% requerida para un compartimiento de una cierta capacidad- puede ser calculada.

Tabla 3.25. Soluciones de sosa cáustica al 76%. (3)

Hidróxido de sodio %	Sosa cáustica requerida	
	g/l	Kg/m <sup>3</sup>
0.5	6	5.13
1.0	10.8	10.10
1.5	18	15.23
2.0	20.4	20.36



2.5	25.2	25.65
3.0	31.2	30.95
3.5	36	36.40
4.0	42	41.70
4.5	46.8	46.67
5.0	52.8	52.75

Mediante el uso de la tabla 3.26, la cantidad de -- alumiato de sodio que se añade a las soluciones cáusticas, si se desea, puede ser calculada para una capacidad dada y un -- porcentaje de aluminato de sodio dado.

Tabla 3.26. Aluminato sódico para soluciones de lavado.(3)

Aluminato de sodio %	Aluminato de sodio requerido	
	g/l	Kg/m <sup>3</sup>
0.1	0.96	0.96
0.2	2.04	1.92
0.3	3.00	2.88
0.4	4.08	4.00
0.5	5.16	5.13

Tabla 3.27. Concentraciones cáusticas y temperaturas por com-  
partimiento. (3)

COMPARTIMIENTO											
1		2		3		4		5		6	
NaOH	°C	NaOH	°C	NaOH	°C	NaOH	°C	NaOH	°C	NaOH	°C
%		%		%		%		%		%	
3	43	2.5	65		38						
3	43	2.5	65	1.5	54		38				
3	43	2.5	65	2.5	77	1.5	56		38		
3	43	2.5	65	2.5	77	1.4	77	1.0	56		38

En la Tabla 3.27 se tabulan las concentraciones --- cáusticas y las temperaturas sugeridas para los diferentes -- compartimientos de las lavadoras de inmersión de tres, cua--- tro, cinco y seis compartimientos. En la Tabla 3.28 se enlis- tan la concentración cáustica, la concentración del aluminato

de sodio y las temperaturas sugeridas para los diferentes compartimientos.

Tabla 3.28. Concentración cáustica, concentración de alumina to y temperaturas en cada compartimiento. (3)

COMPARTIMIENTO No.					
1	2	3	4	5	6
43°C	65°C	38°C			
Sosa 3%	Sosa 2.5%	agua			
Nalco5-10%	Nalco2-10%	fresca			
43°C	65°C	54°C	38°C		
Sosa 3%	Sosa 2.5%	Sosa 1.5%	agua		
Nalco5-10%	Nalco3-10%	Nalco2-10%	fresca		
43°C	65°C	77°C	56°C	38°C	
Sosa 3%	Sosa 2.5%	Sosa 2.5%	Sosa 1.5%	agua	
Nalco5-10%	Nalco3-10%	Nalco2-10%	Nalco2-10%	fresca	
43°C	65°C	77°C	77°C	56°C	38°C
Sosa 3%	Sosa 2.5%	Sosa 2.5%	Sosa 1.5%	Sosa 1.5%	agua
Nalco5-10%	Nalco3-10%	Nalco2-10%	Nalco2-10%	Nalcol-10%	fresca

Otra forma de calcular la cantidad de sosa cáustica requerida en las soluciones es utilizar la Tabla 3.29, en don de se relacionan los Kg. de sosa con la capacidad del tanque.

Tabla 3.29. Soluciones de sosa cáustica. (3)

Capacidad del tanque en litros.	% de sosa requerido			
	1.0	2.0	3.0	4.0
Kg. de sosa				
3785	40.9	77.3	118.2	159.1
3406	36.8	69.5	106.4	143.2
3028	32.7	61.8	94.5	127.3
2650	28.6	54.1	82.7	111.4
2771	24.5	46.4	70.9	95.5
1892	20.5	38.6	59.1	79.5
1514	16.4	30.9	47.3	63.6

1135	12.3	23.2	35.5	47.7
757	8.2	15.5	23.6	31.8
378	4.1	7.73	11.8	15.9
340	3.7	6.95	10.6	14.3
303	3.3	6.2	9.5	12.7
265	2.9	5.4	8.3	11.1
227	2.4	4.6	7.1	9.5
189	2.0	3.8	5.9	7.9
151	1.6	3.1	4.7	6.4
113	1.2	2.3	3.6	4.8
76	0.8	1.5	2.4	3.2
38	0.4	0.77	1.18	1.6
34	0.4	0.7	1.06	1.4
30.3	0.3	0.62	0.95	1.3
26.5	0.3	0.54	0.83	1.1
22.7	0.2	0.5	0.71	0.9
18.9	0.2	0.4	0.59	0.8
15.1	0.1	0.3	0.47	0.6
11.3	0.1	0.23	0.36	0.5
7.6	0.08	0.2	0.24	0.3
3.8	0.04	0.07	0.11	0.2

Se utiliza de la siguiente manera: asumimos que la capacidad del tanque ejemplo es de 2168.3 litros y que debe cargarse con una solución fresca cáusica conteniendo 3% de so sa. Se busca en la columna marcada con 3% y se sigue hasta en contrarse con la línea de 1892 litros y se anota el dato. Este procedimiento se repite para 265 y 11.3 litros. El total es la suma de los datos obtenidos.

	<u>Litros</u>	<u>Kg de sosa</u>
	1892	59.1
	265	8.3
	<u>11.3</u>	<u>0.36</u>
Totales:	2168.3	67.76

En la operación del lavado, las soluciones cáusticas pierden fuerza gradualmente. Esto se debe a la reacción del hidróxido de sodio con las etiquetas, con el polvo, etc. Por otro lado, se requiere que la fuerza de estas soluciones se mantenga constante a ciertos niveles para que el lavado sea efectivo. Se necesita reforzar periódicamente estas soluciones cáusticas. El siguiente ejemplo explica el método para reforzar una solución.

Supongamos un compartimiento con capacidad de 2.83-metros cúbicos, se requiere una solución que contenga 2.5% de sosa y 0.3% de aluminato de sodio. Después de operar cierto tiempo, el análisis muestra que la solución contiene 2% de sosa y 0.2% de aluminato, entonces se requieren agregar 0.5% de sosa y 0.1% de aluminato. Por referencia en la Tabla 3.25, -- puede verse que 0.5% de sosa equivale a 5.13 Kg de sosa por metro cúbico, por lo que se necesitarán 14.52 Kg de sosa para alcanzar el nivel deseado. En la Tabla 3.26, se aprecia que - 0.1% de aluminato es equivalente a 0.96 Kg por metro cúbico, - y se necesitarán 2.72 Kg de aluminato de sodio para llevar la solución a los niveles requeridos de fuerza.

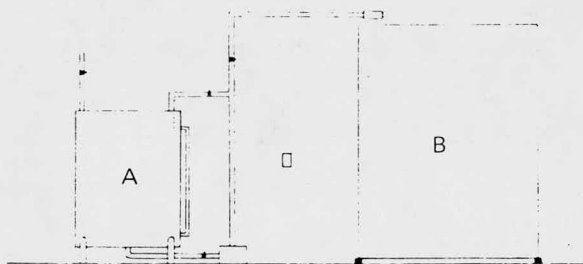
Debe mencionarse que la preparación de la solución cáustica no debe efectuarse en el compartimiento, sino en un tanque ajeno a la máquina lavadora para ahorrar tiempo y trabajo. Cuando la solución se encuentra preparada, se bombea hacia los compartimientos. Para finalizar, las soluciones ya -- usadas se pueden reaprovechar o se pueden despreciar, dependiendo de la política de cada embotelladora. En la Figura 9 - se muestra un sistema para el equipo de preparación de las soluciones cáusticas.(3)

#### 3.4.3. Eliminación de Etiquetas. (8)

La eliminación de las etiquetas de las botellas es una parte importante en la operación de lavado. En la industria de las bebidas carbonatadas esto se hace durante el paso

de lavado. La solución cáustica de la lavadora ataca el pagamento y la celulosa del papel de la etiqueta y el adhesivo, y el aluminio de la etiqueta aluminica, la etiqueta cae o es desplazada de la botella.

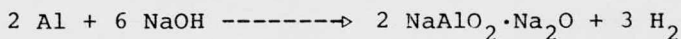
Figura 9. Equipo para la preparación de las soluciones cáusticas. (3)



A—Tanque de mezclado y almacenamiento  
B—Lavadora

Las etiquetas de papel son eliminadas fácilmente -- por la acción de la sosa sobre el papel y el pegamento. Este último, al entrar en contacto con la sosa, pierde sus propiedades adhesivas y la etiqueta se despegue de la botella.

La eliminación de las etiquetas aluminicas es más difícil. Para poderlas eliminar, todo o casi todo el aluminio debe ser disuelto con la sosa para que después ésta pueda atacar al papel y al adhesivo. La reacción que se lleva a cabo al disolver el aluminio es la siguiente:



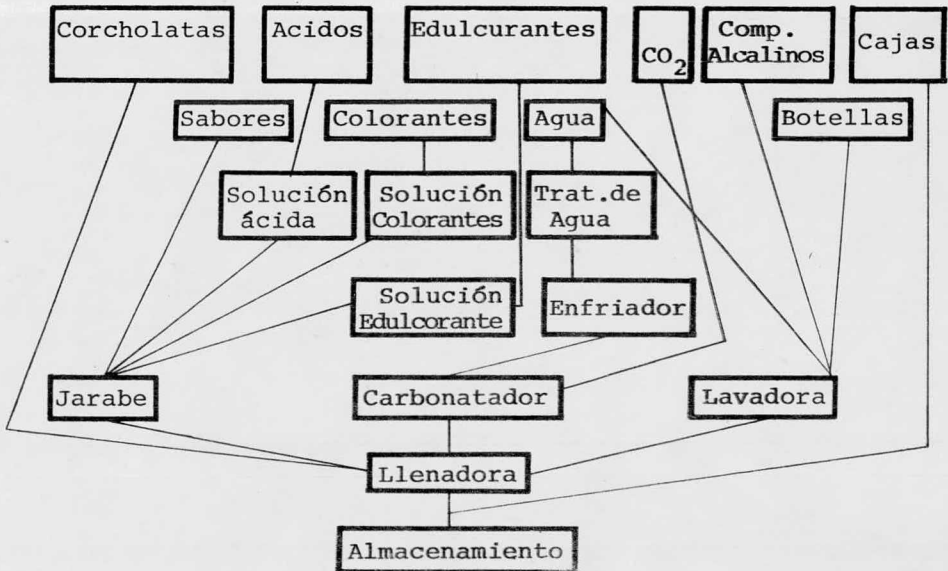
El hidróxido de sodio se consume al disolver el aluminio, con la formación del aluminato de sodio. En estos casos, el consumo de sosa cáustica es grande y constantemente -

se tiene que reforzar la solución cáustica para continuar con la operación del lavado de botellas satisfactoriamente.

### 3.5. Embotellado y Enlatado.

Todos los pasos preliminares para la manufactura de los refrescos han sido mencionados; tales como la preparación del jarabe, que incluye a los agentes edulcorantes, los agentes de cuerpo, los ácidos, los sabores y los colores; el tratamiento de agua; la carbonatación; y el lavado de las botellas. Los pasos preliminares deben, ahora, juntarse en un paso final para elaborar el refresco. Este paso final es el embotellado o el enlatado, dependiendo del tipo de recipiente - que se utilice.

Es posible establecer un diagrama de flujo para la manufactura de las bebidas carbonatadas. (Véase la Figura 10) Figura 10. Diagrama de Flujo de una planta elaboradora de refrescos. (3)



Este comprende tres subdivisiones mayores: (I) la sección de materias primas, donde tenemos (a) agua, agentes edulcorantes y de cuerpo, ácidos, saborizantes, colorantes y dióxido de carbono, (b) compuestos alcalinos y detergentes, y (c) botellas, latas, corcholatas y cajas; (II) la sección de manufactura donde (a) el jarabe saborizado y acidulado, y el agua -- carbonatada, se preparan, o en donde el jarabe y el agua se mezclan para luego carbonatarse, (b) las botellas son lavadas o las latas enjuagadas y (c) donde se llenan las botellas o latas, se tapan o se sellan y se etiquetan; y la sección de almacenamiento y embarco del producto final. (3)

### 3.5.1. Recipientes.

Puede decirse que hasta 1940 todas las bebidas carbonatadas se envasaban en botellas de vidrio. Uno de los desarrollos más significativos en la industria de los refrescos -- fué la máquina para hacer botellas. Este desarrollo permitió que la manufactura de las botellas fuera de tal uniformidad -- que todos los pasos, tales como el lavado, el llenado, el tapado y el etiquetado, pudieran hacerse con máquinas. A partir de 1950 se empezaron a utilizar latas en el envasado de las -- bebidas carbonatadas. (12)

#### a) Botellas:

En Estados Unidos existe una gran variedad de formas y de tamaños de las botellas que se utilizan en la industria de los refrescos. La capacidad de las botellas va desde 192 ml hasta 948 ml, pasando por botellas con capacidad de -- 207, 236, 355, 480, 770 y 829 ml. Sin embargo, la botella de 480 ml es la más popular. ( 13 ) En México, se utilizan botellas de tres diferentes capacidades principalmente. -- La que se conoce como "refresco chico" (200 ml aproximadamente), el "refresco mediano" de 350 ml y el "familiar" de un litro aproximadamente.

La mayoría de las botellas son del tipo "retornable", es decir, se puede reutilizar por la compañía del re---

fresco que la vendió. En nuestro país, todas las botellas son retornables y por ello requieren de un depósito en su compra. En Estados Unidos el 69.1% de los refrescos se envasan en botellas de vidrio. El 44.5% son botellas retornables y el 24.6% son botellas desechables. A pesar de las presiones que se --- aplican a las botellas desechables, éstas continúan ganando terreno sobre las retornables. Sin embargo, los embotelladores deberán envasar sus refrescos en botellas del tipo retornable para combatir el desperdicio y bajar costos de producción. (13)

La versatilidad en la manufactura del vidrio ha permitido la creación de muchos diseños privados y de botellas distintivas a las que puede aplicarse algún color para la diferenciación entre las diversas marcas de la competencia. De hecho, cada refresco tiene una botella que lo caracteriza, -- además de un símbolo o emblema. (12)

La ventaja más importante de las botellas de vidrio es la economía. Otro de los factores importantes de la botella empleada por los refrescos es que las mujeres las compran con preferencia sobre las latas cuando se trata de llevarlas a casa. En estudios realizados en Estados Unidos se encontró que la mujer prefiere el refresco embotellado y que el hombre lo prefiere enlatado, principalmente en el uso informal y particular.

Otra ventaja muy importante de las botellas de vidrio es su relativa seguridad contra la corrosión.

Se ha señalado en estudios estadísticos que la vida de una botella retornable es de 4 a 6 años y que en ese tiempo se utiliza de 30 a 35 veces. En las plantas embotelladoras existe un rango de reemplazamiento de botellas de un 3 a un 5% anual, del que el 0.5 al 0.8% se debe a la ruptura de botellas dentro de la planta. Pueden tomarse ciertas medidas para incrementar la vida de las botellas. Entre éstas están: la -- instalación de equipo automático que cargue y descargue cajas;



tener cuidado en el equipo que maneja las botellas; precaución por parte del personal que se ocupa del manejo de las máquinas y de las botellas, etc. (1)

En 1970, cinco industrias refresqueras y dos cerveceras en los Estados Unidos empezaron a realizar estudios extensivos en el empleo de botellas de plástico. Dos nuevos materiales fueron aprovechados; el Lopac, producido por Monsanto y el Barex 210, resina producida por Vistron Division of Sohio. El empleo de estos materiales para la manufactura de botellas se debe a que poseen características diferentes al PVC (cloruro de polivinilo) y al polietileno. Los materiales Barex y Lopac son similares en muchos aspectos, originados de la familia de los acrilonitrilos. La botella de plástico-Barex es 80% más ligera que una botella de vidrio. Las botellas de plástico de los dos materiales resultan un 17% más ligeras que las fabricadas con PVC. La Tabla 3.30 compara algunas características de estas dos botellas. (14)

Tabla 3.30. Comparación de las botellas de Barex y Lopac. (1)

	Barex	Lopac
Peso	45 gramos	57 gramos
Punto de ruptura al caer la botella llena	1.8-2.4 metros	15-30 centímetros
Punto de ruptura al caer la botella vacía	No se rompe al caer de 15.25 metros	1.52-2.13 metros
Resistencia a la presión interna	22.87 Kg/cm <sup>2</sup>	4.55-105 Kg/cm <sup>2</sup>

Las botellas de Barex 210 y Lopac pueden ser transparentes o coloreadas. Estas botellas cuando se rompen, forman piezas irregulares que no cortan al tacto como el vidrio, además, bajo condiciones normales no explotan, sino que se rajarían sin provocar peligro al consumidor. Para los refrescos y

cervezas, la calidad de las botellas hechas de Lopac y Barexles dá una gran ventaja sobre todos los demás materiales plásticos. Por ejemplo, la rapidez de penetración del CO<sub>2</sub> es muy baja comparada a otros plásticos como el PVC o algún multipolímero acrílico. En la Tabla 3.31 se compara la rapidez de penetración del Barex 210 con los otros dos plásticos. (1)

Tabla 3.31. Rapidez de penetración de diferentes gases. (1)

Gas	Barex 210	PVC	Multipolímero Acrílico
Dióxido de carbono	0.24	9.0	11.0
Oxígeno	0.80	8.0	18.7
Nitrógeno	0.16	-	7.9
Vapor de agua	7.0	3.0	10.7

Estos materiales plásticos nuevos no tienen efecto sobre el sabor o el olor. Se enfrían tan rápido como los envases de vidrio o metal, pero no se sienten tan fríos al tacto. No hay diferencia en la vida de almacenamiento entre los recipientes de vidrio, plástico y metal.

Hablando de costos y ahorro, se reporta que si se asume un volumen grande de venta y que el peso de la botella baje a 35 gramos, ésto haría posible que una botella de 300 ml costara 0.45 cts., que ya es un precio competitivo a los de los recipientes de vidrio y de metal. En cuanto al ahorro con respecto a las botellas de vidrio, puede decirse que éste se presenta al reducir el costo de embarco, en el uso de recipientes corrugados más ligeros y lo más importante, se elimina virtualmente el paro en la línea de llenado debido a las botellas rotas que pudieran encontrarse en el proceso. (14)

b) Latas:

Los refrescos enlatados aparecieron por primera vez en 1954. Después de un comienzo asombroso, la "huelga de oro" de los refrescos enlatados causó una caída en las ventas de 485 millones de latas en 1954 a 340 millones en 1955. Las la-

tas, desconocidas y mantenidas por marcas no famosas en aquellos tiempos, bajaron en popularidad y consumo.

Pero el tiempo para los refrescos enlatados llegó. Fué el primer envase no retornable, sin depósito, y así ganó la popularidad que necesitaba. Varios factores influyeron en el éxito de los refrescos enlatados: (a) la lata trajo consigo un reto a la industria del vidrio, ésta se vió obligada a sacar algo nuevo para combatir la introducción de la lata al mercado de las bebidas carbonatadas. Fué la primera ocasión en que la industria del vidrio se vió amenazada seriamente. Como resultado de la presión a la que fué sometida, la industria del vidrio introdujo la botella "no retornable". (b) Los productores de latas daban asesorías personales a los interesados en enlatar el refresco. (c) Se estimuló a los productores de las máquinas vendedoras para que diseñaran una máquina automática que vendiera latas. (d) Se realizó una fuerte publicidad para los refrescos en sus diferentes envases, la botella y la lata.

Ya en el año de 1950, los grandes productores de refrescos exportaban bebidas carbonatadas enlatadas. Algunos de ellos tuvieron líneas para enlatado. En aquellos años, los productores de las máquinas vendedoras, que tenían acuerdos firmados con productores de refrescos embotellados, se negaron a producir máquinas para latas. No fué sino hasta que las máquinas vendedoras resultaron ser una nueva fuente de ventas para los refrescos, cuando se hicieron las primeras máquinas vendedoras de refrescos enlatados. (1)

La lata trajo muchas oportunidades de ventas a otras industrias relacionadas como (a) los productores de máquinas llenadoras, (b) los productores de cartón, (c) los productores de transportadores, y en general, a todas las industrias abastecedoras de la industria refresquera. (12)

La compañía American Can guió a la industria en el diseño y perfeccionamiento de la lata. La industria del ace-

ro estuvo muy interesada en el desarrollo del nuevo envase.

En los últimos 16 años, las ventas de refrescos enlatados creció de cero a casi 600 millones de latas al año, lo que equivale al 30.9% del volumen de refrescos vendidos.

(13)

La capacidad de la lata más común para envasar refrescos en México y Estados Unidos es de 355 ml. En los Estados Unidos se ha tratado de introducir al mercado una lata con capacidad de 480 ml, pero hasta la fecha no se han reportado los resultados del estudio. (3) 1977 había

Las bebidas carbonatadas deben considerarse como -- productos corrosivos. Por esta razón, deben ser enlatadas en recipientes capaces de soportar el ataque ácido, tal como lo soportan a otros productos ácidos como las frutas, los pepinillos, etc. Las bebidas carbonatadas son más difíciles de enlatar con respecto a otros productos ácidos debido a (a) que la presión ejercida por el dióxido de carbono requiere de una lata más resistente; (b) la gran variedad de los refrescos y -- sus diferencias en la formulación de cualquier sabor de una -- compañía a otra, hacen que la lata soporte cualquier formulación sin afectarla; y (c) que el sabor, olor y apariencia del refresco son sensibles a pequeñas cantidades de metales disueltos en él. (1)

#### I) Fabricación:

En la fabricación de estas latas, se requiere de -- una placa de hojalata resistente a la corrosión con una composición química cuidadosamente controlada. Las placas planas -- de hojalata se cubren primero con enamel "cocido". El enamel es resistente al calor y permite que la costura lateral de la lata sea soldada sin efecto alguno en la cubierta interior. -- Después de que el cuerpo de la lata ha sido formado y soldado, se aplica un spray para cubrir el área interior de la costura. Posteriormente las latas se envían a una máquina donde

todo el interior de las latas es cubierto con un spray vinílico, seguido de un calentamiento en un horno para secar la cubierta superior y eliminar cualquier residuo de solvente.- Los extremos de la lata también reciben un recubrimiento de dos capas de enamel, éstas se aplican a la hojalata antes de la fabricación de la lata.

Este tratamiento dá a todo el interior de la lata- al menos dos capas de enamel, y la costura recibe tres capas. Este "forro" se utiliza para cualquier sabor en el refresco. Es completamente inerte y no absorbe el sabor de la bebida - ni dá a ésta ningún sabor adicional. La costura de la lata - va soldada para darle mayor resistencia.

El exterior de la lata debe protegerse contra el - enmohecimiento y ésto se logra litografiando la lata con una etiqueta. Una capa protectora de barniz cubre el cuerpo ente ro de la lata. (15)

## II) Corrosión: (1,16)

A pesar del tratamiento de fabricación, la corro-- sión en las latas se puede presentar en diminutas desconti-- nuidades o en fracturas de las cubiertas. Los productores de las latas describen dos tipos de corrosión interna que se -- pueden presentar en ellas. Una de ellas es la corrosión su-- perficial que se expande gradualmente y tiende a esparcerse- y no a penetrar en el metal en un punto localizado. Este ti-- po de corrosión no presenta riesgos de perforación y puede - controlarse generalmente dentro de los límites de calidad -- aceptables mediante la práctica de un buen enlatado, almace-- namiento y distribución.

El otro tipo de corrosión es el llamado "tipo ho-- yo", ataca en áreas localizadas y tiende a perforar el metal con una muy pequeña evidencia visual y sin ningún efecto en- la calidad del producto. Este tipo de corrosión se previene- con el uso de placas con base de acero con una composición -

química muy controlada.

El oxígeno del aire, dentro y fuera de la lata, causará corrosión. De esto se entiende que la eliminación del -- aire de dentro de la lata que contiene alguna bebida carbonatada es mucho más importante que la de una botella de vidrio. Además de afectar a la bebida, afecta a la lata.

Debe señalarse que la mayoría de las bebidas carbonatadas no tienden a provocar la corrosión. Sin embargo, algunas formulaciones sí presentan estas tendencias, por lo que no se pueden enlatar. Un estudio realizado en Estados Unidos, indicó que los refrescos pueden agruparse de acuerdo a cuatro mecanismos distintos de corrosión. Grupo 1.- Bebidas que contienen colorantes azo u otros oxidantes que tienden a atacar al estaño directamente: (a) ácido cítrico como base para sabores de naranja, fresa, uva, cereza: (I) el estaño es anódico o ligeramente catódico al acero. (II) el estaño se corroe rápidamente con tintes oxidantes. (III) la hojalata no tiene -- una influencia apreciable en la corrosión; (b) ácido fosfórico como base para sabores de naranja, fresa y root beer: (I) el acero es fuertemente anódico al estaño. (II) el estaño es protegido catódicamente de la corrosión por los colorantes. - (III) los colorantes actúan como depolarizadores en el cátodo de estaño.

En el grupo (a), el estaño se consume rápidamente -- por la acción de los oxidantes. En el grupo (b), al igual que en el (a), se contienen oxidantes que atacan directamente al estaño, sin embargo, al exponerse al acero por los poros del estaño, éste queda protegido y se evita en cierta medida la -- corrosión. Grupo 2.- Bebidas que contienen ácido fosfórico como las colas y root beers: (I) el estaño es relativamente --- inerte al ataque directo. (II) la acción de la hojalata es in -- significativa - no acelera ni retarda la corrosión del acero.- (III) el estaño sirve de barrera inerte al acero.

Grupo 3.- Bebidas que contienen ácido cítrico como las de limón, lima y ginger ale: (I) el estaño es anódico al acero, (II) la hojalata tiende a proteger al acero de la corrosión. (III) el estaño se consume rápidamente dejando al acero expuesto a ataques directos.

Como algunas substancias son aceleradoras de la corrosión, debe hacerse todo esfuerzo para mantener a éstas fuera de las bebidas, si se quieren enlatar. Pequeñas cantidades de cobre pueden acelerar la corrosión. Se recomienda no enlatar ningún producto que contenga anhídrido sulfuroso u otro compuesto sulfurado. Es por ésto, que algunas bebidas con sabores de frutas como la piña, etc., que contienen algunos compuestos sulfurados, son altamente corrosivos.

Se han hecho estudios de algunas substancias para inhibir la corrosión. Las que más se emplean en la industria de las bebidas carbonatadas son el ácido ascórbico (vitamina-C), que además presenta una acción anti-oxidante y el cloruro estanoico anhidro. Este último se puede utilizar en una concentración de hasta 11 ppm medido como estaño. Además, se puede usar como preservativo en los refrescos.

### III) Ventajas y Desventajas. (1)

Las ventajas del uso de las latas para envasar bebidas carbonatadas se dividen en dos grupos: ventajas para el consumidor y ventajas para el productor y distribuidor de los refrescos. Lo que concierne al consumidor es lo siguiente: no se requiere de depósito, después de utilizarla se puede tirar sin necesidad de almacenarlas como sucede con las botellas de vidrio retornables; las latas se enfrían más rápido que las botellas de vidrio y pueden guardarse más fácilmente en el refrigerador; las latas requieren de menor espacio para el almacenamiento en la cocina, en la despensa, etc.; las latas pesan menos que las botellas y por eso son más fáciles de manejar.

Desde el punto de vista del productor y del comerciante, las ventajas de las latas son: no hay que devolver dinero como en el caso de las botellas; no hay necesidad de separar botellas; no se necesita espacio para almacenar botellas vacías; no hay pérdidas por botellas quebradas; y las latas ocupan menos espacio en los estantes del comerciante que las botellas.

Algunas de las desventajas son las mencionadas en la fabricación y corrosión de las latas. Los refrescos enlatados cuestan más que los refrescos envasados en botellas retornables. A pesar de la litografía artística, los refrescos enlatados no tienen la apariencia visual de las botellas. El retorno del depósito puede ser una molestia para el comerciante, pero es un placer para algunos jóvenes y para el consumidor constante, el depósito inicial ya ha sido olvidado. La vida de almacenamiento de las latas es menor al de las botellas y además, la ganancia del comerciante es mayor con las botellas retornables.

### 3.5.2. La Corcholata. (1,3)

La compañía Crown Cork & Seal se fundó en 1892 con la invención de la corcholata de metal, que dió a los embotelladores y a los cerveceros el sello perfecto para sus botellas. Es a William Painter, de Baltimore, a quien se acredita como el inventor de la corcholata, invento, que a finales del siglo XIX, vino a llenar una urgente necesidad. En aquellos años el problema de sellar los envases de vidrio era muy serio. Se habían patentado aproximadamente 1500 artificios para el sellado. La mayoría de éstos eran muy complicados y fastidiosos, muy pocos, sellaban verdaderamente la botella. Más aún, no tenían sanidad alguna, ya que eran reutilizados sin tratar de esterilizarlos. La patente para la primera corcholata fué otorgada el 2 de febrero de 1892. Reemplazó a todos los artificios usados para el sellado, ya que era sanitaria, de un solo uso y se podría aplicar rápidamente. A pesar de --



que la nueva corcholata conservaba a la cerveza por mayor -- tiempo, no fué aceptada universalmente sin alguna lucha. Después de estar acostumbrados a usar un corcho de 5 cm con un disco de estaño en la parte superior y amarrarlo con alambres a la botella para sellarla, los cerveceros no podían -- creer que un metal fino con un pedacito de corcho por dentro podía conservar la cerveza en su recipiente. En una demostración de las propiedades selladoras de la corcholata, una compañía cervecera embarcó hacia América del Sur un cargamento de cervezas tapadas con corcholatas. De América del Sur regresaron el cargamento sin haber abierto las cervezas. Cuando se dieron cuenta que la cerveza se mantenía en buen estado, la corcholata ganó aceptación mundialmente.

Habiendo inventado la corcholata, Painter inventó una máquina que llenaba y tapaba con las corcholatas las botellas. La máquina se movía con la fuerza del pie. En 1893, el mismo Painter patentó una máquina automática de encorcholado. Para principios de 1900 el sistema estaba en uso general. A partir de esa fecha, las máquinas aumentaron su velocidad y el corcho utilizado empezó a reemplazarse con otros materiales plásticos. Inclusive se posee la tecnología para fabricar corcholatas para sellar botellas de plástico en un futuro a mediano plazo. (17)

### 3.5.3. Embotellado.

Una vez que las botellas están limpias al salir de la sección de lavado, pasan por un sistema de inspección antes de llegar a la llenadora, a la tapadora, a la mezcladora y al etiquetado.)

Sistema de inspección:

El sistema de inspección de las botellas es llamado el "Super Ojo" y está diseñado para operar a altas velocidades. El sistema opera electrónicamente y está basado en detectar la cantidad de luz que pasa a través de la botella --

que se inspecciona. Una fuente de luz se coloca debajo del nivel del transportador y alumbra hacia arriba a través del fondo de la botella. Dentro de la cabeza de inspección hay un mecanismo del tipo de obturador rotatorio. Este mecanismo, llamado retículo golpéa una celda solar o foto-voltáica y se convierte en un voltaje eléctrico. Si la botella que se inspecciona está limpia, entonces la luz que pasa a través del fondo de la botella llega en una misma cantidad al retículo y a la celda, produciendo así un voltaje eléctrico igual en todas sus secciones. Si por el contrario, la botella que se inspecciona está sucia, la cantidad de luz que pasa a través del fondo de la botella no es igual, ya que la partícula de suciedad intercepta la luz. Al recibir la celda solar la luz, el voltaje eléctrico va a ser desigual, es decir, va a variar. El voltaje desigual va a provocar en el circuito de memoria una pulsación de rechazo, y la botella es conducida, entonces, al área de botellas rechazadas.

El transportador que lleva las botellas al sistema de inspección es el mismo que las conduce a la máquina llenadora. (1)

El Embotellado:

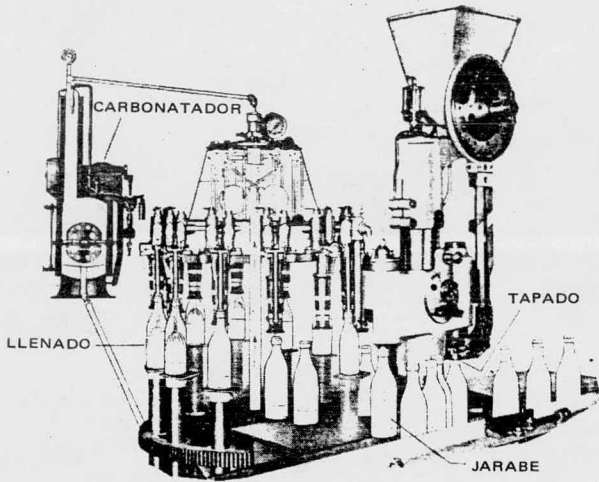
Las botellas que pasan por el sistema de inspección son llevadas a la máquina llenadora. El llenado de las botellas puede hacerse con dos métodos distintos, el llamado "Proceso de Tres etapas" y el "Proceso Premix".

a) Proceso de Tres Etapas: (3)

El método de llenado más comunmente usado en la industria de las bebidas carbonatadas es el proceso de tres etapas. En este método, una cantidad medida de jarabe ya preparado es colocado primeramente dentro de la botella recién lavada e inspeccionada mientras ésta pasa a través de la parte llamada "surtidor de jarabe" (Véase la Figura 11). Las botellas son llevadas a la segunda sección de la máquina, donde el agua carbonatada y enfriada, proveniente del carbonata

dor y enfriador, es depositada dentro de la botella. Para -- mantener el contenido apropiado de dióxido de carbono en la bebida, la llenadora está construída de tal manera que una -- contrapresi3n constante es mantenida durante el ciclo de lle nado previniendo así cualquier escape de dióxido de carbono. En la tercera secci3n de la máquina, las corcholatas son bajadas en una tolva y son presionadas automáticamente a las -- botellas, sellándolas herméticamente.

Figura 11. Máquina Llenadora. (3)



En un tipo de llenadora de botellas, que puede llenar 375 botellas por minuto, las botellas son transportadas a la llenadora mediante un transportador de cadenas con la parte superior plana. Las botellas tienen su primer contacto con la llenadora en la "rosca sincronizadora". Este aparato espacia igualmente las botellas sobre el transportador de cadenas y acelera la velocidad de las botellas para sincronizarse con la velocidad de la llenadora. Después de que la botella se en cuentra sujeta debajo de la válvula de líquido, se opera -- una palanca que abre la válvula de carga. Esto establece la --

contrapresión del gas en las botellas, Las botellas que están rotas, rajadas o despedazadas no pueden establecer esta contrapresión y de esta manera las válvulas cargadoras de gas se cierran automáticamente. Las botellas rotas o quebradas cierran automáticamente las válvulas cargadoras y de líquido. Estas dos precauciones previenen una pérdida de líquido y de dióxido de carbono.

La encorcholadora consiste de dos ensambles - la tolva de corcholatas que las detiene y las selecciona, y la sección del encorcholado, que coloca las corcholatas en su lugar. Un rastrillo en la tolva separa las corcholatas y las coloca en el conducto que las deposita en la cabeza de la encorcholadora. Cuando la cabeza se encuentra arriba de una botella, es bajada automáticamente hasta que la corcholata se coloca en la botella, al continuar el proceso, la garganta de la máquina presiona la corcholata sobre el anillo superior del cuello de la botella. Así es como la botella queda sellada con una corcholata.

Las botellas llenas y tapadas que salen de la llenadora son transportadas a otra máquina automática que mediante un movimiento giratorio mezcla el contenido de las botellas. Posteriormente las botellas pasan a otro sistema de inspección y finalmente pasan a la máquina rotuladora.

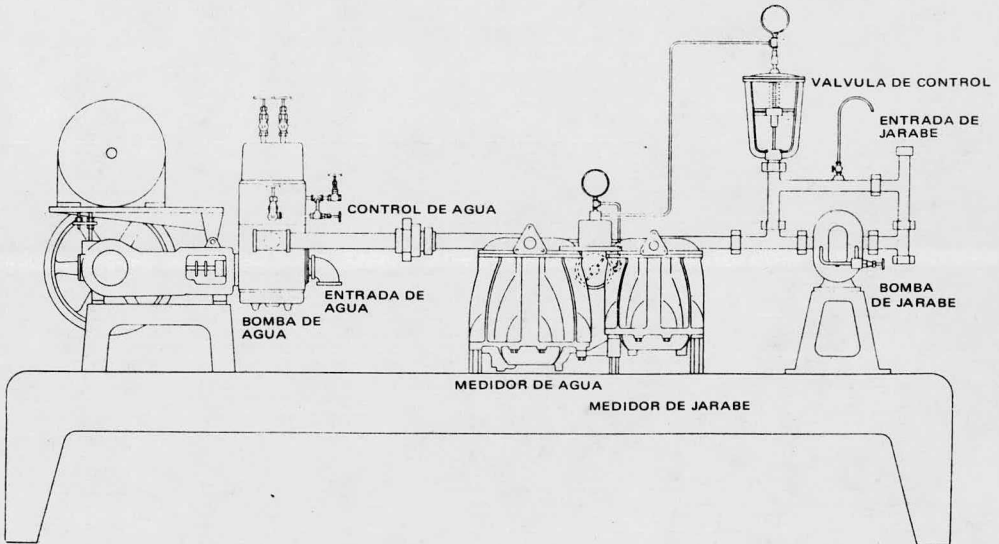
b) Proceso Premix: (3)

En el proceso Premix de llenado, los volúmenes apropiados de jarabe y agua requeridos para cada botella son medidos automáticamente por un sistema continuo de medición. Estos volúmenes son mezclados, enfriados y carbonatados simultáneamente en un carbo-enfriador (Ver la sección de Carbonatación). La bebida carbonatada obtenida de esta manera se bombea directamente a la máquina llenadora y los pasos siguientes del embotellado son los mismos que en la sección anterior, es decir, el llenado, el tapado y el rotulado. La única diferen-

cia, es que el mezclado posterior ya no se efectúa, ya que en la botella está el refresco previamente mezclado.

Uno de estos sistemas es el llamado "Sin-Cro-Mix".- La unidad que aparece en la figura 12 se comprende de bombas separadas de agua y jarabe montadas en una base, de medidores separados de agua y jarabe conectados a una válvula diferencial para controlar el gasto del flujo de los líquidos a una proporción predeterminada y constante.

El agua deaereada es enviada a la unidad llamada--- Sincrómetro, y es bombeada con un gasto constante. El jarabe--- Figura 12. Sincrómetro. (3)




es bombeado de su tanque mezclador a su medidor independiente. Mediante un juego de válvulas se puede fijar la proporción requerida de jarabe y agua para la elaboración del refresco. Si

el abastecimiento de agua o jarabe se interrumpe, la unidad para automáticamente.

El sistema de llenado Premix es un método relativamente más nuevo que el ampliamente utilizado de tres etapas.

#### 3.5.4. Enlatado.

El proceso total del enlatado de refrescos es completamente análogo al embotellado de los mismos, sin embargo, se presentan suficientes diferencias como para mencionarlas y describirlas.

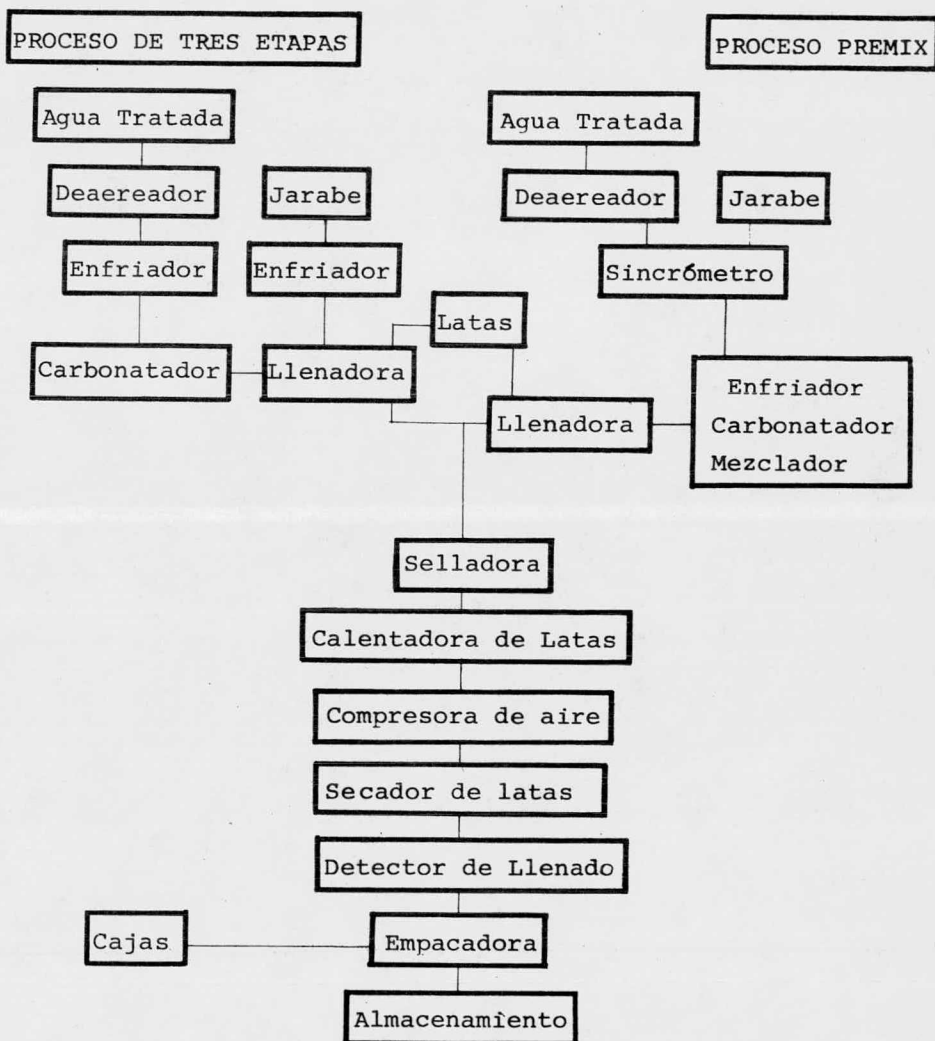
Las latas provenientes del manufacturador deben enjuagarse para liberarlas de cualquier tipo de materia o suciedad, ya sean fragmentos de fibras o polvo. Las latas pueden ser descargadas automáticamente de sus cajas a la línea de enjuague, pero generalmente esta operación es manual. El enjuague puede hacerse con agua fresca fría o tibia, como lo prefiera el embotellador. Después del enjuague, las latas son transportadas en posición invertida para que puedan escurrir. 

(1)

#### a) Proceso Premix:

En el sistema Premix común, el agua tratada y filtrada es pasada a través de un deaerador y entonces es enviada a un proporcionador que mide automáticamente los flujos del agua y del jarabe que se requieren en la formulación del refresco y a una unidad de mezclado, enfriado y carbonatado. La bebida carbonatada final es alimentada automáticamente a la llenadora. Las latas llenas se dirigen hacia la máquina cerradora, la cual puede manejar de 200 a 500 latas por minuto. Estas máquinas cerradoras debe estar equipadas para un cerrado con flujo gaseoso, para que de esta manera el aire que se encuentra en la parte superior de la lata pueda ser desplazado por dióxido de carbono. Si se hace eficientemente, solo unos pocos mililitros de aire permanecerán en la lata. (3)

Figura 13. Diagrama de Flujo de una línea de Enlatado.(3)



Las latas ya cerradas deben ser calentadas a temperatura ambiente y preferiblemente un poco más, para ayudar al secado y para prevenir el "sudado" de la lata después del empacado. Las latas que son empacadas cuando están mojadas o que sudan después del empacado, son más propensas al enmohecimiento externo y puede dañarse el recipiente. El calentamiento puede efectuarse con chorros de agua tibia. Esta operación, además, ayuda a lavar la lata después del llenado. Si la temperatura que se adopta para el lavado es de 39°C, el lavado servirá para checar que el recipiente que llegue a las manos del consumidor esté en buenas condiciones, ya que ésta será la máxima temperatura a la que el refresco llegará en su manejo en el comercio. Un secador de latas puede incluirse en la línea de enlatado, pero hay otros aparatos, como la compresora de chorros de aire que quita el agua de la lata al pasar ésta por el transportador.

La línea de enlatado debe estar equipada con una báscula automática o un detector de nivel de rayos x, para rechazar aquellas latas que estén semi-lLENAS. El detector de nivel también sirve para llevar un récord del número de latas sobrellenasadas.

Posteriormente, las latas son marcadas o fechadas para conveniencia del embotellador, y una vez que son empacadas, el empaque también es fechado. De aquí, el producto final puede ser embarcado o llevado al almacén.(3)

b) Proceso de Tres Etapas:

El sistema de tres etapas también puede ser utilizado en el enlatado. En este caso, una cantidad medida de jarabe preparado es primeramente colocado en la lata recién enjuagada que es transportada hacia la llenadora. La llenadora añade la cantidad requerida de agua carbonatada y la lata pasa, entonces, hacia la máquina cerradora. Cuando se emplea el sistema de tres etapas, las latas deben, al igual que las

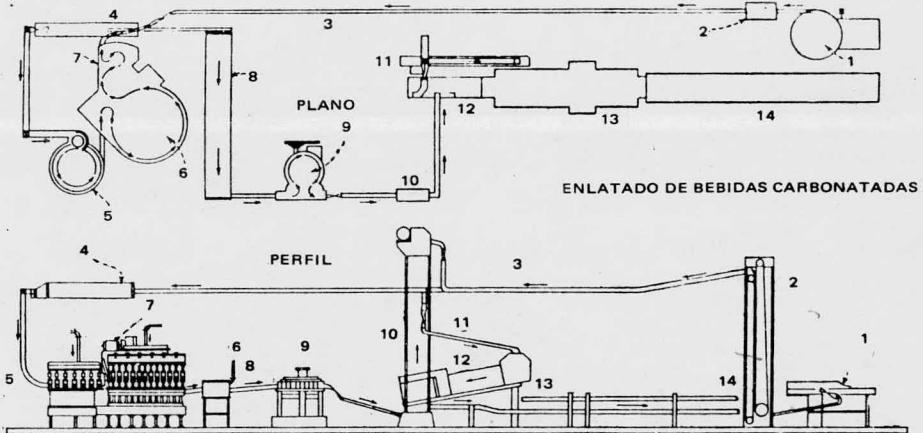


botellas, ser rotadas de alguna manera para que los componentes se mezclen.

No se acostumbra incluir un deaerador en el proceso de tres etapas, sin embargo, es aconsejable tener un deaerador u otro método de eliminación del aire en la bebida. En la figura 14 puede apreciarse una línea de enlatado de refrescos. (3)

### 3.5.5. Empacado.

El empacado de las botellas o de las latas fué idea originalmente como un medio de protección a los recipientes. Para este propósito, la industria refresquera adoptó ---  
Figura 14. Línea de enlatado de Bebidas Carbonatadas.



- |                      |                                     |
|----------------------|-------------------------------------|
| 1.- Desempacadora    | 7.- Vapor                           |
| 2.- Elevador         | 8.- Secador de latas                |
| 3.- Línea para latas | 9.- <u>Inspector de Llenado</u>     |
| 4.- Esterilizador    | 10.- Elevador                       |
| 5 y 6.- Llenadora    | 11.- Mezclador                      |
|                      | 12,13 y 14.- Empacado y etiquetado. |

la caja de madera en el año de 1850. Inicialmente, esta caja, podía llevar 24 botellas pequeñas. Más tarde, fué adaptada para acomodar 12 botellas de mayor tamaño. Se fabricaron y probaron cajas de metal, pero resultaron muy incómodas. Con el desarrollo de la industria del plástico, se crearon cajas para acomodar desde 9 hasta 24 botellas. El uso de este tipo de cajas se generalizó debido a que presentaba las mismas ventajas que la caja de madera, exceptuando la vida de la caja, pero la de plástico siendo mucho más ligera que la de madera. - (18)

En el año de 1922 se utilizó por primera vez el cartón de seis envases y fué hasta 1930 que el uso de éste se generalizó. Los primeros cartones no eran otra cosa más que cajas cerradas de cartón corrugado que acomodaba en su interior 6 envases. De aquí surgió la idea de fabricar las cajas de -- cartón para 24 envases, las que tuvieron mucho éxito. En México, en la actualidad, los embotelladores utilizan los tres tipos de cajas principales: cajas de madera, cajas de plástico y cajas de cartón corrugado. (19)

Los cartones de seis envases son muy utilizados en la industria cervecera, más no en la refresquera. Con la misma idea de unir 6 envases, se creó un anillo plástico que se coloca en la parte superior de las latas, presentándolas como un cartón de 6 envases. También en los Estados Unidos se ideó un nuevo cartón; el cartón de 8 envases. Estudios realizados hasta el año de 1975 muestran que el consumidor a recibido al nuevo cartón con aceptación.

Lo que el futuro nos depara en cuestión de empa-- cado es, simplemente un cambio de materiales debido al avance de la tecnología, más la idea del empa-- cado será la misma. (15)

CAPITULO 4

ASPECTOS DE LA PLANTA

## CAPITULO 4

## 4. ASPECTOS DE LA PLANTA.

## 4.1 Diseño de la Planta. .

En la presente década se ha cambiado el patrón que se utilizaba para el diseño de la planta. Antes y después de la II Guerra Mundial, la moda era construir las plantas con - "ventanas-espectáculo" sobre una calle muy transitada o sobre las principales carreteras. La parte final de la lavadora de botellas y los equipos de carbonatación y llenado se colocaban en lugares donde pudieran ser expuestos a la vista del público, y se requerían muchos metros cuadrados de ventanería - para proveer al espectador de la imagen dramática que se quería que la planta transmitiera. En resumen, la planta era diseñada como una unidad de venta y como una unidad de producción.

En aquel tiempo la mayoría de las plantas funcionaban con camiones repartidores. Varios factores, ahora existentes, han venido a hacer obsoleto el concepto del diseño de la planta antes utilizado: (a) No es preciso que una planta embotelladora tenga camiones repartidores en operación. Puede resultar, en algunas ocasiones, más económico tener almacenes - cercanos al centro de consumo que se encarguen de repartir el producto con sus propios medios. (b) El valor de las tierras, las supercarreteras y los problemas de seguridad, son factores negativos que se presentan al concepto del diseño de la planta con "ventanas-espectáculo". (c) Utilizar el diseño de la planta como un factor promocional no es necesariamente benéfico para la operación lucrativa. Los altos costos que acarrea el diseño de la planta en el aspecto de construcción puede traer menos ganancias que si se aplicaran esos gastos a un tipo de promoción más directa para la venta del producto. ---

(d) Funcionalmente, puede construirse y operarse una planta - mejor y más barato si no se apega uno al diseño de las "ventanas-espectáculo" (1)

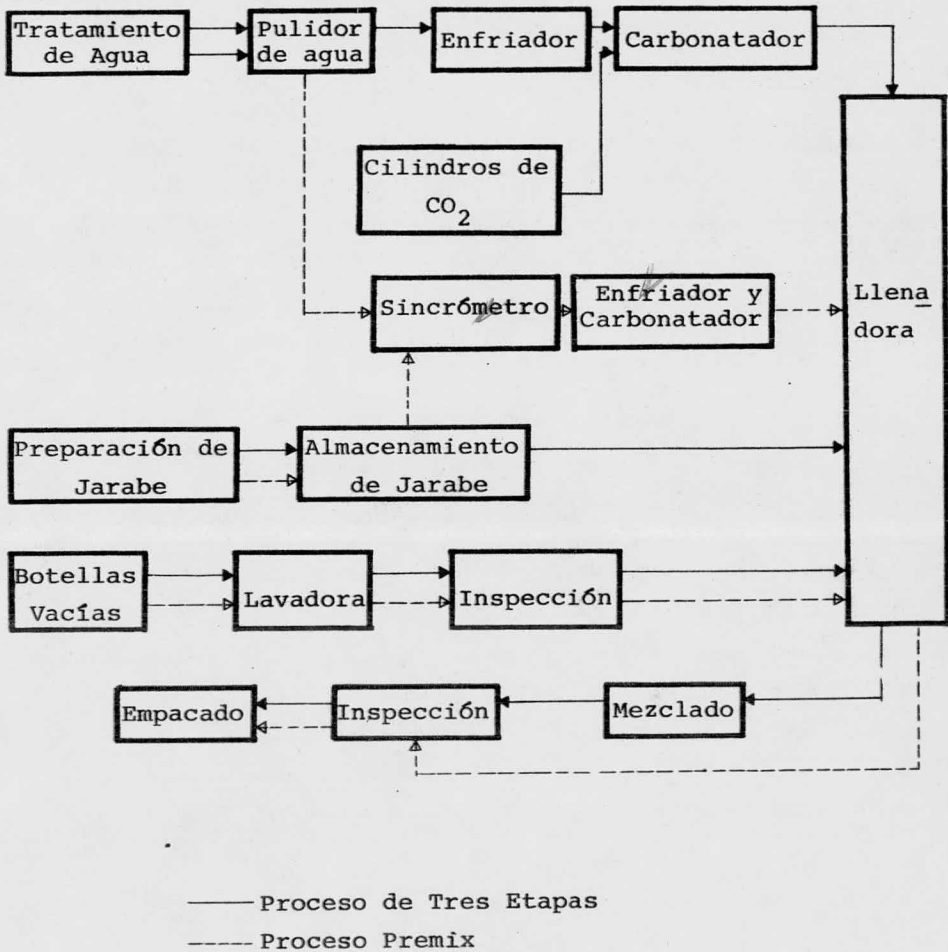
#### 4.1.1. Planeación y Area de Producción.

Cuando se planea una nueva planta, deben tomarse -- ciertos pasos en un orden específico. Si el dueño de la planta no tiene suficiente personal calificado para llevar a cabo estos pasos, debe de requerir de los servicios de planeadores profesionales, arquitectos e ingenieros, para cumplir con --- ellos. Los pasos son los siguientes: Paso 1.- Un esbozo cuidado de lo que la nueva planta va a realizar: (a) Identidad - del producto; tipo y tamaño de los envases, empacado dentro - del tipo y tamaño de los recipientes. (b) Lista de los materiales que se van a recibir; material, volumen recibido, envase en donde se recibe. (c) Servicios, tales como el equipo de tratamiento de agua, cuarto de jarabe, cuarto de calderas, -- área de compresoras, laboratorio, líneas de producción. (d) - Almacén y área de embarco; tamaño y carácter, dependiendo de si la planta va a trabajar con camiones repartidores propios o si va a embarcar hacia un almacén central.

Paso 2.- Producir un diseño adimensional de bloques del proceso total. Cada función debe identificarse en un bloque que a su vez esté conectado con el bloque siguiente. Algunas funciones serán líneas rectas, otras serán perpendiculares y otras presentarán varias alternativas. El diagrama de bloques deberá hacerse con cierta flexibilidad e inteligencia, ya que pueden presentarse varios cambios en el proyecto original mientras se construye la planta.

Paso 3.-, Una vez que el diagrama de bloques esté de acuerdo con todos los puntos y detalles que se especifiquen, es necesario preparar cálculos para dimensionar los equipos requeridos. Aquí debe tenerse mucho cuidado en lo que se refiere a - utilización de capital. Debe determinarse la capacidad de produ

Figura 15. Diagrama de bloques para una planta embotelladora de bebidas carbonatadas. (1)

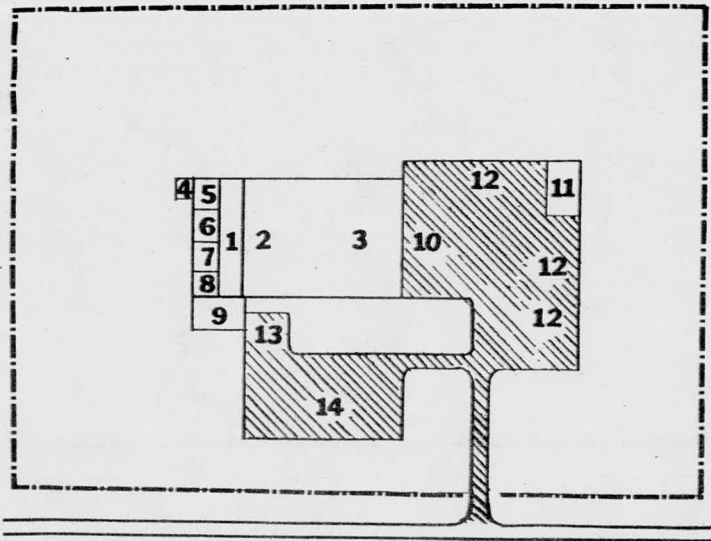


ducción anual así como los requerimientos de trabajo óptimo.

Paso 4.- Solo después de que los pasos 1, 2 y 3 hayan sido -- completados puede comenzarse con el 4. Este paso consiste en "cubrir" con un edificio los elementos desarrollados en los -- pasos anteriores. En otras palabras, no se debe diseñar prime-- ro el edificio para después "acomodar" la operación dentro de él, sino que se diseñe el edificio alrededor del proceso tot-- tal. (1,7)

En la Figura 16, se muestra un concepto de diseño -- para una planta ultra moderna, de alta velocidad en su opera-- ción, con facilidades de almacenamiento mínimas para las mate-- rias primas y productos terminados y sin necesidad de camio-- nes repartidores. Todo el producto terminado será transporta-- do por trailers para su depósito en un almacén central, ya -- sea del dueño o de su distribuidor.

Figura 16.- Plano general de la Planta embotelladora. (1)



- |                             |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 1.- Cuarto de llenado       | ✓ 8.- Trat. de Agua              |
| 2.- Lavadora                | 9.- Oficinas                     |
| 3.- Almacén ✓               | 10.- Carga y descarga            |
| 4.- Calderas ✓              | 11.- Taller                      |
| 5.- Cuarto de Refrigeración | 12.- Estacionamiento de camiones |
| 6.- Cuarto de Jarabe        | 13 y 14.- Estacionamiento        |
| 7.- Laboratorio             |                                  |

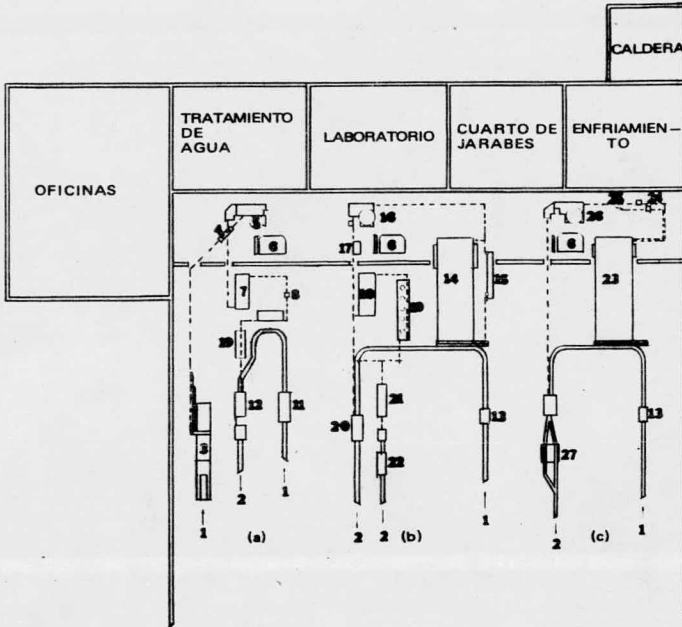
Se encontrará localizada fuera de la zona urbana en un terreno relativamente grande para tener espacio a futuras expansiones. El diseño de la planta en sí, incluirá planes específicos para una futura expansión de los edificios. La planta, equipada con los equipos mencionados en el capítulo anterior y operada en un 85% de eficiencia durante aproximadamente 3000 horas por año, será capaz de producir unas 17 millones de cajas al año. (En el capítulo del Estudio Económico, se tratarán los temas de producción y sus costos). (1)

En la actualidad se están diseñando plantas embotelladoras con capacidades superiores a las 17 millones de cajas por año. Se expone y propone aquí este diseño de planta como un ejemplo de lo que se puede llegar a hacer y para explicar y justificar el empleo de los equipos y operaciones detallados en el Capítulo 3. Además, los pasos que se proponen son válidos para cualquier planta.

En la figura 17 se pueden observar las diferentes etapas de las líneas de producción que funcionarían en una planta como la especificada en párrafos anteriores. Está representada el área de producción con tres líneas diferentes: (a) una línea para el enlatado de refrescos; (b) una línea para el embotellado con opción a utilizar botellas retornables o no retornables y (c) una línea para el embotellado operando exclusivamente con botellas retornables.



Figura 17. Plano del área de producción. (1)



Las etapas que aparecen enumeradas en la Figura 17-  
son las siguientes: (1)

- 1.- Proviene del almacén.
- 2.- Hacia el almacén.
- 3.- Ordenador de latas.
- 4.- Enjuagador de latas.
- 5.- Llenadora de latas y máquina de sellado.
- 6.- Equipo para la preparación de la bebida.
- 7.- Calentador de latas.
- 8.- Detector del llenado interno en la lata.
- 9.- Mesa de acumulación.
- 10.- Máquina para alinear seis latas.
- 11.- Máquina para hacer los cartones de seis latas.

- 12.- Máquina que coloca las 6 latas alineadas en los cartones ya preparados para ello.
- 13.- Desempacado de botellas.
- 14.- Lavadora para botellas retornables.
- 15.- Enjuagador para botellas no retornables.
- 16.- Llenadora de botellas retornables y no retornables.
- 17.- Sellador de corcholatas.
- 18.- Calentador para botellas no retornables.
- 19.- Etiquetadoras para botellas no retornables.
- 20.- Empacadora en cajas para botellas retornables y no retornables.
- 21.- Máquina para alinear botellas no retornables de seis en seis.
- 22.- Empacadora en cajas para botellas no retornables de seis en seis.
- 23.- Lavadora para botellas retornables.
- 24.- Inspector electrónico de botellas vacías.
- 25.- Combinador de botellas.
- 26.- Llenadora y encorcholadora de alta velocidad para botellas retornables.
- 27.- Empacadora en cajas de alta velocidad.

La línea "a" es la línea enlatadora. La línea "b" es la línea embotelladora que presenta la opción de utilizar botellas retornables o no retornables. La línea "c" se encarga de embotellar exclusivamente en botellas retornables. Se diseñaron las líneas para empacar, ya sea latas o botellas, de seis en seis, ya que es el empaque comercialmente más utilizado en la actualidad. Las tres líneas de operación servirán para elaborar el refresco dietético si así se deseara. Sin embargo, debido al bajo consumo de refrescos dietéticos en comparación al consumo de refresco no dietético, sería aconsejable emplear únicamente la línea embotelladora para que se ocupara de la producción del refresco dietético, y en ocasiones se podría utilizar la línea de enlatado para presen

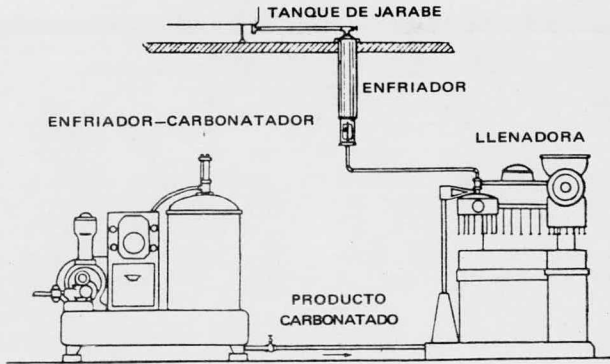
tar al mercado un par de opciones de envasado del refresco -- dietético para su consumo. Claro está, que si la planta fuera la única en el país en producir refrescos dietéticos, ésta podría emplear sus tres líneas de producción para elaborar el refresco dietético. Este punto se verá más adelante en el Capítulo 5.

#### 4.1.2. Distribución del Equipo en la Planta.

Es esencial que se sigan algunos principios de ingeniería en la distribución del equipo en la planta y en el itinerario rutinario. A menos de que estos principios sean conjugados apropiadamente, se tendrá que realizar mucho trabajo in necesario, lo que va a resultar en un incremento en los cos-tos de producción. Uno podría diseñar, teóricamente, una planta que satisficiera muchos de los problemas de ingeniería que se podrían presentar. Sin embargo, esto es muy difícil de lograr en la práctica real ya que intervienen muchos factores - en el arreglo que se escoja para la planta. Entre estos factores están la proximidad a las fuentes de materia prima, por ejemplo, cerca de la vía ferroviaria; la proximidad a los puntos de distribución mayores, esto es, cercana al área de con-sumo; el carácter de la vecindad; abastecimiento de agua; disponibilidad de mano de obra, etc. Algunas veces un solo factores puede aparecer en tal magnitud que la planta debe diseñar se y arreglarse para que las condiciones de ese solo factor - queden satisfechas. De hecho, la oportunidad de adquirir un terreno para luego diseñar y construir la planta o rentar una planta ya construída, puede ser el factor controlante para el resto de la operación. (3)

Uno de los principios de ingeniería que deben analizarse es el de la localización del cuarto de jarabes. Si el - cuarto se localiza en un balcón o en un piso superior y el -- agente edulcorante, como materia prima, se recibe en el piso - inferior, es más conveniente colocar un tanque mezclador en - el piso de recepción de la materia prima para luego bombear -

Figura 18. Llenado convencional. Operación en dos niveles. (3)



esta mezcla hacia el cuarto de jarabes, que subir o transportar la materia prima recibida al cuarto de jarabes. Esto es cierto tratándose de azúcar o de agentes edulcorantes artificiales. En el tanque mezclador colocado en el piso de recepción de materias primas, también se añadirán a él, los otros componentes del jarabe, a saber: agentes de "cuerpo", ácidos, sabores y colorantes. Una vez elaborado el jarabe, éste es bombeado hacia el cuarto de jarabes donde se almacena en un tanque.

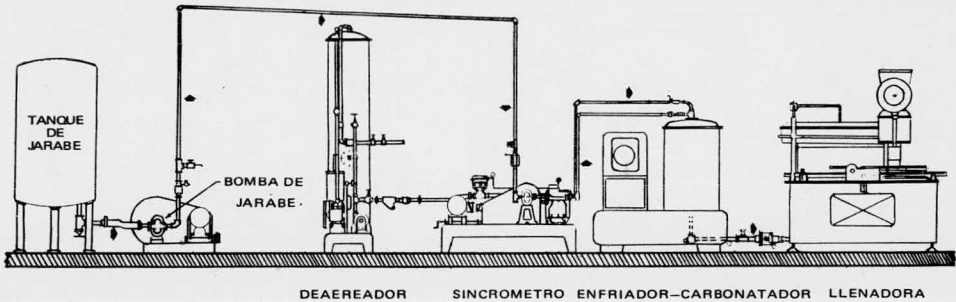
Si el cuarto de jarabe se encuentra en el piso superior, se puede aprovechar la ventaja de la gravedad para hacer fluir el jarabe hacia el enfriador de jarabe y posteriormente a la máquina llenadora. (Véase Figura 18). Si el cuarto de jarabe se encuentra en el mismo piso, el jarabe terminado tendría que ser bombeado directamente a la llenadora o al carbonatador "Premix". (7)

Cuando el jarabe no es elaborado en la misma embotelladora, sino que proviene de una compañía que lo prepara y lo envía en tambores, sigue siendo ventajoso el tener los tambores en un segundo piso y aprovechar la gravedad. La posición de los tambores debe ser tal, que solo se utilice un-

enfriador de jarabe y que se emplee el mínimo de bombeo para hacer llegar el jarabe a la llenadora o al carbonatador "Pre-mix".

Si el sistema que se va a emplear utiliza un Sincrómetro, entonces la operación se puede llevar a cabo en un solo nivel. La Figura 19 puede servir como guía, ya que el sistema está equipado con bombas para alimentar el agua y el jarabe requeridos. (3)

Figura 19. Instalación Sin-Cro-Mix. Operación en un nivel.(3)

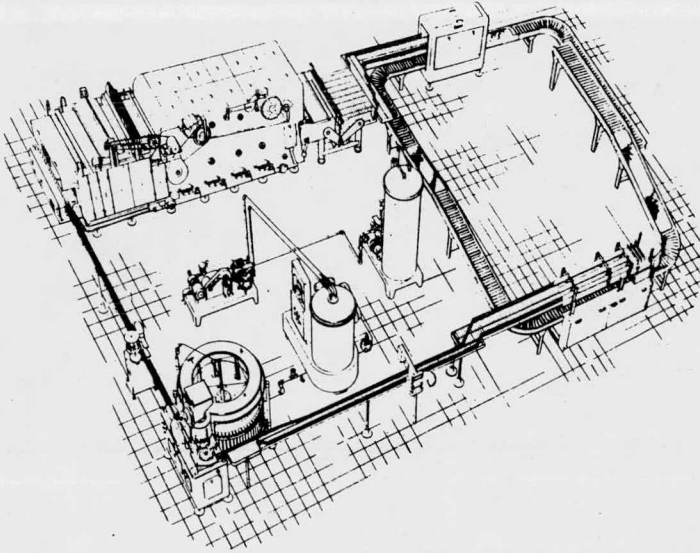


El equipo que se emplea para la preparación de la bebida y para el tratamiento del agua, debe arreglarse de una manera tal que no tenga que utilizar grandes cantidades de tubería. Esta medida no es tan solo económica, ya que usando tramos cortos de tubería se evita el calentamiento del agua y del jarabe cuando fluyen por ella, y por consecuencia, el espumado en la máquina llenadora. Además, las tuberías cortas requieren de menos tiempo para su limpieza y mantenimiento. Sin embargo, las tuberías no deben ser tan cortas para que no estorben cuando se requiera limpiar o reparar el equipo. El sistema se compone de los siguientes equipos: enfriador de agua, enfriador de jarabe, deaerador, carbonatador de agua -

o carbonatador Premix, llenadora, encorcholadora y selladora de latas.

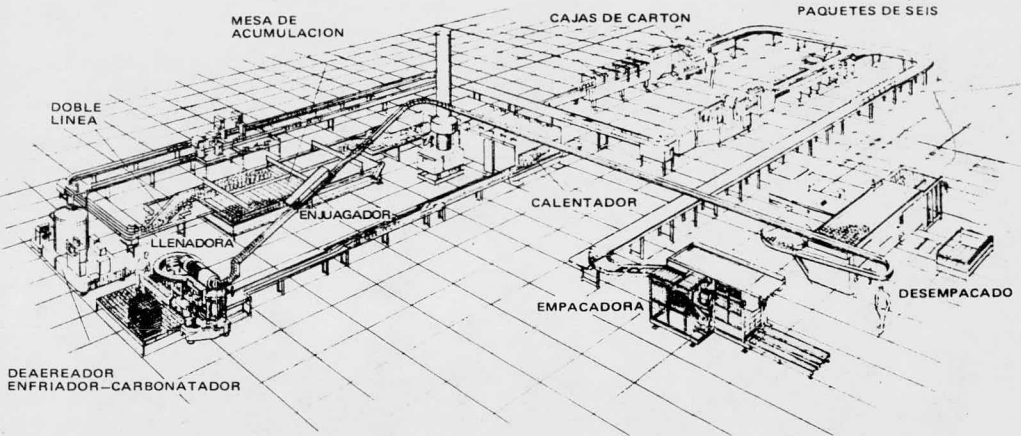
Para la carga y descarga de las botellas, un arreglo satisfactorio es aquel en el que las botellas vacías y sus cajas se descargan del trailer en el piso de recepción, se colocan sobre un transportador que las lleva a una máquina que invierte las cajas, las botellas son descargadas automáticamente y son llevadas a la máquina lavadora. Pasan a la llenadora, son selladas, etiquetadas y devueltas a sus cajas limpias. Después de esto, las cajas llenas son transportadas y colocadas en los trailers. En la figura 20 se observa una línea de embotellado completa.(3)

Figura 20. Vista de una línea embotelladora completa.(1)



En la Figura 21 se observa una línea de producción completamente integrada para el enlatado de 600 a 1100 latas por minuto.

Figura 21. Vista de una línea enlatadora completa. (1)



#### 4.1.3. Mantenimiento del Local.

Puede definirse al mantenimiento del local como -- aquellos factores y detalles administrativos que dan por resultado una limpieza y una sanidad satisfactoria para la --- planta. La operación exitosa de cualquier planta embotelladora de bebidas carbonatadas depende, en toda medida, de las - buenas prácticas del mantenimiento del local, esto es, de un programa completo de limpieza y sanidad. Sería conveniente - que dicho programa fuera puesto en manos de un tecnólogo de sanidad o preferentemente de un tecnólogo de alimentos, pero debemos afrontar el hecho de que la mayoría de las plantas- embotelladoras no pueden costear la paga a un tecnólogo de - tiempo completo. Pasa así la responsabilidad de este progra-

ma a manos del gerente o del director de la planta. (3)

El primer requisito a este respecto, es que el edificio que acobia la planta sea construido o remodelado con el pensamiento de que se trata de un establecimiento alimenticio y que todos los requisitos sanitarios de tales establecimientos deben satisfacerse. De esta manera, todos los pisos de la planta deben de estar hechos de un material durable, con facilidades de drenaje apropiadas para que pueda -- ser lavado. Las paredes, deben de estar hechas o cubiertas de un material que también pueda lavarse. Todas las esquinas y uniones del edificio deben de estar arqueados para que puedan ser lavados fácilmente. El propósito básico de las sugerencias arriba mencionadas, es el de facilitar la limpieza del local. (20)

Uno de los aspectos más importantes para un mantenimiento de la planta adecuado, es el "acomodo" apropiado de todo el equipo y máquinas. Estos deben ser colocados de tal manera que ninguna de las partes del equipo sea inaccesible para la limpieza. El equipo debe colocarse e instalarse en espacios libres para poder ser inspeccionados, limpiados y reparados.

A pesar de la construcción sanitaria, todas las máquinas deben limpiarse, esto es, la construcción sanitaria no es sustituto de la limpieza, sino que hace que ésta sea más fácil y rápida.

En general, el equipo debe estar hecho de acero inoxidable. La tubería también debe ser de acero inoxidable con uniones sanitarias, que faciliten el desmantelamiento y el rearrreglo. Para las líneas de tubería que van hacia o salen del tanque de jarabe se han utilizado exitosamente tuberías de vidrio Pyrex. Para los filtros se han utilizado tubos de plástico o mangueras. (21)



#### 4.2. Descomposición de las Bebidas Carbonatadas.

La descomposición de las bebidas carbonatadas, o de cualquier alimento o producto alimenticio, puede definirse como cualquier cambio que se presente y que altere la condición, grado o standard deseados del producto. Estos cambios pueden ser propiciados por causas o por la acción física, química, - bioquímica o microbiológica. (3) Todo el proceso de elaboración de los refrescos que se ha presentado en los capítulos anteriores, ha sido detallado desde un punto de vista que no permite la descomposición o que la mantiene en un mínimo. En esta sección, se analizan las causas de la descomposición y su control.

Desde una perspectiva industrial, debe reconocerse que la descomposición no solo afecta a la bebida final, sino que puede afectar a la materia prima también. Pueden obtenerse grandes pérdidas debido a la descomposición de materia prima, y una vez descompuesta, es imposible recuperar el material dañado o hacer bebidas que no se descompongan.

Para evitar las pérdidas por descomposición, es de suprema importancia la limpieza y las medidas sanitarias que se adopten en la planta.

##### 4.2.1. Descomposición Física. (3)

El efecto mortal de la luz y del calor sobre las bebidas carbonatadas, es considerado como una descomposición física. Otro tipo de descomposición física es la apariencia pobre que puede resultar de la presencia de precipitados o materia extraña.

###### a) Luz:

Los efectos dañinos de la luz solar sobre los refrescos son conocidos por todas las personas que han trabajado en el negocio de las bebidas carbonatadas. La descomposición causada por la luz puede dividirse en dos categorías principales: (a) cambios indeseables en el sabor, caracteriza

dos por compuestos del terpeno, compuestos aceitosos, compuestos agrios, etc., y (b) sabores y olores extraños en las bebidas hechas de bases de frutas. Los sabores aceitosos y de terpeno se encuentran principalmente en las bebidas con sabores cítricos. Se presenta rancidez en los productos que contienen aceites fijos, tales como los aceites vegetales, incluyendo los aceites vegetales brominados.

En la segunda categoría, la descomposición se atribuye al descoloramiento de la bebida. No todos los colores -- usados en los refrescos son firmes a la luz, y aún los de --- gran firmeza a la luz, tienden a desvanecerse cuando son sujetos a la fuerte luz solar. Para prevenir la descomposición -- por la exposición a la luz, es necesario tomar toda precau--- ción para mantener los refrescos fuera del alcance de la luz solar, no solo en la planta, sino también en los camiones repartidores y en las tiendas de autoservicio u otro tipo de -- tiendas que vendan refrescos. Es por esta razón que se recomienda a los embotelladores que no coloquen los refrescos de frutas en la parte superior de los camiones repartidores.

b) Cambios de temperatura:

Una amplia variación en la temperatura puede causar cambios indeseables en los refrescos. Las altas temperaturas (del orden de 38°C) pueden afectar adversamente el sabor. Es bueno recalcar que el dióxido de carbono es mucho menos soluble en agua a altas temperaturas que a bajas. Esto tenderá a causar derrames en las botellas que contengan el refresco, y algunas latas no podrán soportar el incremento en la presión interna provocado por el incremento en la temperatura ambiente. (Véase sección 3.3.3)

Las temperaturas muy bajas pueden traer efectos mortales a las bebidas. Algunos colorantes y saborizantes son menos solubles a temperaturas muy bajas. Estos pueden precipi--tarse en la solución y no volver a disolverse en ella al au--mentar la temperatura, o bien, pueden redisolverse en la soluu

ción pero el matiz o el sabor pudieron haber sufrido ciertos cambios.

Los cambios de temperatura son fáciles de controlar. En la planta se puede utilizar aire acondicionado en el lugar de almacenaje y conservar así una temperatura constante, y en tiendas de consumo, pueden colocarse en o fuera de refrigeradores, dependiendo del caso.

c) Apariencia:

La apariencia de una bebida es considerada como una propiedad física, y en este sentido, si la apariencia está -- por debajo de lo estándar, la bebida puede ser considerada como descompuesta. La presencia de anillos en los cuellos de las botellas, o de cualquier tipo de precipitados, o de cambio en el matiz, son evidencias de la bebida está dañada o descompuesta.

Los anillos cafés o rojizo-café que se presenten en los cuellos de las botellas, pueden deberse a la precipitación del hidróxido férrico. Los precipitados floculentos pueden deberse a las malas prácticas del tratamiento de aguas, o a una mala filtración del agua, o a una actividad microbiológica, o a la precipitación del material colorante.

Debe checarsé que las botellas que salen del lavado o del enjuague no contengan cerdas de los cepillos u otro --- cualquier material extraño. Si se lleva a cabo una buena práctica en la elaboración de los refrescos, se evita la descomposición de este tipo.

d) Hervida y Derramamiento:

En cierto sentido, la hervida y el derramamiento -- son un tipo de descomposición física. La hervida se presenta en la máquina llenadora, y el derramamiento ocurre en el momento en que la botella es abierta. Estos dos conceptos, sus causas y como evitarlos, se analizan en la sección 3.3.3. de Carbonatación. Aquí, solo se mencionan como tipos de descompo

sición física.

#### 4.2.2. Descomposición Química. (3)

La descomposición química de las bebidas carbonatadas puede resultar de las reacciones de los ingredientes de la bebida con el oxígeno del aire, o de las reacciones entre ingredientes incompatibles en el refresco. Algunas de estas reacciones pueden ser inducidas o aceleradas por una causa física, tal como la luz o el calor. Por ejemplo, los olores terpénicos o la rancidez pueden deberse a la oxidación de los terpenos o de los aceites fijos con el oxígeno del aire, que se encuentra disuelto en la bebida o en el cuello de la botella o en la parte superior de la lata, la oxidación de los terpenos y la rancidez, no son los únicos cambios indeseables por oxidación. Muchos saborizantes, por ejemplo, los aldehídos, son sensibles a la oxidación y cuando se oxidan pueden descomponer el sabor del refresco. De lo anteriormente citado, se observa que un medio de prevenir la descomposición química en las bebidas carbonatadas es el de eliminar el exceso de aire que se encuentre disuelto en el agua o en los cuellos de las botellas. Los problemas que ocasiona la presencia del exceso de aire se enunciaron en la sección 3.3.3 (Carbonatación) Para eliminar el aire de las bebidas, debemos instalar un deaerador (sección 3.2) y hacer uso de las medidas de prevención de exceso de aire en la máquina llenadora y en la válvula que regula el aire (Sección 3.3.3) Por ejemplo, en el llenado a baja presión proceso en el que la botella con su contenido se encuentra abierta a la atmósfera por varios segundos, el dióxido de carbono que se escapa, desplaza al aire que se encuentra en el cuello de la botella. Con una buena técnica de operación, menos del 5% del gas que se encuentra en el cuello de la botella es aire.

Estas reacciones de oxidación son catalizadas por la luz y aceleradas por el calor. Como se mencionó, estas reacciones pueden evitarse o minimizarse con la deaeración del agua usada para la carbonatación y manteniendo la canti-

dad de aire en los cuellos de las botellas en su mínima expresión.

Además de la descomposición química por oxidación, se presenta la descomposición por exceso de hierro, cobre y cloro en el agua de la bebida. La presencia de estos materiales en el agua y sus efectos se analizaron en la sección --- 3.2.1 (Agua y su Tratamiento).

#### 4.2.3. Descomposición Bioquímica.

La forma principal de descomposición bioquímica a la que las bebidas carbonatadas están sujetas, es causada -- por la actividad enzimática. Las enzimas son una clase de -- sustancias orgánicas coloidales y solubles elaboradas por -- organismos vivientes que catalizan reacciones específicas. -- Las enzimas son proteínas simples o conjugadas. Las principales enzimas que afectan a los refrescos son las carbohidrasas y las lipasas. Las carbohidrasas como la sucrasa (invertasa) las amilasas, catalizan la hidrólisis de los carbohidratos. -- Las lipasas, catalizan la hidrólisis de grasas y ésteres.

En ocasiones, la actividad enzimática ocurre en -- conjugación con la presencia y metabolismo de microorganismos, pero no es siempre el caso de las enzimas que son producidas por microorganismos, pero que pueden ser activas aún después de la muerte de los microorganismos. (3)

Las enzimas pueden estar presentes en los productos naturales utilizados en la manufactura de las bebidas -- carbonatadas, tal como los jugos de frutas, como los concentrados de frutas, como la goma arábiga y otras gomas naturales, etc. Estas enzimas, pueden causar cambios indeseables -- en la materia prima o en la bebida final. Por ejemplo, la su crosa o amilasa pueden acelerar la inversión de la sacarosa. Esto puede desearse en ocasiones y en otras puede ser totalmente indeseable.

Se tendrán mayores desventajas si hay lipasas presentes en los productos naturales. Estas enzimas hidrolizan-

no solo las grasas, sino que en ocasiones también a los ésteres. Como una consecuencia de su acción divisoria, pueden causar rancidez y olores extraños en las bebidas que contengan grasas, aceites fijos o brominados. Como muchos de los componentes más importantes de los sabores son los ésteres, naturales o sintéticos, puede verse que la hidrólisis enzimática de los ésteres, reduciría la intensidad del sabor o podría causar la presencia de olores y sabores extraños. (22)

En adición a la presencia de enzimas en los productos naturales, debe señalarse que hay enzimas que se utilizan en el procesamiento de la materia prima empleada en la manufactura de los refrescos. Por ejemplo, las pectinasas son usadas para despectinar algunos sabores de la fruta real. Es posible que el sabor despectinado se use para saborear un refresco dietético al que se le haya añadido pectina como agente de cuerpo. Si el sabor lleva consigo suficiente enzima, ésta puede actuar e hidrolizar la pectina añadida destruyendo así el efecto de "cuerpo" que se deseaba. (3)

#### 4.2.4. Descomposición Microbiológica. (3)

Sin duda alguna, la descomposición atribuida a la actividad de microorganismos, es el problema más serio del productor de bebidas. Los microorganismos, son organismos de plantas o animales de dimensiones micro y submicroscópicas. Los microorganismos vegetales están generalmente clasificados en tres grupos, a saber; hongos, bacterias y algas. En lo que concierne a la industria refresquera, los hongos son el grupo de mayor importancia en la descomposición por organismos, ya que incluyen a las levaduras (sacaromices) y al moho. Los microorganismos animales más importantes son los protozoarios. Mientras que los microorganismos, individualmente hablando, son microscópicos en tamaño, se agrupan para formar colonias, nubes, precipitados y espumas que son visibles sin necesidad de lentes, o aparatos y son las señas directas e inequívocas-

de la descomposición.

a) Hongos:

Los hongos son organismos sencillos que no contienen clorofila y tienen una estructura vegetal que no está diferenciada en raíces, tallo y hojas. Los hongos están clasificados como Eumicetos, un subfilo de la Thallophyta y comprende al hongo verdadero, éste es, a los Ficomicetos, a los Ascomicetos u hongo bolsa que incluye a las levaduras (sacromices) y al moho, a los Basidiomicetos u hongos trébol, como el champiñón, y al Fungi Imperfecti como el aspergilli. - Algunas veces los Mixomicetos o moho limoso y los Esquizomicetos o bacterias, se clasifican con los hongos.

La descomposición causada por los hongos se verá en el grupo de las levaduras y del moho.

b) Levaduras:

El término de levaduras es el nombre común que se usa para denotar a un amplio grupo de microorganismos de hongos. La mayoría de las levaduras son unicelulares y se reproducen por gemación y esporación asexual. Algunas levaduras, sin embargo, se reproducen por esporación sexual. Las levaduras son un poco más grandes que las bacterias. Su pared celular contiene quitina y dentro de la célula se encuentra una gran vacuola. Un típico ejemplo de levadura es el *saccharomyces cerevisiae*.

Las levaduras crecen más fácilmente en jarabes, soluciones ácidas (el pH óptimo para el crecimiento de las levaduras es de 4.0 a 4.5), en algunos sabores, y otras materias primas que el resto de los microorganismos, bajo las condiciones normalmente existentes durante la manufactura de los refrescos. Consecuentemente, es de mayor importancia para el productor, conocer los detalles de su aparición y crecimiento y los factores que controlen el mismo. Las levaduras son las responsables del 90% de las descomposiciones debidas a microorganismos.



Los caminos por lo que las levaduras se pueden introducir al proceso de elaboración de los refrescos son: (a) en los recipientes de la materia prima, tal como los sacos de azúcar; (b) saborizantes y colorantes contaminados; (c) polvo o suciedad del aire que se recoge durante la manufactura; (d) operaciones en la planta no sanitarias; (e) equipo y tubería contaminados; (f) botellas y latas mal esterilizadas; (g) corcholatas sucias.

Se han realizado estudios del crecimiento de las levaduras sobre los principales componentes de un refresco; --- agua, azúcar, ácido y dióxido de carbono.

(I) Efecto del Azúcar.- El efecto del azúcar en el crecimiento de las levaduras no es importante en el caso de la elaboración de un refresco dietético, ya que éste no contiene azúcar. Sin embargo, se considera de vital importancia dar a conocer los resultados obtenidos en el estudio. En la Tabla 4.1 se puede observar el crecimiento de las levaduras en diferentes soluciones azucaradas y a diferentes tiempos.

Tabla 4.1. Crecimiento de las levaduras en soluciones azucaradas. (3)

Incubación Horas.	Levaduras/ml			
	Sacarosa 1%	Sacarosa 5%	27°Bé (49.5%)	32°Bé (59.1%)
0	127,000	120,000	190,000	205,000
8	143,000	195,000	261,000	782,000
30	192,000	580,000	941,000	1'680,000
48	290,000	940,000	3'600,000	2'150,000
60	385,000	2'110,000	7'410,000	2,895,000
85	870,000	11'700,000	8'600,000	3,752,000
119	1'600,000	26'500,000	9'100,000	4,492,000
145	2'300,000	43'800,000	9'900,000	6'631,000
162	2'650,000	57'300,000	12'600,000	7'389,000



(II) Efecto del Acido.- Cuando hay ácido presente, aún ácidos orgánicos, en tan bajas concentraciones como 0.017%, equivalente a 0.17 gramos por litro, sin azúcar, las levaduras no crecen, como se puede ver en la Tabla 4.2. La adición de tan solo 1% de sacarosa cambia el medio ambiente de la solución y las levaduras empiezan a crecer. Si la concentración del ácido es aumentada, las levaduras mueren rápidamente. De la tabla se observa que el factor principal de crecimiento de este tipo de hongo es la presencia del azúcar. Se debe recordar -- que el refresco dietético no contiene azúcar y que en este -- sentido es difícil encontrar levaduras en él.

Tabla 4.2.- Crecimiento de levaduras en soluciones ácidas-azucaradas. (3)

Incubación - horas.	Sacarosa Ac. Cítrico 0.17 g/l	Levaduras/ml					
		1% 0.17g/l	5% 0.17 g/l	5% 0.86 g/l	5% 3.4 g/l	10% 0.17 g/l	10% 0.86 g/l
0	139,000	119,000	135,000	150,000	140,000	119,000	140,000
8	129,000	121,000	.....	.....	.....	.....	.....
30	93,000	133,000	169,000	47,000	6,100	159,000	.....
45	4,000	140,000	195,000	.....	.....	.....	.....
50	200	162,000	220,000	.....	.....	.....	.....
35	0	197,000	233,000	11,200	.....	.....	.....
19	.....	257,000	251,000	.....	.....	240,000	.....
45	.....	770,000	292,000	400	320	.....	200
52	.....	1'200,000	305,000	50	.....	.....	.....
30	.....	2'700,000	310,000	.....	.....	2'120,000	.....
20	.....	2'509,000	295,000	.....	.....	15	.....
50	.....	2'000,000	290,000	.....	.....	1,900,000	.....

(I) Efecto del Dióxido de Carbono.- De la Tabla 4.3 puede apreciarse que el dióxido de carbono tiene un efecto inhibitor sobre el crecimiento de las levaduras. Si hacemos una comparación del crecimiento en una solución de 10% sacarosa con 0.017% de ácido sin CO<sub>2</sub> (Tabla 4.2) y de una misma solución solo que con

CO<sub>2</sub> en 3.5 volúmenes (Tabla 4.3), observamos que la presencia del dióxido de carbono desacelera el crecimiento de las levaduras. Se vuelve a recalcar aquí que cuando no hay azúcar presente en una solución, ésta se convierte en un medio desfavorable para el crecimiento de este tipo de hongo.

Tabla 4.3.- Crecimiento de levaduras en soluciones con Dióxido de Carbono, ácido y azúcar. (3)

Incubación horas	Levaduras/ml			
	1% saracosa 3.5 Vol.de CO <sub>2</sub>	5% saracosa 3.5 Vol. de CO <sub>2</sub>	0.17 g/l de Ac.Citríco 3.5 Vol. de CO <sub>2</sub>	0.17 g/l Ac.Cit. 10% saracosa 3.5 Vol.de CO <sub>2</sub>
0	135,000	131,000	142,000	121,000
8	139,000	162,000	125,000	.....
30	142,000	510,000	79,000	.....
45	161,000	.....	7,000	139,000
60	187,000	.....	500	.....
85	263,000	9'600,000	10	.....
119	730,000	23'000,000	.....	195,000
145	1,240,000	47'000,000	0	.....
162	1,710,000	58'000,000	.....	.....
180	2'100,000	75'000,000	.....	340,000
220	1'900,000	93'000,000	.....	.....
260	1'800,000	94'000,000	.....	430,000

c) Moho:

El moho está constituido por hongos filamentosos - compuestos por muchas células, generalmente tubulares o cilíndricas, formando una hifa. Las ramificaciones de la hifa forman una masa de hilos conocida como micelio. La hifa aérea produce esporas en el esporangio o tiene esporas libres que algunas veces son coloreadas y dan al moho su apariencia característica. El moho no tiene clorofila y consecuentemente es saprofito en sus requisitos nutricionales. Necesitan

de aire para crecer y pueden hacerlo en un medio ácido. Se ha encontrado que las presiones altas de dióxido de carbono producen un ambiente desfavorable para su crecimiento. (3)

Las bebidas apropiadamente carbonatadas, generalmente no poseen la cantidad suficiente de aire para el crecimiento del moho. Sin embargo, el moho tolera el ácido y puede crecer en soluciones de ácido cítrico y en jarabes acidulados. Pueden crecer también en los corchos de las corcholatas, sobre papel, bolsas, madera, y por lo tanto, puede causar la descomposición de cantidades considerables de materia prima empleada en las bebidas y materiales utilizados en la planta embotelladora.

Si el moho se introduce en la bebida, produce un sabor y olor extraños y característicos. Si la planta no tiene sanidad adecuada y el moho crece en la planta, el aire y la misma planta tendrán un olor desagradable. El moho se puede evitar llevando a cabo un plan de sanidad y limpieza en los materiales y en la planta. (7)

#### d) Bacterias:

Las bacterias son organismos unicelulares microscópicos que están clasificados como esquizomicetos del filo --Thallophyta. Se encuentran ampliamente distribuidas, siendo encontradas casi en todas partes, en el agua, en el aire, en el suelo, en la comida y en la piel. Las bacterias se reproducen por bipartición. Pueden ser de forma redonda o cococida, bacilo, bastoncitos o espirales. Algunas de ellas son móviles. (3)

El crecimiento de las bacterias en las bebidas se hace evidente por el olor y el sabor extraño que ellas producen. Algunas bacterias son autotróficas, esto es, son capaces de obtener energía de fuentes inorgánicas de nitrógeno y carbón, o en algunas ocasiones de la luz solar. Otras bacterias son heterotróficas, es decir, dependen de las sustancias orgánicas para sus necesidades de alimentación. Algunas

bacterias crecen sin acceso al oxígeno o bajo presiones muy bajas de éste, encontrando en las bebidas carbonatadas un ambiente apropiado, si no fuera por el hecho de que la mayoría de las bacterias no pueden crecer en un medio ácido. Existen sin embargo, bacterias conocidas como acidofílicas que pueden crecer a pH de 3.0 a 4.5. (7)

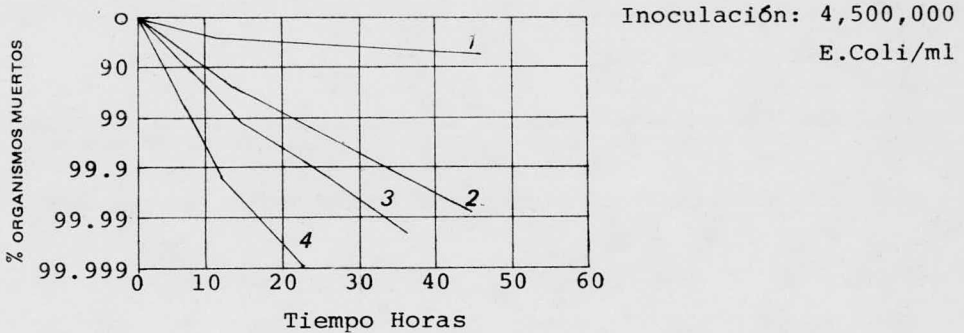
Un organismo que es considerado como característico de contaminación por desperdicios humanos es la *Escherichia coli*, gram-negativo, bastoncitos móviles o no que aparecen -- por pares o en cadenas cortas. La presencia de este organismo en la comida o en los productos alimenticios, agua, o bebidas de cualquier tipo, es considerada como una indicación de que tales productos o el agua están contaminados. Mientras que la *escherichia coli* no es patogénica, su presencia puede indicar la posibilidad de que algunos organismos patogénicos también estén presentes. Por ejemplo, la *Salmonella typhosa*, que es el organismo que produce la fiebre tifoidea.

Debido a la combinación de la concentración de ácidos y dióxido de carbono, que tienen un efecto germicida, el índice de grupos coli en las bebidas carbonatadas es muy bajo. El efecto que tienen los principales componentes de un refresco sobre la *E. coli* bajo condiciones experimentales, se muestra en la Figura 22. En una solución de 3.5 volúmenes de  $\text{CO}_2$ , 0.085% de ácido cítrico y 10% azúcar, 4,500,000 de bacterias por mililitro murieron en menos de 36 horas. (Véase la Figura 22). (3)

e) Algas:

El término algas, es el nombre común de un grupo heterogéneo de plantas que son capaces de llevar a cabo la fotosíntesis mediante la clorofila u otro pigmento fotosintético. Generalmente viven en el agua, dulce o salada, y sobre superficies húmedas. Como pueden producir carbohidratos, no viven una vida saprofitica o parásita.

Figura 22.- Representación gráfica de la influencia de los principales ingredientes de los refrescos sobre la E. coli. (3)



1.- Agua pura

3.- Agua pura, 0.085% de ácido cítrico, 10% sacarosa

2.- Agua pura, 0.085% de ácido cítrico.

4.- Agua pura, 0.085% de ácido cítrico, 10% sacarosa y 35 Vol. de CO<sub>2</sub>.

Cuando las condiciones son favorables para su crecimiento, esto es, cuando tienen agua, luz, carbón e hidrógeno, crecen rápidamente. Después de acumularse en grandes masas, mueren, y le dan al agua un olor y sabor desagradable. Estas aguas no son peligrosas, pero son indeseables y si no se sigue la práctica apropiada del tratamiento de aguas, las algas, vivas y muertas, pueden introducirse en las bebidas carbonatadas provocando los sabores y olores extraños. Los ingredientes de las bebidas carbonatadas, exceptuando al agua, no constituyen un medio adecuado para el crecimiento de las algas. (23)

f) Protozoarios:

Los protozoarios son un filo del reino animal que comprende principalmente organismos unicelulares de tamaño mi

croscópico y a unas cuantas colonias. Utilizan como su alimento a la materia orgánica, tal como los desperdicios descompuestos de animales y vegetales y de animales y plantas vivas. Si se encontraran presentes en un agua mal tratada y penetraran en el refresco, lo descompondrían dándole un sabor y olor extraños. Se puede evitar la descomposición por protozoarios-llevando a cabo un buen tratamiento de aguas. (3)

#### 4.3. Análisis Químicos en la Planta. (3)

Para establecer un control adecuado en una planta de bebidas carbonatadas, debemos mantener bajo cuidado las cantidades de todos los ingredientes usados y regular los pasos de la manufactura para que el producto final tenga siempre la misma cantidad de agentes edulcorantes, de ácidos, de saborizantes, de colorantes, de carbonatación y de agua, en un recipiente limpio, apropiado y atractivo. Un volumen prede terminado constante de bebida final debe estar presente en cada botella o lata.

Las medidas adecuadas de control que nos llevan a una uniformidad y control de calidad tales, incluyen la exactitud en la preparación de los sabores y de los colorantes, jarabes y ácidos y proveer los volúmenes apropiados de carbonatación.

Aquí se revisarán algunos de los análisis químicos que se efectúan en una planta embotelladora de refrescos. Los métodos que se presentarán permiten al productor de refrescos determinar: (a) el carácter y la calidad de agua utilizada; (b) la concentración del ácido en la bebida final y en las soluciones almacenadas; (c) la presencia de agentes edulcorantes en el refresco; (d) los volúmenes de carbonatación; (e) la concentración cáustica en las soluciones para el lavado de las botellas; (f) la eficiencia en el enjuague de las botellas; (g) la uniformidad de las botellas.

##### 4.3.1. Análisis de Agua.

## a) Sólidos Totales:

En este método, un volumen conocido de agua es evaporado hasta sequedad sobre un plato de peso conocido bajo condiciones estándar y el peso del residuo es determinado -- después del secado.

Procedimiento.- Se pesa con exactitud un plato de evaporación vacío sobre una balanza analítica hasta miligramos. Se colocan con una pipeta 100 ml de la muestra en el plato y se evapora lentamente en un baño de agua, en un baño de vapor o en un horno seco a 100°C. Después de la evaporación, se seca el residuo en el horno a 103°C durante una hora. Después de dejarse enfriar, se pesa. Al peso total se le resta el peso del plato vacío y el incremento en el peso en miligramos, -- multiplicado por 10, es igual al total de sólidos en el agua en partes por millón.

## b) Dureza Total:

La dureza total del agua puede determinarse por el método del jabón o por el método que utiliza compuestos quelatantes.

(I) Método del Jabón.- La determinación de la dureza mediante este método es solo una aproximación de la cantidad de -- calcio o magnesio presentes en el agua, ya que estima el poder de consumo de jabón del agua.

Procedimiento.- Se toman 50 ml del agua a analizarse. Se --- agrega una solución de jabón estándar en pequeñas proporciones cada cierto tiempo, se agita vigorosamente después de cada adición, hasta que se obtiene una marca de espuma permanente. Si ésta se mantiene por más de 5 minutos, esto indicará que ese es el "punto final verdadero".

Antes de llevar a cabo la prueba, es necesario saber si el agua es ácida. Si así resultara, debe neutralizarse a anaranjado de metilo con la adición de una solución de carbonato de sodio 0.02N.

(II) Método de Quelatación.- Otro método que se usa para la determinación de la dureza se basa en la acción quelatante y de formación de complejos del ácido etiléndiaminotetraacético (EDTA). Este compuesto, y sus sales sódicas tienen la habilidad de formar complejos quelatos con los cationes metálicos.- Un color, conocido como Cromo Negro T, también forma complejos con el calcio y el magnesio. En un pH de 8.5 a 11.5 la solución acuosa del color libre de calcio y magnesio es azul, mientras que los lagos de calcio y magnesio tienen un color rojizo. Como los complejos del EDTA son más estables que los compuestos del colorante, el EDTA es capaz de reaccionar con los lagos del colorante liberando a éste y quelatando al calcio y al magnesio. Esto torna la solución azul.

Procedimiento.- Se ponen en un matraz Erlenmeyer de 250ml, 50 ml de agua. Se agrega un gramo de cromo negro T y se titula con una solución de EDTA con una bureta de 25 ml. El número de mililitros de la solución EDTA que se utilizaron se multiplica por 20 para darnos la dureza en partes por millón, expresadas como carbonato de calcio.

#### c) Alcalinidad Total:

Se determina el volumen de una solución ácida 0.02N requerida para neutralizar un volumen conocido de muestra y se calcula la alcalinidad.

(I) Método de Anaranjado de Metilo.- Procedimiento.- Se colocan 50 o 100 ml del agua muestra en un matraz Erlenmeyer. Se agregan 4 gotas de una solución indicadora de fenolftaleína.- Se agrega una solución 0.02N de ácido sulfúrico o clorhídrico con una bureta graduada en décimas de mililitro, hasta que el color rosa desaparece. La cantidad de mililitros usada de ácido se multiplica por 20, si se usó una muestra de 50 ml, o por 10 si se usó una de 100 ml. Esto da la alcalinidad de fenolftalína. Se añaden 2 gotas de una solución de anaranjado de metilo y se continúa la titulación hasta que el color cambia de amarillo-naranja a rojizo-naranja. Los mililitros uti-



lizados de ácido se multiplican por 20 o por 10, si se trata de una muestra de 50 o 100 ml respectivamente, y ésto nos dá la alcalinidad total en términos de carbonato de calcio.

(II) Método de Púrpura de Metilo.- Una solución de púrpura de metilo puede ser utilizada en lugar del anaranjado de metilo. El cambio de color será de verde a púrpura. Un tinte gris intermedio es una señal de que el viraje está próximo a suceder.

d) Presencia de Cloro:

Se requiere de las determinaciones del cloro para averiguar si los niveles de la cloración necesaria en los sistemas de tratamiento de aguas se está manteniendo y si la eliminación de todo el cloro por los absorbedores de carbón-activado es completa. Estos métodos también pueden usarse para determinar la concentración de soluciones esterilizadoras de hipoclorito.

El cloro residual es determinado comparando el color de las muestras de agua a las cuales se les añadió una solución de o-tolidina (orto-tolidina) con standards de colores permanentes, representando concentraciones conocidas de cloro. La ortotolidina imparte un color amarillo o anaranjado a las aguas que contienen una concentración residual de cloro.

Procedimiento.- Se llenan los tubos que tenga el aparato comparador de cloro con el agua que quiera analizarse. Se agrega la cantidad específica de o-tolidina a uno de los tubos y se mezcla. Se coloca este tubo en el comparador y se colocan los otros tubos detrás del color estándar. Se compara el color del desconocido con los colores estándar y se determina el más parecido. Los resultados se tabulan como partes por millón de cloro.

Cuando se seleccionan los colores estándar permanentes, el rango en el que el comparador trabaja debe cono-

cerse. Las instrucciones de cuanto volumen de agua y de solución de o-tolidina deben seguirse con exactitud para obtener resultados correctos.

e) Hierro Total:

Los iones de hierro férrico reaccionan con el tiocinato de amonio para formar el tiocinato férrico rojo. La intensidad del color producido es proporcional a la concentración de hierro. Con el tratamiento de las muestras del agua - para convertir todo el hierro a su estado férrico y con el empleo de colores estándar ya preparados, el contenido total de hierro en el agua puede ser calculado.

Procedimiento.- Se colocan 50 ml del agua muestra con una pipeta en un frasco. Se añaden 5 ml de ácido clorhídrico y 2 gotas de una solución al 30% de agua oxigenada. Se mezcla vigorosamente y se le agregan 5 ml de la solución de tiocinato de amonio. Se llena uno de los tubos de comparación con esta solución y se coloca en el compartimiento central del aparato - comparador. A otra muestra de agua de 50 ml , se le añaden -- 5 ml de ácido clorhídrico, 2 gotas de la solución al 30% del agua oxigenada y 5 ml de agua destilada. Se coloca esta mezcla en los otros tubos del comparador y se comparan con el tubo muestra. Se reporta como la concentración de hierro en partes por millón.

4.3.2.- Concentración de Acidos.

La concentración de los ácidos es analizada en las soluciones almacenadas, mediante un hidrómetro, y en los refrescos, mediante la titulación con soluciones alcalinas ---- estándares.

a) Soluciones Almacenadas:

Método de Hidrómetro.- El hidrómetro es una boya, - generalmente de forma cilíndrica, con un bulbo en el centro, - un tronco delgado y un fondo pesado. El tronco está graduado con una escala, comunmente en unidades arbitrarias, tales co-

Baumé, Brix, o Twaddell, etc., o directamente en gravedad es pecífica.

La escala Baumé está basada en un módulo de 145 ,-- que ha sido generalmente adoptado, y la relación entre la -- gravedad específica a 20°C y grados Baumé para líquidos más-- pesados que el agua es:

$$^{\circ}\text{Bé} = 145 - \frac{145}{\text{sp gr } 20^{\circ}/20^{\circ}\text{C}}$$

El procedimiento que se detalla está diseñado para averiguar la concentración de una solución almacenada de áci do cítrico y de esta manera, ayudar a su control. Si se uti-- lizan otros ácidos en la preparación de la bebida, se deben-- utilizar las tablas que se presentan en la sección 3.1.3.

Procedimiento.- Se colocan en un cilindro graduado de 266 ml de 207 a 236 ml de la solución almacenada de ácido cítrico.- Se calienta o se enfría a la temperatura a la que el hidróme-- tro ha sido calibrado. Se sumerge el hidrómetro en la solu-- ción un poco más allá del punto de equilibrio y se le permi-- te elevarse y alcanzar su propio nivel. Esto se hace para so breponerse a los efectos de la tensión superficial y de vis-- cosidad. Cuando el hidrómetro ya no fluctúa y descansa y es-- tá libre de burbujas de aire, se lee la escala. La concentra-- ción de las soluciones del ácido cítrico se expresan como un porcentaje. Para convertir los °Bé a por ciento de ácido cí-- trico, se utiliza la Tabla 4.4.

b) Acidez en las Bebidas:

Método de Titulación.- Después de eliminar el dió-- xido de carbono de la bebida, un volumen conocido de ésta es titulado con una solución alcalina estándar hasta un viraje-- de fenolftaleína. La concentración del ácido puede ser calcu-- lada en gramos por litro o en por ciento de ácido.

Procedimiento.- Elimine el dióxido de carbono de la bebida -

Tabla 4.4.- °Bé a por ciento de ácido cítrico en peso. Hidrómetro calibrado a 25°C. (3)

°Bé	Décimas de Grados									
	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
20	39.6	39.8	40.0	40.2	40.4	40.6	40.8	41.0	41.2	41.4
21	41.6	41.8	42.0	42.2	42.5	42.7	42.9	43.1	43.2	43.4
22	43.7	43.9	44.1	44.3	44.5	44.7	44.9	45.1	45.3	45.5
23	45.8	46.0	46.1	46.3	46.5	46.7	46.9	47.1	47.3	47.5
24	47.7	47.9	48.2	48.4	48.6	48.8	49.0	49.2	49.5	49.7
25	49.9	50.1	50.3	50.5	50.7	50.9	51.1	51.3	51.5	51.7
26	51.9	52.1	52.3	52.5	52.7	53.0	53.2	53.5	53.7	53.9
27	54.1	54.3	54.5	54.7	54.9	55.1	55.3	55.5	55.7	55.9
28	56.1	56.3	56.5	56.7	56.9	57.1	57.4	57.6	57.8	58.0
29	58.2	58.4	58.6	58.8	59.0	59.2	59.4	59.6	59.9	60.1

pasándola de un recipiente a otro, o hirviendo la bebida, en friándola y agregándole suficiente agua destilada para recuperar la pérdida de ésta por evaporación. Se retira una alícuota de 10 ml con una pipeta, teniendo cuidado de mantener en un mínimo la interferencia de las burbujas de gas. Se colocan estos 10 ml en un frasco y se le agregan 3 gotas de una solución de fenolftaleína y se titula con una solución de 0.02N de hidróxido de sodio con una bureta, hasta que un color rosa pálido aparece. La aparición del color rosa indica que todo el ácido ha sido neutralizado por la solución alcalina. Se calcula la acidez multiplicando el número de mililitros de la solución de hidróxido de sodio que se utilizó por 0.14, para dar así la acidez en gramos por litro de ácido cítrico.

Ejemplos: (a) Si en la titulación de 10 ml de un refresco de limón se llevó 8 ml de una solución 0.02N de hidróxido de so

dio para neutralizar la bebida, esto es, llegar al color rosa, la acidez fué:

$$8 \times 0.14 = 1.12 \text{ gramos de ácido cítrico por litro.}$$

Si se desea expresar la acidez como un porcentaje, entonces se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{ml NaOH} \times N}{1000} \times \frac{\text{peso equiv. ácido} \times 100}{\text{peso muestra}} = \% \text{ ácido}$$

(b) Si 10 ml de una muestra de una bebida carbonatada que contiene ácido cítrico (peso molecular 210, peso equivalente 70), requiere de 8 ml de una solución 0.02N de hidróxido de sodio para producir el color rosa, contiene entonces:

$$\frac{8 \times 0.02}{1000} \times \frac{70 \times 100}{10} = 0.112\% \text{ de ácido cítrico.}$$

#### 4.3.3.- Agentes Edulcorantes Artificiales.-

Los principales agentes edulcorantes artificiales -- utilizados en las bebidas carbonatadas son la sacarina y los ciclamatos. Es una costumbre en el control de manufactura confiar en el peso original del agente edulcorante añadido al jarabe como una medida de la cantidad del mismo en la bebida final. Sin embargo, existen las siguientes pruebas para la sacarina y los ciclamatos.

##### a) Sacarina:

(I) Prueba del Sabor.- La presencia de la sacarina en una bebida puede detectarse por medio de su extracción de la bebida y probando el residuo.

Procedimiento.- Se colocan 50 ml de la muestra a probarse en un embudo de separación y se acidifica con ácido clorhídrico.- Se extrae con 3 porciones de éter etílico. Se combinan los extractos de éter y se lava una vez con 5 ml de agua. Se pasan los extractos de éter a un plato de evaporación y se permite la evaporación del éter. Se prueba el residuo. Pueden detectarse de esta manera hasta concentraciones de 1 mg por 50 ml.

(II) Prueba del Acido Salicílico.- La sacarina es convertida en ácido salicílico por fusión con el hidróxido de sodio, y el ácido es detectado mediante la reacción del cloruro férrico.

Procedimiento.- El residuo obtenido en la prueba del sabor es colocado en un plato de níquel con ayuda de éter, que posteriormente se evapora. Se agregan 10 ml de una solución al 10% de hidróxido de sodio y se evapora hasta la sequedad. Se hornea por una hora y se funde cuidadosamente sobre un mechero de Bunsen. Se cuele con agua y se pasa a un embudo de separación, se acidula con ácido clorhídrico, se extrae con éter y se lava como antes mencionamos. Se pasa el extracto de éter a un plato de evaporación y después de que el éter se evaporó se agregan unas cuantas gotas de una solución de cloruro férrico. Un color violeta subido es indicativo de la presencia del ácido salicílico.

(III) Prueba del Acido Fenol-sulfúrico con el ácido nítrico-formado de la sacarina y la producción de un color.

Procedimiento.- Se colocan 25 ml de la muestra de la bebida en un embudo de separación. Se acidula con 3 ml de ácido clorhídrico y si hay vainilla presente, se extrae con 3 porciones de éter de 25 ml y se descarta. Se extrae de la bebida con porciones de 50, 25 y 25 ml sucesivamente de una solución de éter. Se combinan los extractos, se lavan una vez con 5 ml de agua y se pasan a un recipiente de 30 ml. Se permite la evaporación instantánea y se seca a temperatura ambiente.

Se añaden 5 ml de ácido fenol-sulfúrico, preparado al disolver el fenol puro, cristalino en un peso igual de ácido sulfúrico, y calentando dos horas a 135-140°C. Se enfría, se disuelve en una pequeña cantidad de agua caliente y se le añaden 250 ml de agua. Se agrega una pequeña cantidad de Filter-Cel y se le permite reposar por 3 horas o toda la noche, y se filtra. Se agrega una solución al 10% de hidróxi

do de sodio suficiente para alcalinizarlo y se diluye a 500 ml. Aparece un color magenta o rojo-púrpura si hay sacarina presente. Los colores amarillos y tonos pálidos no son considerados como significativos.

(IV) Determinación.- La sacarina puede estimarse convirtiendo el grupo imino a amoníaco y determinando el amoníaco formado por la nesslerización.

Procedimiento.- Se colocan 50 ml de la muestra en un embudo de separación y se agregan 2 ml de ácido clorhídrico. Se efectúan extracciones con 2 porciones de éter etílico de 50 ml cada una. Se filtran los extractos del éter a través de un tapón de algodón hacia otro embudo de separación y se lavan los extractos con 5 ml de agua acidulada con una gota de ácido clorhídrico. Se retira la capa de agua, se pasa la capa del éter a través de la boca del embudo hacia un recipiente y se evapora hasta la sequedad en un baño de agua. Se adicionan 5 ml de agua libre de amoníaco y 6 ml de ácido clorhídrico y se evapora, con agitación constante, hasta tener 1 ml. Se repite. Se transfiere a un frasco de 50 ml con la ayuda de agua libre de amoníaco. Se toman 2 ml con una pipeta y se colocan en un tubo Nessler de 25 ml, se diluye a 25 ml y se adiciona 1 ml de reactivo Nessler. Se compara el color producido con colores standard hechos con cloruro de amonio, equivalente a 200 partes por millón de la forma insoluble de sacarina. Esto es, 0.2921 gramos de cloruro de amonio es equivalente a 1 gramo de sacarina insoluble y a 1.317 gramos de sacarina soluble, o sea, la sacarina sódica.

b) Ciclamatos:

(I) Prueba del Nitrito de Sodio. El sulfato puede ser separado del ciclohexilsulfamato de sodio o de calcio por la acción del nitrito. Consecuentemente, si una bebida es liberada de los iones sulfato por el uso del cloruro de bario y con la adición del nitrito aparecen sulfatos adicionales, queda indi

cada la presencia de los ciclamatos.

Procedimiento.- Se agregan 2 gramos de cloruro de bario a una muestra de 100 ml. Después de 5 minutos se filtra o centrifuga. El filtrado se acidula con 10 ml de ácido clorhídrico y se añaden 0.2 gramos de nitrito de sodio. Un precipitado blanco de sulfato de bario nos indica la presencia de los ciclamatos.

(II) Determinación.- La prueba cualitativa descrita en el párrafo anterior puede adaptarse para la determinación cuantitativa de los ciclamatos en las bebidas carbonatadas.

Procedimiento.- Se transfiere con una pipeta un volumen conocido de la muestra a analizar, conteniendo más o menos 100 mg de una sal de ciclohexilsulfamato, a un recipiente. Se diluye a 200 ml con agua destilada. Se adicionan 10 ml de ácido clorhídrico concentrado y 10 ml de una solución al 10% de cloruro de bario. Se mezcla vigorosamente. Si se presentan iones sulfato libres, lo que queda demostrado si hay una formación de un precipitado de sulfato de bario después de haber agregado la solución de cloruro de bario, se pasa el contenido del recipiente a tubos centrífugos, asegurándonos que todo el contenido haya sido transferido, y se centrifuga el sulfato de bario. A la solución que nos queda libre de sulfato de bario se le añaden 10 ml de una solución de nitrito de sodio hasta que se digiere y el líquido quede claro.

Se prepara un crisol Gooch. Incinérsele, enfríese y pésele. Se filtra el precipitado sobre el crisol Gooch, se lava, y se seca en el horno a 100°C por 15 minutos. Se incinera el crisol, se enfría y se vuelve a pesar. La diferencia de peso es considerada como el peso del sulfato de bario. Cada miligramo de sulfato de bario es equivalente a 0.9266 miligramos de ciclamato de calcio y a 0.8621 mg de ciclamato de sodio.



## 4.3.4. Carbonatación de la Bebida Final (Volumen Gaseoso).

A continuación se detallan los métodos de prueba para medir el volumen de dióxido de carbono en refrescos ya almacenados y en los refrescos de la línea de embotellado.

## a) Refrescos Almacenados:

Procedimiento.- Se sujeta la botella en el marco del aparato-probador. Se taladra la corcholata y no se agita la botella.- Se desaloja rápidamente el gas de la parte superior de la botella hasta que la lectura del aparato llegue al cero. Asegúrese que la válvula quede cerrada cuando se marque el cero. - Se agita la botella vigorosamente hasta que el aparato dé una lectura que no se altere si se continúa con la agitación. Se anota la presión. Se anota la temperatura y se obtiene el volumen de carbonatación mediante la Tabla 4.5.

Tabla 4.5.- Volúmenes de  $\text{CO}_2$  disueltos en un volumen de agua(3)

°C en la bo tella	Presión en las botellas, $\text{Kg/cm}^2$											
	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	2.1	2.2	2.4	2.5	2.7	2.8	
7.2	3.1	3.3	3.4	3.6	3.8	4.0	4.1	4.3	4.5	4.7	4.8	
7.7	3.0	3.2	3.4	3.5	3.7	3.9	4.0	4.2	4.4	4.6	4.7	
8.3	2.9	3.1	3.3	3.5	3.6	3.8	4.0	4.1	4.3	4.5	4.6	
8.9	2.9	3.1	3.2	3.4	3.6	3.7	3.9	4.1	4.2	4.4	4.6	
9.4	2.8	3.0	3.2	3.3	3.5	3.7	3.8	4.0	4.1	4.3	4.5	
10.0	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4	3.6	3.7	3.9	4.0	4.2	4.4	
10.5	2.7	2.9	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	4.0	4.2	4.3	
11.1	2.7	2.8	3.0	3.2	3.3	3.5	3.6	3.8	3.9	4.1	4.2	
11.6	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4	3.6	3.7	3.8	4.0	4.2	
12.2	2.6	2.7	2.9	3.0	3.2	3.3	3.5	3.6	3.8	3.9	4.1	
12.8	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.3	3.4	3.6	3.7	3.9	4.0	
13.3	2.5	2.6	2.8	2.9	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9	
13.9	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	
14.4	2.4	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8	
15.0	2.4	2.5	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	
15.5	2.3	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1	3.3	3.4	3.5	3.7	
16.1	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.2	3.3	3.5	3.6	

16.6	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3.2	3.3	3.4	3.6
17.2	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5
17.8	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1	3.2	3.3	3.5
18.3	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	3.1	3.3	3.4
18.9	2.1	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	3.0	3.1	3.2	3.3
19.4	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.2	3.3
20.0	2.0	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.9	3.0	3.1	3.2
20.5	2.0	2.1	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.2
21.1	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1
21.6	1.9	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.1
22.2	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
22.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0
23.3	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
23.9	1.8	1.9	2.0	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
24.4	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
25.0	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
25.5	1.7	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7
26.1	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7

---

b) Refrescos de la línea de Embotellado:

El refresco que se toma de la línea de producción tiene, o no, muy poca presión de dióxido de carbono en la parte superior de la botella. Consecuentemente, la determinación del volumen gaseoso de los refrescos tomados de la línea de producción es generalmente más alto en la presión que aquellos tomados del almacén. Para corregir esta diferencia, los refrescos que son tomados de la línea deben permanecer en reposo durante 5 minutos antes de la medición o, debe emplearse el siguiente procedimiento.

Procedimiento.- Se sujeta la botella en el marco del aparato probador. Se agujera la corcholata y se agita hasta que se alcanza la máxima presión. La botella debe permanecer quieta por 30 segundos sea en una posición invertida u horizontal. Se desaloja rápidamente la presión de la cabeza hasta la marca de cero y se cierra la válvula. Se agita de nuevo la botella hasta que se alcanza la -

maxima presión. Se anota esta presión. Se anota la temperatura y se obtiene el volumen gaseoso del refresco utilizando la Tabla 4.5.

#### 4.3.5. Concentración Cáustica en las soluciones para el lavado de las botellas.(3,7)

Se dispone de diferentes métodos para determinar la concentración cáustica en las soluciones para el lavado de botellas. Estos métodos pueden dividirse en dos tipos generales. En el primero de ellos, que es el más común, un ácido o una sustancia ácida es añadida a la solución cáustica en presencia de un indicador adecuado. En el segundo tipo, la alcalinidad es estimada conductométricamente. La conductividad de una solución alcalina es proporcional a la cantidad presente de alcalinidad; se han fabricado instrumentos que hacen posible la lectura de estos valores y los expresan en términos de por ciento de sosa cáustica. Estos aparatos se utilizan junto con los alimentadores automáticos de sosa.

Las pruebas del primer método pueden dividirse en aquellos donde se utilizan tabletas y aquellas en donde se emplean ácidos estándar para determinar mediante la titulación la cantidad de sosa.

##### a) Métodos de Tabletetas:

La American Bottlers of Carbonated Beverages (Embotelladores Americanos de Bebidas Carbonatadas), diseñó un equipo para la determinación de la causticidad. Todos los reactivos se encuentran en forma de tabletetas, con excepción de la prueba de una solución de sosa y aluminato.

(I) Contenido total de Alcalinidad.- Se toma la muestra de la máquina lavadora después de que ha sido usada el tiempo suficiente para encontrarse perfectamente mezclada. Se enfría la muestra a temperatura ambiente.

Procedimiento.- Se colocan 10 ml de la muestra en un cilindro A.B.C.B. de 10 ml. Se le agrega una tableta A.B.C.B. de

prueba alcalina, compuesta de un sulfato ácido de potasio, - indicador bromofenol azul y un ligador inerte, y se machaca- perfectamente, note si el color de la solución es azul o ama- rillo. Si el color es amarillo, la solución contiene menos - del 1% de alcalinidad total. Si es azul, se le agregan las - tabletas necesarias para que la solución se torne amarilla.- El número de tabletas que se utilizan es equivalente al por- centaje de la alcalinidad total en la solución. Se pueden -- utilizar, para mayor precisión, cuartos y medias de las ta- bletas.

(II) Contenido Cáustico.- Procedimiento.- Se colocan 10 ml - de la muestra en un cilindro A.B.C.B. graduado. Se le pone - una tableta ABCB#1 de prueba cáustica, compuesta de cloruro- de bario, indicador tropaeolin O y un ligador inerte, se ma- chaca hasta disolverse. El indicador tropaeolin de la table- ta determina el punto de equilibrio entre la sosa y las ta- bletas ABCB#2 de prueba cáustica. Se observa si el color de- la solución es rojo ladrillo o amarillo. Si es amarillo, no- hay alcalinidad cáustica. Si el color es anaranjado o rojo - ladrillo, se le agrega la tableta ABCB#2, compuesta de sulfa- to ácido de potasio y un ligador inerte, se mezcla y se ob- - serva el color producido. Se continúa agregando esta tableta hasta que se obtiene un color amarillo limón. El número de - tabletas # 2 de prueba cáustica, dividido entre dos, es ---- equivalente al porcentaje de alcalinidad cáustica en la solu- ción. Cada tableta es equivalente al 0.5% de sosa.

(III) Contenido cáustico en presencia de Aluminio. Las solu- ciones que contienen aluminatos, ya sea que éstos se añadie- ron para ayudar en el lavado o ya sea que su concentración - relativamente alta se formó como resultado de su desprendi- miento de las etiquetas y corcholatas, no pueden analizarse- con el método de las tabletas A.B.C.B. de prueba cáustica. - El cambio de color, en caso de haber aluminatos presentes, -

no es tan marcado como uno quisiera; consecuentemente, es mejor preparar una muestra de la solución lo más clara posible antes de realizar la prueba. Si hay materia suspendida, déjese sedimentar y decántese la solución.

(a) Método A.B.C.B.- Procedimiento. Se colocan -- 10 ml de la muestra en el cilindro graduado A.B.C.B. Se le agregan de 5 a 10 gotas de una solución de prueba de almina cáustica, dependiendo de la intensidad del color que se desee. Se coloca el cilindro sobre una superficie de color blanca, con buena luz, y se observa el color por un lado del cilindro. El color será amarillo-verdoso si hay sosa presente. Se le añaden las tabletas ABCB#2 de prueba cáustica, has ta que se obtenga un color azul. Se anota el porcentaje cáus tico dividiendo entre dos el número total de tabletas # 2 -- utilizadas. Si hay alguna duda por haberse añadido muchas ta bletas, la prueba debe repetirse.

(b) Modificación de laboratorio Meyer. En este método, al igual que en el anterior, sólo se utilizan tabletas ABCB#2. Los métodos de tabletas no son tan exactos como los de titulación, pero por eso son más simples.

Procedimiento.- Se colocan 10 ml de la muestra en el cilin-- dro ABCB. Se le añaden 5 ml de una solución al 20% de cloruro de bario, unas cuantas gotas de indicador de fenolftaleína y se mezclan vigorosamente. Se adicionan tabletas ABCB#2- y se disuelven hasta que la solución queda incolora. Se anota el número de tabletas usadas como A. Se agrega 1/4 de una cucharada de fluoruro de sodio y se mezcla. Un color rosa -- aparecerá si hay aluminatos presentes, ya que el aluminio es secuestrado como el complejo fluoruro sódico de aluminio, --  $AlF_3 \cdot 3NaF$ , con la liberación consecuente de álcali. Se repite la adición de las tabletas # 2 hasta que la solución vuelva a quedar incolora. Se anota el número de tabletas empleadas como B. Para obtener el porcentaje cáustico en la solu--

ción se sigue la ecuación

$$\frac{A - 0.5B}{2} = \% \text{ cáustico}$$

Cada tableta utilizada en B, es equivalente a 0.34% de aluminato sódico o a 0.45% de Nalco 680.

b) Métodos de Titulación:

En estos métodos, un volumen conocido de la solución muestra es titulado con una solución ácida estándar a un punto final de fenolftaleína para obtener el contenido cáustico y a un punto final de anaranjado de metilo para obtener la alcalinidad total. Si hay aluminatos presentes, se utiliza el fluoruro de sodio para secuestrar al aluminio.

(I) Contenido Cáustico.- Procedimiento.- Se toma una muestra de la solución de la máquina lavadora después de haber trabajado un tiempo suficiente para su mezclado homogéneo. Se enfría la muestra a temperatura ambiente.

Con una pipeta se toman 10 ml de la solución y se colocan en un recipiente de 50 ml. Se adicionan 5 ml de la solución al 20% de cloruro de bario y se mezclan vigorosamente. Se le ponen 2 gotas de fenolftaleína como indicador y se titulan con una solución 2.5 de ácido sulfúrico usando una bureta y añadiendo el ácido hasta que el color cambie de rosa a incoloro. Con la solución 2.5N de ácido sulfúrico, los mililitros de la titulación pueden leerse directamente como el porciento de sosa. Esto es, si la titulación requiere de 3.2 ml del ácido sulfúrico 2.5N, el porciento de sosa es de 3.2.

Debe tenerse mucho cuidado en todos los pasos que se señalan. Si cualquiera de las soluciones que se emplean caen en manos o en la ropa de los operarios, es necesario que se lave el área afectada con grandes cantidades de agua fresca.

(II) Alcalinidad Total.- Procedimiento.- Se repite la titula

ción detallada anteriormente con la excepción de que no se emplea la solución de cloruro de bario y que el indicador será el anaranjado de metilo. En el punto de viraje, el indicador cambiará de anaranjado a rosa.

(III) Determinación de sosa en presencia de Aluminatos.- La cantidad de sosa presente no puede determinarse con una titulación directa. Es necesario secuestrar el aluminio como un complejo de fluoruro, para evitar una posible interferencia. Procedimiento.- Con una pipeta se colocan 10 ml de la muestra en un recipiente para su titulación. Se le añaden 5 ml de una solución al 20% de cloruro de bario y se mezcla vigorosamente. Se agregan 2 gotas de una solución de fenolftaleína como indicador y se vuelve a mezclar. Utilizando una solución 2.5N de ácido sulfúrico y una bureta, se titula hasta que el color rosa desaparece y la solución se vuelve incolora. Se anota el volumen del ácido empleado como A.

Se agrega 1/4 de cucharada de fluoruro de sodio en polvo y se mezcla hasta disolución. Si hay aluminatos presentes, el color rosa volverá a aparecer. Se titula nuevamente hasta que el color rosa vuelve a desaparecer. Se anota el volumen total del ácido empleado en las dos titulaciones como B. La lectura B incluye a A.

Se calcula la concentración de sosa substituyendo los valores de A y B en la siguiente ecuación:

$$A - 1/2 B = \% \text{ cáustico.}$$

El número de mililitros utilizados en la segunda titulación multiplicados por 0.68 son equivalente al porcentaje de aluminato sódico presente y si se multiplican por 0.9 serán equivalentes a la cantidad de Nalco 680 presente en la solución de la máquina lavadora.

#### 4.3.6. Eficiencia del Enjuagador de Botellas. (3)

Para evitar una neutralización posterior del ácido-

de la bebida, la destrucción de los sabores y colores de la misma, o botellas de aspecto desagradable, es necesario asegurarnos de que toda la solución alcalina de la máquina lavadora de botellas sea eliminada de las botellas lavadas.

Procedimiento.- Se ponen 2 o 3 gotas de una solución de fenolftaleína como indicador, preparada al disolver 1 gramo de fenolftaleína en 100 ml de alcohol etílico, a una botella recién enjuagada. Si se produce un color rosa o rojo, no toda la solución alcalina ha sido enjuagada o eliminada de la botella. Si no se produce color alguno, el enjuagado fué satisfactorio.

En algunas áreas, el agua que se emplea para el enjuagado es alcalina en su reacción. Estas aguas darán reacciones positivas con la solución de fenolftaleína como indicador. En tales circunstancias, se requiere de un indicador que cambie a un pH mayor, y la timolftaleína es comunmente utilizada.

Procedimiento.- Se añaden 2 o 3 gotas de una solución de timolftaleína como indicador a una botella recién enjuagada. Si se produce un color azul, la botella no está libre de la solución alcalina de la lavadora, y si no se produce ningún color, el enjuagado fué satisfactorio.

#### 4.3.7. Uniformidad de las Botellas. (7)

El objetivo de la prueba de uniformidad de las botellas, es detectar cualquier variación marcada en el volumen neto de la bebida en las botellas y encontrar la altura adecuada a la que las botellas se llenen para asegurar que el volumen neto adecuado sea mantenido. La prueba se aplica a cualquier envío nuevo de botellas para averiguar cómo se comparan con las botellas en uso.

a) Determinación de la altura adecuada de Llenado:

Procedimiento.- Se coloca dentro de 25 o 50 botellas la cantidad de agua equivalente a la capacidad especificada en la



botella o el volumen de agua que sea equivalente al volumen deseado. Se mide la distancia de la corcholata al líquido. - Se obtiene el promedio de estas distancias y de éste se calcula un índice de la altura adecuada de llenado para asegurar que cada botella lleve el volumen apropiado.

b) Determinación del Volumen Neto:

Destapar la botella de refresco y transferirlo a un cilindro graduado para obtener el volumen neto, resulta generalmente en una pérdida del líquido atribuida al espumado. Es preferible, por lo tanto, medir el volumen real del contenido por el siguiente procedimiento.

Procedimiento.- Se marca el cuello de la botella al nivel del líquido con un crayón o con un lápiz marcador de vidrio, o se adhiere un papel al cuello de la botella y en él se marca el nivel del líquido. Se destapa la botella y se vacía. - Se llena la botella con agua hasta la marca del nivel. Se transfiere el agua a un recipiente de volumen graduado y la lectura equivale al volumen neto.

CAPITULO 5

ESTUDIO ECONOMICO

CAPITULO 5

## 5. ESTUDIO ECONOMICO.

## 5.1. Análisis de Mercado.

Partiendo de la base de que en México no se elaboran refrescos dietéticos, tendré que tomar en cuenta los pocos datos disponibles en nuestro país con respecto a la industria refresquera de los Estados Unidos. Se tomarán los datos de consumo de bebidas dietéticas y se tratará de hacer una correlación con ellos para nuestro país. La correlación debe basarse en un "potencial" de consumo para los mexicanos tomando en consideración su capacidad adquisitiva y comparando ésta con la del norteamericano promedio, además, se tendrán que considerar como factores potenciales de consumo de refrescos dietéticos a la obesidad, al deseo de conservar la "línea" es decir, querer restringir el consumo diario de calorías para conservar un mismo peso o reducirlo y a la introducción al mercado de consumo de los refrescos a un grupo -- hasta ahora marginado de personas, que debido a su enfermedad no pueden consumir refrescos azucarados y en cambio, podrían ser clientes asiduos de los refrescos dietéticos, me refiero específicamente a los enfermos de diabetes. Las personas que padecen de esta enfermedad pueden consumir la cantidad de refrescos dietéticos que quieran sin poner en peligro su salud.

El objeto de este análisis de mercado es poder estimar una posible capacidad para la planta y fijar la producción de la misma. Basándome en estos datos puedo hacer la estimación de equipos, personal, etc., que son datos indispensables para la realización del estudio económico y para cal-

cular la rentabilidad de la empresa.

La planta embotelladora de refrescos dietéticos deberá localizarse en el Distrito Federal, ya que el mercado de consumo mayoritario se encuentra en la ciudad de México.- La planta contará con camiones repartidores propios y enviará a las ciudades de provincia la mercancía en trailers, que llegarán a una compañía distribuidora de refrescos que se encargará de su venta y distribución. Las ciudades que más posibilidades presentan para el consumo de los refrescos die téticos son las más pobladas de la república: Monterrey, Gua dalajara, Puebla y Toluca. De hecho, el mercado a considerar en este análisis, es el que se encuentra en estas ciudades y en el Distrito Federal.

La obesidad, el deseo de conservar la figura y la diabetes, son solo factores potenciales de consumo que en un momento determinado no pueden convertirse en números o estadísticas exactas, por lo que debe pensarse en ellos en térmi nos muy relativos. No se puede calcular, por ejemplo, cuant tas personas querrán conservar su figura ayudándose al consu mir un refresco dietético en lugar de un refresco azucarado, o no se puede estimar con precisión cuantos obesos están --- realmente conscientes de su problema y quieren remediarlo. - La manera de ser del mexicano contrarresta estos factores po tenciales y nos obliga a recurrir a las estadísticas reales. Sin embargo, dichos factores siempre podrán influir en el -- consumo del refresco.

Este análisis de mercado se basa, pues, en la comparación del norteamericano promedio a los mexicanos que pue dan igualarlo social, cultural y económicamente. Aquí, es ne cesario señalar, que los refrescos dietéticos son un producto dirigido a un mercado específico, y en base a ésto, deter minar si la empresa que los elabore va a obtener dividendos. Mi interés como Ingeniero Químico es el de desarrollar una -

empresa que sea rentable, el abrir nuevas fuentes de trabajo y el lanzar al mercado un nuevo producto con nuevas perspectivas.

En los Estados Unidos, el 17% de las ventas totales de refrescos corresponden a los refrescos dietéticos.(13) Este porcentaje es el que nos va a ayudar en la determinación del mercado en México. Primeramente, debo estimar la cantidad de mexicanos que igualen o sobrepasen el nivel del norteamericano promedio, es decir, estratificar el mercado. Posteriormente, con el consumo per cápita de refrescos en México se calcula el consumo de refrescos de este grupo de personas, para determinar, por último, el 17% del consumo total. El objeto de este modelo, es contar con una igualdad de condiciones para que el análisis sea real y confiable. En números queda como sigue:

Ciudad	Habitantes	% de habitantes que igualen o sobrepasen el nivel del norteamericano promedio.	No.habitantes.
Guadalajara	1,500,000	10%	150,000
México	12,000,000	20%	2,400,000
Monterrey	1,500,000	10%	150,000
Puebla	1,000,000	5%	50,000
Toluca	1,000,000	5%	50,000
-----			-----
Totales	17,000,000		2,800,000

Quiero decir con ésto, que considero que 2,800,000 mexicanos que habitan las ciudades señaladas igualan o sobrepasan el nivel social, cultural y económico del norteamericano promedio.

Consumidores Potenciales	Consumo per cápita	Total
2,800,000	213 refrescos al año	596,400,000

Si se calcula el 17% del total de refrescos, obtendremos la cantidad de refrescos dietéticos que deberán venderse en un año en la República mexicana.

Total	17%
596,400,000 refrescos	101,388,000 refrescos dietéticos.

Puedo fijar la producción de la planta en -----  
101,388,000 + 10% de refrescos dietéticos. El 10% lo considero como una precaución aceptable. Debo diseñar una planta para una producción de 90 a 110 millones de botellas por año.

El mercado de los refrescos dietéticos va a dividirse de la siguiente manera:

Ciudad	Consumo de ref.dietéticos	% del total
México	86,904,000	85.70
Guadalajara	5,431,500	5.35
Monterrey	5,431,500	5.35
Toluca	1,810,500	1.80
Puebla	1,810,500	1.80
Total	101,388,000	100.00

El 14.3% de la producción total no se venderá en la ciudad de México, sino que se venderá en la provincia.

#### 5.2. Rentabilidad de la Empresa.

Uno de los factores básicos para desarrollar cualquier industria es conocer la rentabilidad de la misma. En este caso, la rentabilidad quedará definida como el cociente de la Utilidad Neta entre la Inversión Total. Para determinar estas cantidades se seguirá el siguiente modelo:

Inversión Total = Inversión Fija + Capital en stock

Utilidad Neta = Ventas Netas - Costos Fijos - Costos de Procesamiento - Impuestos.

## 5.2.1. Inversión Fija.

En Inversión Fija se considera lo siguiente: terrenos, edificios, equipo, instalación, mobiliario, montacargas y envases.

## a) Terrenos:

El terreno que se necesita quedará dividido en las siguientes áreas:

Area para el equipo de proceso	= 500 m <sup>2</sup>	20x25
Area para el envase vacío	= 800 m <sup>2</sup>	40x40
Area para el producto terminado	= 800 m <sup>2</sup>	27x30
Area zonas de carga y descarga	= 400 m <sup>2</sup>	20x20
Area para taller de reparaciones	= 300 m <sup>2</sup>	15x20
Area del edificio de administración	= 200 m <sup>2</sup>	17x12
Area para estacionamiento	= 300 m <sup>2</sup>	15x12
Area de jardines	= 500 m <sup>2</sup>	20x25
	<hr/>	
Total:	= 3800 m <sup>2</sup>	
Area de circulación (30% del Total):	= 1200 m <sup>2</sup>	
	<hr/>	
Area Total para la Planta	= 5000 m <sup>2</sup>	

Considerando que el m<sup>2</sup> de terreno en una zona industrial cuesta \$ 600.00, el total será de:

Inversión en Terreno = \$ 3,000,000.00

## b) Edificios:

El m<sup>2</sup> cubierto de planta cuesta \$1,500 y el m<sup>2</sup> cubierto de edificio cuesta \$2,000. Bajo estas consideraciones la inversión en edificios se estima en:

(I) Area cubierta de planta, 2,800M <sup>2</sup>	\$ 4,200,000
(II) Area cubierta de edificio 600 M <sup>2</sup>	\$ 1,200,000
Total:	= \$ 5,400,000

(I) Dentro del área cubierta de planta se consideran las áreas de: equipo de proceso, envase vacío, producto terminado, carga y descarga, y taller de reparaciones.

(II) El área cubierta de edificio comprende la construcción-

del edificio administrativo sobre una superficie de 200M<sup>2</sup>, - siendo éste de dos niveles. Además, se toma en cuenta la mezanine que se encuentra arriba del equipo de proceso, en un área de 200M<sup>2</sup>, en donde se localizarán los cuartos de materia prima, de elaboración del jarabe y los laboratorios.

c) Equipo:

Basándome en los datos estimados de consumo de refrescos dietéticos (90 a 110 millones de botellas al año), - presento dos alternativas de equipo para alcanzar estas cifras.

Equipo	Alternativa A(\$)	Alternativa B(\$)
Desempacadora	150,000	150,000
Lavadora	5,100,000	4,662,500
Llenadora-Coronadora	3,900,000	3,000,000
Empacadoras	1,000,000	500,000
Transportador de botellas	1,250,000	875,000
Transportador de cajas	500,000	375,000
Carbonatador, enfriador, sincrómetro, deaereador	2,000,000	2,000,000
Refrigeración(compresores)	1,500,000	1,500,000
Lavadora de cajas	150,000	150,000
Bomba de transferencia de jarabe	37,500	37,500
Caldera de 80 HP	285,000	285,000
Tanques y equipos para la elaboración del jarabe	1,250,000	1,250,000
Tanques y equipos para el tratamiento de agua	750,000	750,000
Totales	= \$17,872,500	\$15,535,000

Nota: El costo del equipo está calculado en base al tipo de cambio de \$ 25.00 M.N. = \$1.00 U.S. Esto se hizo así, ya que las compañías que venden el equipo me proporcionaron el costo de éste en dólares.



La diferencia básica entre la alternativa A y la B es la capacidad de la Llenadora-Coronadora. A continuación - se hace el análisis de las dos alternativas en función de su producción.

Alternativa A:

La máquina Llenadora-Coronadora es de 72 válvulas. Tiene capacidad de 720 botellas/minuto y se opera, generalmente, con una eficiencia del 80%. Su producción anual sería la siguiente:

720 botellas/minuto X 0.8 eficiencia = 576 botellas/minuto  
 576 botellas/minuto X 60 minutos/hora = 34,560 botellas/hora  
 34,560 botellas/hora X 7 horas/turno = 241,920 botellas/turno  
 241,920 botellas/turno ÷ 24 botellas/caja = 10,080 cajas/turno  
 Se trabajan un promedio de 300 días al año.

300 turnos/año de 10,080 cajas/turno = 3,024,000 cajas/año

100 turnos/año de 10,080 cajas/turno = 1,008,000 cajas/año

Totales 400 turnos/año = 4,032,000 cajas/año

4,032,000 cajas/año X 24 botellas/caja = 96,768,000 botellas/año.

Producción escogida = 96,768,000 botellas/año = 4,032,000 cajas/año.

Capacidad de la Planta: El equipo de la línea de embotellado puede trabajar 3 turnos diarios. Sin embargo, se recomienda dejar un turno cada tercer día para mantenimiento, por lo que se pueden considerar 700 turnos al año como su capacidad.

300 turnos diurnos = 3,024,000 cajas

300 turnos vespertinos = 3,024,000 cajas

100 turnos nocturnos = 1,008,000 cajas

Total = 7,056,000 cajas/año

Capacidad de la planta = 169,344,000 botellas/año

= 7,056,000 cajas/año

Alternativa B:

La máquina Llenadora-Coronadora es de 60 válvulas. Tiene capacidad de 600 botellas/minuto y se opera con una eficiencia

del 80%. Su producción anual sería la siguiente:

600 botellas/minuto X 0.8 eficiencia = 480 botellas/minuto  
 480 botellas/minuto X 60 minutos/hora = 28,800 botellas/hora  
 28,800 botellas/hora X 7 horas/turno = 201,600 botellas/turno  
 201,600 botellas/turno ÷ 24 botellas/caja = 8,400 cajas/turno  
 300 turnos/año de 8,400 cajas/turno = 2,520,000 cajas/año  
180 turnos/año de 8,400 cajas/turno = 1,512,000 cajas/año  
 Totales 480 turnos/año = 4,032,000 cajas/año

La intención era obtener la misma producción escogida para la planta, objetivo que se logró.

Capacidad de la Planta: Mismas condiciones que en la Alternativa A.

300 turnos diurnos	= 2,520,000 cajas
300 turnos vespertinos	= 2,520,000 cajas
100 turnos nocturnos	= <u>840,000 cajas</u>
Total	= 5,880,000 cajas/año

Capacidad de la Planta = 141,120,000 botellas/año  
 = 5,880,000 cajas/año

Cuadro Comparativo:

	Alternativa A	Alternativa B
Cajas/turno	10,080	8,400
Producción requerida	4,032,000 cajas/año	4,032,000 cajas/año
Turnos/año	400	480
Capacidad	7,056,000 cajas/año	5,880,000 cajas/año
Costo de línea	\$ 17,872,500	<u>\$ 15,535,000</u>

d) Instalación:

Se estima en el 15% del valor del equipo.

	Alternativa A	Alternativa B
Costo del equipo =	\$17,872,500	\$ 15,535,000
15% =	2,680,875	2,330,250

e) Mobiliario:

Se estima en el 30% del costo de construcción del edificio administrativo.

Costo del edificio administrativo = \$1,200,000  
 30% = 360,000

## f) Vehículos:

Para estimar el número de camiones repartidores necesarios, se debe tener un promedio de las cajas que se van a manejar diariamente, para luego cargar cada camión con 240 cajas.

$4,032,000 \text{ cajas/año} \times 85.7\% (\text{consumo en D.F.}) = 3,455,424 \text{ cajas/año}$   
 $3,455,424 \text{ cajas/año} \div 300 \text{ días/año} = 11,518.1 \text{ cajas/día}$   
 $11,518 \text{ cajas/día} \div 240 \text{ cajas/camión} = 48 \text{ camiones/día}$

Se requieren de 48 camiones repartidores en circulación, más un porciento en reparaciones.

Camiones repartidores =  $55 \times \$180,000/\text{unidad} = \$9,900,000$   
 Montacargas =  $6 \times \$250,000/\text{unidad} = \$1,500,000$   
 Inversión Total = \$11,400,000

## g) Envases y Cajas:

Al utilizar botellas retornables, se debe considerar que la empresa tiene una inversión fija en las botellas. El 80% de las botellas que se manejen son propiedad de la empresa. El 20% restante se considerará como un costo de operación, ya que es el porcentaje que se estima de pérdidas y reposición de botellas. La empresa debe comprar al iniciar operaciones 15 días de botellas, de las que el 80% deberá considerarse como una inversión fija y 20%, como ya se mencionó,-- de reposición.

$4,032,000 \text{ cajas/año} \times 24 \text{ botellas/caja} = 96,768,000 \text{ botellas/año}$   
 $96,768,000 \text{ botellas/año} \div 300 \text{ días/año} = 322,560 \text{ botellas/día}$   
 $322,560 \text{ botellas/día} \times 15 \text{ días} = 4,838,400 \text{ botellas}$   
 Inversión Fija (80% del Total) = 3,870,720 botellas

Como el costo por botella es de \$1.50/pieza de 355 ml, entonces:

Inversión Fija =  $\$1.50/\text{botella} \times 3,870,720 \text{ botellas} = \$5,806,080$

Las cajas presentan un cuadro similar al de las botellas. La empresa debe comprar 15 días de cajas y considerar como Inversión Fija el 60% de ellas. El 40% restante es de reposición y entrará en los costos de operación.

$4,838,400 \text{ botellas} / 15 \text{ días} \div 24 \text{ botellas/caja} = 201,600 \text{ cajas} / 15 \text{ días.}$

Inversión Fija (60% del Total) = 120,960 cajas.

El costo de las cajas de plástico es de \$30.00/caja.

Inversión Fija = \$30/caja X 120,960 cajas = \$3,628,800

Inversión Fija Total = \$ 9,434,880

h) Cálculo de la Inversión Fija:

	Alternativa A	Alternativa E
Terrenos	\$ 3,000,000	\$ 3,000,000
Edificios	5,400,000	5,400,000
Equipo	17,872,500	15,535,000
Instalación	2,638,125	2,287,500
Mobiliario	360,000	360,000
Vehículos	11,400,000	11,400,000
Envases y Cajas	<u>9,434,880</u>	<u>9,434,880</u>
SubTotal	= \$50,105,505	\$47,417,380

Ingeniería (10% del costo físico de la planta)

Costo físico de la planta = Edificios + Mobiliario

Costo físico de la planta = \$5,400,000 + 360,000 = \$5,760,000

Ingeniería	<u>\$ 576,000</u>	<u>\$ 576,000</u>
SubTotal	\$50,681,505	\$47,993,380
Contingencias (10%)	<u>\$ 5,068,150</u>	<u>\$ 4,799,338</u>
Inversión Fija Total	= \$55,749,655	\$52,792,718

### 5.2.2. Costos Fijos.

Los costos fijos se componen de los siguientes -- factores: depreciación, amortización, seguros, financiamiento, mano de obra, gastos administrativos.

A) Depreciación:

Puede aplicarse a los edificios, el equipo, al mobiliario, a los camiones y a los montacargas.

Concepto	% Depreciación	Inversión	Depreciación Anual
Edificios	3% anual	\$5,400,000	\$ 162,000
Mobiliario	10% anual	360,000	36,000
Camiones	20% anual	9,900,000	1,980,000
Montacargas	20% anual	1,500,000	300,000
Equipo	10% anual	(A) 17,872,500	1,787,250
		(B) 15,535,000	<u>1,553,500</u>
Depreciación total			
de Alternativa A =			\$4,265,250
de Alternativa B =			\$4,031,500

b) Amortización:

Se aplica a los costos de Ingeniería e Instalación.

Concepto	% Depreciación	Inversión	Amortización Anual
Ingeniería	5% anual	\$ 576,000	\$ 28,800
Instalación	5% anual	(A) \$2,680,875	\$134,043.75
		(B) \$2,330,250	<u>\$116,512.50</u>
Amortización Total			
de Alternativa A =			\$162,843.75
de Alternativa B =			\$145,312.50

c) Seguros:

El seguro equivaldrá al 1% anual de la Inversión - Fija.

Alternativa A, 1% de \$55,749,655 = \$ 557,496.55

Alternativa B, 1% de \$52,792,718 = \$ 527,927.18

d) Financiamiento:

Se pedirá un financiamiento de \$32,270,625 para la Alternativa A o uno de \$29,582,500 para la Alternativa B. Este financiamiento comprende los gastos de equipo, instalación, mobiliario y vehículos. Se pagará el 15% de interés -- anual.

Alternativa A = \$ 4,840,593.70

Alternativa B = \$ 4,437,375

e) Mano de Obra:

Para la estimación del costo de mano de obra en este anteproyecto se toman como base diferentes salarios, dependiendo del trabajo que se realiza. El trabajador deberá reducir de sus ingresos los diferentes impuestos a los que se encuentra sujeto; I.M.S.S., Infonavit, Impuesto sobre Ingresos, etc.

El cálculo de la mano de obra se realiza por turno, para finalmente, dependiendo del número de turnos, se estime el costo de la mano de obra anual.

El turno se comprende de 53 personas:

Número	Puesto	Sueldo/día	Total/turno
20	Operadores de línea	\$ 175	\$ 3,500
6	Operadores de montacargas	\$ 200	\$ 1,200
12	Operadores (diversos puestos)	\$ 150	\$ 1,800
12	Ayudantes	\$ 125	\$ 1,500
2	Laboratoristas	\$ 320	\$ 640
1	Jefe de Turno	\$ 320	\$ 320
Total =			\$ 8,960/turno

Para la producción escogida de 4,032,000 cajas al año se tiene

con equipo de Alternativa A = 400 turnos/año X \$8,960/turno = \$3,584,000/año.

Con equipo de Alternativa B = 480 turnos/año X \$8,960/turno = \$4,300,800/año.

Los sueldos del resto del personal son los siguientes:

Personal de Supervisión:

1 Gerente de Planta,	\$ 12,000 mensuales = \$ 156,000/año
1 Secretaria	\$ 5,000 mensuales = \$ 65,000/año
1 Mecánico	\$ 5,000 mensuales = \$ 65,000/año
1 Electricista	\$ 5,000 mensuales = \$ 65,000/año
1 Velador	\$ 3,000 mensuales = \$ 39,000/año
	<u>\$ 390,000/año</u>

Personal de Administración:

1 Gerente General	\$ 18,000 mensuales = \$ 234,000/año
1 Secretaria Ejecutiva	\$ 7,000 mensuales = \$ 91,000/año
1 Contador	\$ 12,000 mensuales = \$ 156,000/año
1 Ayudante de Contador	\$ 8,000 mensuales = \$ 104,000/año
1 Comprador	\$ 9,000 mensuales = \$ 117,000/año
1 Gerente de Ventas	\$ 12,000 mensuales = \$ 156,000/año
2 Ayudantes en Dep. de Ventas	\$ 7,000 mensuales = \$ 182,000/año
2 Secretarías	\$ 5,000 mensuales = \$ 130,000/año
1 Jefe de Personal	\$ 9,000 mensuales = \$ 117,000/año
	<u>\$1,287,000/año</u>

Mano de Obra, Alternativa A = \$ 5,261,000/año

Mano de Obra, Alternativa B = \$ 5,977,800/año

f) Gastos Administrativos:

Se consideran como el 20% del salario del personal administrativo.

$$20\% \text{ de } \$1,287,000 = \$ 257,400$$

g) Cálculo del Costo Fijo:

Concepto	Alternativa A	Alternativa B
Depreciación	\$ 4,265,250	\$ 4,031,500
Amortización	\$ 162,843.75	\$ 145,312.50
Seguros	\$ 557,496.55	\$ 527,927.18
Financiamiento	\$ 4,840,593.70	\$ 4,437,375
Mano de Obra	\$ 5,261,000	\$ 5,977,800
Gastos Administrativos	<u>\$ 257,400</u>	<u>\$ 257,400</u>
Costo Fijo Total	= \$15,344,584.00	\$15,377,314.68

## 5.2.3. Costos de Operación.

Los costos de operación se componen de los siguientes factores: materia prima, empaques y envases, gastos de distribución, servicios, gastos de ventas, impuestos por venta e impuesto de aguas envasadas.

## a) Materia Prima:

## Materia Prima directa:

M.P.	Precio	Cantidad/caja	Costo/caja	Costo/año
Concentrado	\$200/l	42.95 ml	\$8.59	\$34,634,880
Agua	\$3.20/m <sup>3</sup>	8.5 l	\$0.0272	\$ 109,670.4
CO <sub>2</sub>	\$1.67/Kg	202.04 g	\$0.3374	\$ 1,360,396.8
Benzoato	\$22.85/Kg	8.52 g	\$0.1946	\$ 704,627.2
Sacarina	\$315/Kg	3.30 g	\$1.0395	\$ 4,191,264
Antiespumante	\$53.30/Kg	0.409 g	\$0.0218	\$ <u>87,897.6</u>
Sub Total				= \$41,168,736

## Materia Prima indirecta:

M.P.	Precio	Cantidad/año	Costo/caja	Costo/año
Sosa	\$1500/ton	50 ton	\$0.0186	\$ 75,000
Cal química	\$ 400/ton	20 ton	\$0.00198	\$ 8,000
Sulf.aluminio	\$ 3.15/Kg	1000 Kg	\$0.00078	\$ 3,150
Clor.de calcio	5.33/Kg	800 Kg	\$0.00106	\$ <u>4,264</u>
Sub Total				= \$ <u>90,414</u>
Total				= \$41,259,150

## b) Empaques y Envases:

Concepto	Precio Unitario	Cantidad	Costo/año
Botellas (20%)	\$ 1.50	967,680	\$ 1,451,520
Cajas (40%)	\$30.00	80,640	\$ 2,419,200
Corcholatas	\$ 0.036	96,768,000	\$ <u>3,483,648</u>
Total			= \$ 7,354,368

## c) Gastos de Distribución:

Se emplean 50 camiones repartidores diariamente, cada uno con 3 trabajadores.

50 camiones X 3 trabajadores = 150 trabajadores con sueldo de \$20/día pero con una comisión de \$2.00 por caja vendida por -



3 trabajadores.

150 trabajadores X \$20/día X 300 días/año = \$ 900,000/año  
 4,032,000 cajas a \$ 2/cu = \$8,064,000/año  
 Total = \$8,964,000/año

d) Servicios:

En esta sección se toman en cuenta los siguientes - servicios; agua, vapor y energía eléctrica.

Agua: Se estima que el uso del agua en la planta embotelladora sea de 3 veces la cantidad utilizada para la elaboración de los refrescos.

3 veces X 8.5l/caja X 4,032,000 cajas  $\div$  1000l/m<sup>3</sup> X \$3.20/m<sup>3</sup>  
 = \$329,011.20

Vapor: Se va a generar vapor alimentando combustible (diesel) a una caldera de 80 HP. El consumo de combustible es - el siguiente:

3.2 galones por cada 10 HP/hora X 8 X 7 horas = 179.2 galones/turno.

179.2 galones/turno x 3.785l/gal X \$1.83/l = \$1,309.06/turno

Alternativa A : 400 turnos X \$1,309.06 = \$523,624/año

Alternativa B : 480 turnos X \$1,309.06 = \$628,348.80/año

Energía Eléctrica : Se piensa tener una capacidad instalada - de 300 KVA, que de acuerdo a las tarifas - de la Comisión Federal de Electricidad, - deberá pagarse a \$ 4,300 mensuales.

\$ 4,300/mes X 12 meses/año = \$51,600/año

Total de Servicios : Alternativa A = \$ 904,235.20

Alternativa B = \$1,008,960

e) Gastos de Ventas:

Los principales gastos de ventas en el caso de la introducción al mercado de un nuevo refresco dietético son - los que se refieren a la propaganda. Durante el primer año - de operación de la planta se deberán gastar alrededor del -- 15% de la inversión fija solamente para este propósito. La -

propaganda consistirá en anuncios en las calles, radio y televisión.

Inversión Fija = \$ 55,749,655

15% = \$ 8,362,448.20

f) Impuesto por Venta:

La industria embotelladora de refrescos se encuentra sujeta a un impuesto especial por venta, consiste en el pago del 25% del precio de venta al detallista por caja. Es decir, si una caja de refrescos costara \$80, la embotelladora paga \$20. Este impuesto lo consideraré en el cuadro final para obtener la rentabilidad de la empresa.

g) Impuesto de Aguas Envasadas:

Este impuesto consiste en el pago fijo de \$0.0825- por botella vendida.

4,032,000 cajas/año X 24 botellas/caja X \$0.0825/botella  
= \$7,983,360/año

h) Mantenimiento:

El mantenimiento en una planta embotelladora se -- calcula en \$0.015 por botella producida, por lo que se puede considerar como un costo más de operación.

\$0.015/botella X 96,768,000 botellas/año = \$ 1,451,520/año

i) Cálculo del Costo de Operación:

Concepto	Costo
Materia Prima	\$ 41,259,150
Empaques y Envases	\$ 7,354,368
Gastos de Distribución	\$ 8,964,000
Servicios	\$ 984,235.20 ( A )
	\$ 1,008,960 ( B )
Gastos de Ventas	\$ 8,362,488.20
Impuesto de Aguas Env.	\$ 7,983,360
Mantenimiento	\$ 1,451,520
Total para: Alternativa A	= \$ 76,279,121.40
Alternativa B	= \$ 76,383,846.20

## 5.2.4. Capital en Stock.

En Capital en Stock se agrupan los siguientes factores: inventario de materia prima, inventario de producto terminado, inventario de refacciones y las cuentas por pagar.

Con Capital en Stock me refiero a un capital mínimo que debe existir almacenado para poder producir el refresco.

## a) Inventario de Materia Prima de 1 mes:

Concepto	Costo/mes
Concentrado	\$ 2,886,240
Agua	\$ 9,139.20
CO <sub>2</sub>	\$ 113,366.40
Sacarina	\$ 349,272
Benzoato	\$ 65,385.60
Antiespumante	\$ 7,324.80
Sosa Cáustica	\$ 6,250
Cal química	\$ 666.67
Sulfato de Aluminio	\$ 262.50
Cloruro de Calcio	\$ 355.33

Total: = \$ 3,438,262.40

## b) Inventario de Producto Terminado de 1 semana:

77,540 cajas/semana X 60% X \$30/caja =	\$ 1,395,720
1,860,960 botellas/semana X 80% X \$1.5/bot.=	\$ 2,233,152
1,860,960 corcholatas/semana X \$0.036/corch.=	\$ 66,994.56
\$10.2329 Mat.Prima/caja X 77,540 cajas/semana =	\$ 793,459.06
Total	= \$ 4,489,325.62

## c) Inventario de Refacciones:

Será del 1% de la Inversión Fija.

Alternativa A : \$ 557,496.55

Alternativa B : \$ 527,927.18

## d) Cuentas por Pagar de 1 mes:

En un mes se pagará:

Concepto	Cantidad
Materia Prima	\$ 3,438,262.40

Empaques y Envases	\$ 6,451,200
Servicios: Alternativa A	\$ 75,352.93
Alternativa B	\$ 84,080
Total de: Alternativa A	\$ 9,964,815.33
Alternativa B	\$ 9,973,542.40

## e) Cálculo del Capital en Stock:

Concepto	Capital
Inv. de Mat. Prima de 1 mes	\$ 3,438,262.40
Inv. de Prod. Terminado de 1 semana	\$ 4,489,325.62
Inv. de Refacciones: Alternativa A	\$ 557,496.55
Alternativa B	\$ 527,927.18
Cuentas por Pagar 1 mes Alter. A	\$ 9,964,815.33
Alter. B	\$ 9,973,542.40
Total de: Alternativa A =	\$18,449,899.90
Alternativa B =	\$18,429,057.60

## 5.2.5. Rentabilidad de la Empresa.

Para calcular la rentabilidad de la empresa se analizarán diferentes precios al detallista para cada refresco - dietético, para luego fijar el precio y se plantearán las Alternativas A y B de inversión y de costos.

Concepto	Alternativa A	Alternativa B
Inversión Fija	\$55,749,655.00	\$52,792,718.00
Capital en Stock	<u>\$18,449,899.90</u>	<u>\$18,429,057.60</u>
Inversión Total	\$74,199,554.90	\$71,221,775.60

## Análisis para la Alternativa A :

Precio del Refresco	\$1.30	\$1.70	\$2.15
Ventas Netas Total	\$125,798,400	\$164,505,600	\$208,051,200
- Imp. de Ventas(25%)	- 31,449,600	- 41,126,400	- 52,012,800
- Costos Fijos	- 15,344,584	- 15,344,584	- 15,344,584
- Costos Operación	<u>- 76,279,121.4</u>	<u>- 76,279,121.4</u>	<u>- 76,279,121.4</u>
Utilidades antes Imp. =	2,725,094.6	\$ 31,755,494.6	\$ 64,414,694.6
- Rep.Utilidades (8%)	- 218,007.57	- 2,540,439.57	5,153,175.57
- Imp. Ing. Glob.(42%)	<u>- 1,144,539.73</u>	<u>- 13,337,307.73</u>	<u>27,054,171.73</u>
Utilidad Neta =	\$ 1,362,547.30	\$ 15,877,747.30	32,207,347.30
Rentabilidad (UN/IT)	1.836%	21.399%	43.406%

## Análisis para la Alternativa B :

Precio del Refresco	\$1.30	\$1.70	2.15
Ventas Netas Total	\$125,798,400	\$164,505,600	\$208,051,200
- Imp. de Venta (25%)	- 31,449,600	- 41,126,400	- 52,012,800
- Costos Fijos	- 15,377,314.68	- 15,377,314.68	- 15,377,314.68
- Costos Operación	- 76,383,846.20	- 76,383,846.20	- 76,383,846.2
Utilidad antes Imp. = \$	2,587,639.12	\$ 31,618,039.12	\$ 64,277,239.12
- Rep.Utilidades (8%)	-		
e Imp.Ing.Glob. (42%)			
Total 50%	- 1,293,819.56	- 15,809,019.56	- 32,138,619.56
Utilidad Neta = \$	1,293,819.56	\$ 15,809,019.56	\$ 32,138,619.56
Rentabilidad	1.817%	22.197%	45.125%
Precio del Refresco = \$	1.90		
Ventas Netas Total = \$	183,859,200		
- Imp. de Venta (25%)	- 45,964,800		
	\$137,894,400		
	Alternativa A	Alternativa B	
- Costos Fijos	- 15,344,584	- 15,377,314.68	
- Costos Operación	- 76,279,121.40	- 76,383,846.20	
Utilidad antes Imp. = \$	46,270,694.60	\$ 46,133,239.12	
- Rep. Utilidades(8%)	- 3,701,655.57	- 3,690,659.13	
- Imp.Ing.Glob.(42%)	- 19,433,691.73	- 19,375,960.43	
Utilidad Neta = \$	23,135,347.30	\$ 23,066,619.56	
Rentabilidad	31.180%	32.387%	

El Punto de Equilibrio se encuentra en:

	Alternativa A	Alternativa B
Capacidad Total	169,344,000 botellas/año	141,120,000 botellas/año
Producción	96,768,000 botellas/año	96,768,000 botellas/año
Por ciento	57.14	68.57
Punto de Eq. en	64,297,337 botellas/año	64,393,797 Botellas/año
Punto de Equilibrio	37.97% de la capacidad	45.63% de la capacidad

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

CAPITULO 6

## 6. CONCLUSIONES.

Primeramente, quiero presentar algunas de las consideraciones que se hicieron a lo largo del anteproyecto, principalmente en el Estudio Económico.

Al referirme a la producción de refrescos dietéticos en México, considero que el refresco "bajo en calorías" - que se elabora en el país no es un refresco netamente dietético, ya que contiene una mezcla de azúcar y sacarina. Por otro lado, en los años 1969-70 sí se producían en México refrescos netamente dietéticos, sin embargo, la Secretaría de Estadísticas no proporciona datos sobre su producción y consumo. Estos refrescos, fueron prohibidos por contener ciclamatos. Es de esta manera, que me ví en la necesidad de elaborar el Análisis de Mercado basándome en datos no referentes a México.

En el anteproyecto se escoge a la Ciudad de México como cuna de la planta embotelladora. Sin embargo, cabe mencionar que la localización de la planta en la provincia traería consigo varios beneficios como lo son: terreno más barato, edificación más barata, mano de obra más barata, no necesitar camiones repartidores, etc., que harían que la Inversión Total fuera menor no afectando a las Utilidades Netas, resultando una Rentabilidad mayor. Para esta consideración, podría desarrollarse un estudio económico-financiero que analizara las dos alternativas.

En lo que concierne al equipo, el anteproyecto presenta dos alternativas de inversión. Debo decir que no son las únicas, pero que en las entrevistas que realicé con empresarios y proveedores de equipo, se me recomendó emplear cualquiera de ellas. Creo que la Alternativa A es la que más conviene a la empresa. A pesar de que la Alternativa B presenta-

un 1% más de Rentabilidad, las condiciones de operación y la capacidad de la Alternativa A pueden resultar determinantes en el progreso de la empresa.

El precio del refresco se fijó en base al análisis de diferentes precios que existen realmente en el mercado nacional. También se consideró la ganancia del detallista al vender el refresco y el hecho de que la Asociación de Embotelladores de refrescos no permitiría que un refresco dietético saliera al mercado a un precio más bajo que el refresco ordinario. Al fijar el precio en \$1.90, no se toma en cuenta el costo de la botella que el detallista debe pagar independientemente a \$1.40 (10 cts. abajo del costo). El detallista debe vender el refresco dietético a \$2.20 para ganar \$0.30/refresco y para estar por arriba del precio del resto de los refrescos. El mercado de refrescos dietéticos es reducido y selecto, por lo que el precio de \$2.20 es perfectamente aceptable y conveniente. Cabe añadir que el gobierno mexicano -- tampoco permitiría que un refresco no alimenticio se vendiera a un precio similar al del refresco con contenido de azúcar.

El anteproyecto nos presenta, en términos generales, un panorama atractivo de inversión con una alta rentabilidad. Todos los factores de producción (equipo, mano de obra, materia prima, etc.) pueden obtenerse en nuestro país. Sin embargo, para poder llevar a cabo este anteproyecto, debe unificarse el esfuerzo de todos los productores de refrescos en México. El "problema serio" del anteproyecto es el referente al mercado de consumo. Es decir, la condición que se debe satisfacer para el desarrollo del anteproyecto es, que la planta embotelladora que aquí se propone sea la única en la República Mexicana que elabore el refresco dietético. Debido a las presiones económicas a las que la industria refresquera mexicana se encuentra sujeta, hacen imposible la -



operación satisfactoria de una planta que elaborara menos de dos millones de cajas anuales de refrescos, por lo que ésta-empresa no puede tener competencia en el mercado. Ahora bien, si los productores nacionales unieran capital, esfuerzo e interés en ésta, podría plantearse la creación de una empresa desligada a las otras, pero con los productores de las mis--mas como accionistas. La empresa contaría con su propio personal, equipo y mantenimiento. Los accionistas solo intervendrían en el reparto de las utilidades como inversionistas. - Esta medida evitaría la competencia y la división del mercado, asegurando un éxito completo en su operación. Debo recalcar, por último, que por las condiciones del mercado no es posible la existencia de 3, 4 o 5 plantas embotelladoras de refrescos dietéticos en México, sino que debe existir solamente una planta diseñada con este fin.

REFERENCIAS

## REFERENCIAS.

- 1.- Beverages: Carbonated and Noncarbonated.  
J.G. Woodroof, G. F. Phillips.  
The Avi Publishing Company, Inc. Estados Unidos, 1974.
- 2.- Practical Fluid Therapy in Pediatrics.  
F.S. Hill.  
W.B. Saunders Company. Estados Unidos, 1954.
- 3.- Carbonated Beverages.  
M.B. Jacobs.  
Chemical Publishing Co. Inc. Estados Unidos, 1959.
- 4.- IX Censo Industrial.  
Dirección General de Estadísticas, S.I.C. México, 1974.
- 5.- Sugar Substitutes and Enhancers.  
R. Daniels.  
Noyes Data Corporation. Inglaterra, 1973.
- 6.- Revista Bebidas; Mayo-Abril 1970.  
The Canterbury Press. Estados Unidos.
- 7.- Revista El Embotellador; Abril 1960.  
Keller Publishing Corp. Estados Unidos.
- 8.- Revista Bebidas; Febrero 1963.  
The Canterbury Press. Estados Unidos.
- 9.- Flavor Chemistry.  
I. Homstein.  
American Chemical Society Publications. Estados Unidos,  
1966.
- 10.- Physical Chemistry.  
G.W. Castellan.  
Addison-Wesley Publishing Company. Estados Unidos, 1972.
- 11.- Soft Drink Manufacture.  
M.T. Gillies.  
Noyes Data Corporation. Inglaterra, 1973.

- 12.- Revista Bebidas; Septiembre -Octubre 1971.  
The Canterbury Press. Estados Unidos.
- 13.- Revista Beverage Industry; 1974-1975 Annual Manual.  
Philadelphia, Estados Unidos.
- 14.- Revista El Embotellador; Abril 1972.  
Keller Publishing Corp. Estados Unidos.
- 15.- Revista El Embotellador; Abril 1968.  
Keller Publishing Corp. Estados Unidos.
- 16.- Revista Bebidas; Julio-Agosto 1970.  
The Canterbury Press. Estados Unidos.
- 17.- Revista Bebidas; Noviembre -Diciembre 1968.  
The Canterbury Press. Estados Unidos.
- 18.- Revista Bebidas; Noviembre-Diciembre 1966.  
The Canterbury Press. Estados Unidos.
- 19.- Revista El Embotellador; Julio-Agosto 1972.  
Keller Publishing Corp. Estados Unidos.
- 20.- Revista Bebidas; Septiembre-Octubre 1968.  
The Canterbury Press. Estados Unidos.
- 21.- Revista Bebidas; Marzo-Abril 1971.  
The Canterbury Press. Estados Unidos.
- 22.- Microbiological Examination of Foods.  
J.M. Sharf.  
American Public Health Association. Estados Unidos.1966.
- 23.- Revista Bebidas; Mayo-Junio, 1971.  
The Canterbury Press. Estados Unidos.