

94  
201



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**ESTUDIO DE UNA PLANTA EMBOTELLADORA  
DE BEBIDAS GASEOSAS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO QUÍMICO**

**P R E S E N T A :**

**MAURICIO RODRIGUEZ CUETO**



MEXICO, D. F.

1991

**FALLA DE ORIGEN**



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

## INDICE

	Pagina
INTRODUCCION.....	1
I. TRATAMIENTO DE AGUA.....	3
Análisis del agua.....	3
Operaciones para purificación de - agua.....	5
Cloración.....	6
Coagulación.....	8
Reducción de la alcalinidad.....	10
Filtración.....	14
Purificación con carbón activado...	14
Procedimiento para calcular el con- sumo de agua en una planta embote - lladora.....	15
Consideraciones para la selección - de capacidad del equipo.....	18
Determinación de las cantidades de reactivo.....	21
II. PREPARACION DE JARABES.....	28
Agentes dulcificantes.....	28
Agentes acidulantes.....	32
Sabores.....	34
Colores.....	36
Conservadores.....	37
Metodos de preparación de jarabes..	40
Jarabe simple.....	41
Jarabe terminado.....	45
Equipo.....	48

	Pagina
III. CARBONATACION.....	55
Generalidades.....	55
Obtencion y fuentes naturaleza de -- CO2.....	56
Carbonatadores.....	58
Dificultades de la carbonatacion...	59
Rendimiento de la carbonatacion....	61
IV. CONTROL DE CALIDAD.....	67
Objetivo.....	68
Tecnicas del control de calidad....	68
Pruebas de jarabe terminado.....	69
Pruebas de azucar.....	72
Lavado de botellas.....	72
Diagrama de flujo.....	90
CONCLUSIONES.....	101
BIBLIOGRAFIA.....	102

## INTRODUCCION

La industria de bebidas gaseosas embotelladas en México; se encuentra en constante desarrollo, aumentando cada vez mas el número de plantas embotelladoras en toda la república que hace llegar hasta los pueblos mas apartados los camiones refresqueros. Este desarrollo se debe, principalmente, a las condiciones climatológicas de nuestro país, sobre todo en lo que se refiere a las zonas tropicales, cuyos habitantes se pueden catalogar como los mayores consumidores de bebidas embotelladas. Según en encuestas mundiales, México ocupa un primerísimo lugar en el consumo de refrescos per capita. Aunque todo mundo ha tomado algún refresco, pocas son las que saben como se elabora de que esta constituido que pasos hay que seguir antes de que el producto llegue a manos del consumidor.

Precisamente con la elaboración de este trabajo es que se pretende dar respuesta a todas esas posibles preguntas y por ello se tratara con mayor profundidad el Tratamiento de aguas, la Preparación del jarabe, la Carbonatación, así como el lavado de botellas y llenado de las mismas. Esperando que resulte de utilidad para la gente interesada en este tipo de industria.

**CAPITULO I**  
**TRATAMIENTO DE AGUA**

**ANALISIS DEL AGUA**

**OPERACIONES PARA PURIFICACION DE AGUA**

- CLORACION
- COAGULACION
- REDUCCION DE ALCALINIDAD
- FILTRACION
- PURIFICACION CON CARBON ACTIVADO

**PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR EL CONSUMO DE AGUA EN  
UNA PLANTA EMBOTELLADORA**

**CONSIDERACIONES PARA LA SELECCION DE LA CAPACIDAD  
DE EQUIPO**

**DETERMINACION DE LAS CANTIDADES DE REACTIVO**

- DETERMINACION DE LAS DOSIS

## CAPITULO I

### TRATAMIENTO DE AGUA

#### ANALISIS DE AGUA

Las clases más importantes de agua son: las destiladas, las suaves, duras y minerales, y de estas la más pura es el agua destilada. El agua a tratar es obtenida de la red municipal o de pozo.

#### Dureza.

Es una característica del agua, debida principalmente al contenido de carbonatos y sulfatos, y ocasionalmente a los nitratos y cloruros de metales alcalinoterreos y algunos de transición, así como hierro que hace que el jabón se convierta en jabón no soluble y forme grumos en el agua y que se depositen incrustaciones en calderas y da un sabor indeseable al agua.

#### Agua Temporalmente Dura.

(De carbonatos) es la dureza que puede eliminarse por ebullición, con contenido de carbonatos y bicarbonatos de Ca y Mg.

Agua permanentemente dura.

(De no carbonatos) es la dureza que no puede eliminarse por ebullición, con contenido de sal de calcio o magnesio excepto carbonatos y bicarbonatos, generalmente sulfatos o cloruros.

El contenido principal del agua temporalmente dura es el bicarbonato de calcio y se usa el hidróxido de calcio para eliminarlo y suavizar el agua.



Ablandamiento.

Consiste en remover del agua ciertas sustancias minerales, que son la causa de la dureza del agua, principalmente compuestos de calcio y magnesio.

Ablandamiento con cal.

Este proceso consiste en agregar esta substancia al agua cruda, la cal reacciona con los bicarbonatos solubles de calcio y magnesio que son los que causan la dureza de carbonatos formando carbonato de calcio e hidróxido de magnesio que son insolubles.

## ANALISIS PARA COMPROBAR LA DUREZA DEL AGUA

Agregar una solución ligera de jabón y agitar: si se forma espuma rápidamente el agua es suave.

Si hay dificultad de producir espuma y se forma una capa en la superficie, el agua es dura debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos de sales de calcio y magnesio que consumen el jabón y lo precipitan en forma de compuestos insolubles, mientras no se haya precipitado todo el calcio y el magnesio no se obtendrá espuma.

## OPERACION PARA LA PURIFICACION DE AGUA

Para la obtención de agua con una calidad satisfactoria para la elaboración de refrescos se usan cinco operaciones:

- 1.- Cloración
- 2.- Coagulación
- 3.- Reducción
- 4.- Filtración por arena
- 5.- Purificación con carbón activado.

## CLORACION

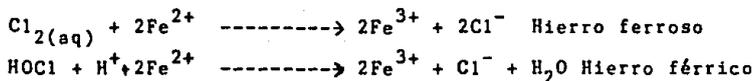
La cloración se efectúa agregando cloro al agua cruda a medida que entra al tanque de tratamiento.

Los objetivos de la cloración son:

Como bactericida.

Ayuda a eliminar partículas microscópicas y coloidales como sustancias reductoras que se van a oxidar, materia orgánica. El hierro reacciona con el cloro cuando está en su forma reducida quitándole al cloro sus propiedades desinfectantes por lo tanto debe agregarse una cantidad adicional de cloro a la requerida para la desinfección. El hierro  $Fe^{2+}$  a  $Fe^{3+}$  se oxida.

La cantidad de desinfección del cloro es proporcional a la temperatura del agua, por lo tanto la cloración es más eficaz a altas temperaturas del agua. Se considera una buena cloración cuando el tiempo de retención del cloro es de dos o más horas, para que se pueda garantizar una desinfección efectiva sin que el agua llegue al consumidor con una concentración indeseable de cloro debido a la presencia de olor y sabor y esto se debe de tomar en consideración antes de utilizar el agua para fines de embotellado.



## DESCRIPCION, INSTALACION Y OPERACION DE UN CLORADOR

### Descripción.

Este clorador de tipo diafragma, es operado eléctricamente. El hipoclorador consiste en un motor eléctrico engranes reductores de velocidad y el mecanismo de movimiento del diafragma encerrado en una base de aluminio fundido, operando en un baño de aceite y cabezal de bombeo intercambiable según las necesidades. Todas las partes en contacto con la solución son de plástico o aleaciones que permiten el manejo continuo de cualquier solución de hipoclorito.

### Instalación.

Estas unidades se pueden colocar sobre una mesa, ya que estos aparatos no ocupan más de medio metro cuadrado de superficie. El tubo de plástico de succión se coloca en el depósito y se ubica abajo del nivel de la solución; el cordón eléctrico se enchufa a una conexión de 115 volts y listo para operar.

### Operación.

El operador unicamente revisará periódicamente el depósito de la solución química para mantener la dosificación

constante. Una vez fijada la dosificación en la carátula del hipoclorador, esta se mantiene constante hasta efectuar un nuevo cambio. Este tipo de dosificadores pueden arrancarse y pararse en forma intermitente, permitiendo la operación como bomba, controladores y hasta en forma automática por medio de una señal eléctrica.

## COAGULACION

La gran mayoría de las aguas para la elaboración de refrescos contienen sedimentos, además de impurezas disueltas y todas estas se tienen que eliminar, ya que dificultan la carbonatación y la calidad del producto.

Según el tamaño de las impurezas se clasifican en: Materia en suspensión, coloidal, y disuelta.

Para la eliminación de estas impurezas, se procede primero a eliminar las impurezas en suspensión que son suficientemente grandes como para eliminarlas por filtración.

Las partículas coloidales tienen un tamaño intermedio entre las impurezas en suspensión y las disueltas por lo que no se pueden eliminar por filtración, ni tampoco por asentamiento debido a las cargas de tipo eléctrico que producen el movimiento Browniano.

En el agua las partículas de los coloides están generalmente cargadas negativamente, por lo que los coloides pueden ser eliminados por coagulación, que se refiere a la formación de flóculos precipitados mediante los cambios físico-químicos que causa el coagulante soluble, la principal función de la coagulación es la desestabilización.

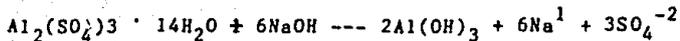
#### Floculación.

Consiste en agitar suavemente el agua tratada con coagulantes durante un periodo de tiempo apreciable, para completar las reacciones de coagulación.

El coagulante más utilizado es el sulfato de aluminio comunmente llamado Alúmbre  $Al_2(SO_4)_3$ . El tiempo de retención varía según las dimensiones de la unidad y de la velocidad del agua.

Durante este lapso el agua es agitada suavemente para favorecer en que se pongan en contacto intimo las partículas coaguladas hasta que se adhieren entre sí formando masas de flóculos. La reacción del alúmbre con metales alcalinos que usualmente se encuentran en el agua es muy eficaz para eliminar turbiedad y el floculante producido es el Hidróxido de aluminio. Generalmente hay suficiente alcalinidad en el agua que se va a tratar para completar el proceso de la coagulación. A veces es necesario agregar alcalinidad, esto lo

obtenemos con Cal.



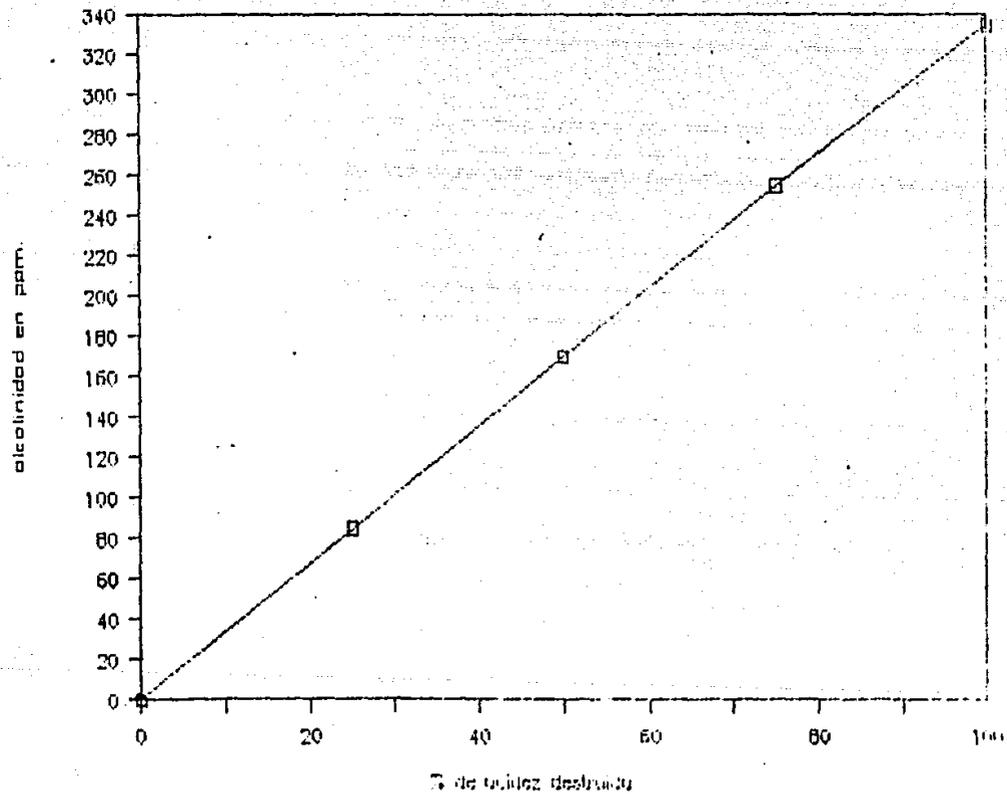
La precipitación de Hidróxido ferroso,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  y el carbonato ferroso,  $\text{FeCO}_3$  se pueden producir durante el ablandamiento con cal-sosa y la precipitación de Hidróxido de aluminio,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  y fosfato de aluminio,  $\text{AlPO}_4$  se produce cuando se agrega Alumbre a una agua para eliminar fosfatos.

#### REDUCCION DE ALCALINIDAD

El agua, al recorrer la superficie terrestre, arrastra una gran cantidad de impurezas no solubles, las cuales al pasar por las capas de la corteza terrestre se eliminan en su gran mayoría, pero el mayor problema es el de los minerales solubles en el agua, siendo un problema perjudicial el contenido mineral de alcalinidad.

Esta alcalinidad neutraliza el sabor acidulante de el refresco, por lo que se necesita reducir esta alcalinidad lo más posible para que no afecte la calidad del producto.

La alcalinidad de agua se debe principalmente a los carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos que existen en ella, no pudiendo existir más de dos de estos componentes al mismo



tiempo.

Alcalinidad.

Es una medida de capacidad de un agua para neutralizar un ácido fuerte, el aumento en la solubilidad se refleja en el aumento en la alcalinidad y dureza total.

En la gráfica se puede apreciar que 85 ppm de alcalinidad en el agua destruyen 25% de acidez, siendo esto muy notorio en el sabor por lo tanto se tienen que minimizar el contenido de alcalinidad.

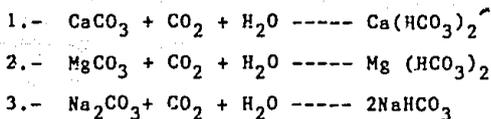
El tratamiento más usado para la reducción de alcalinidad, es el empleo de óxido de calcio, normalmente conocido como cal (CaO). Este compuesto, al ponerse en contacto con el agua, forma hidróxido de calcio.



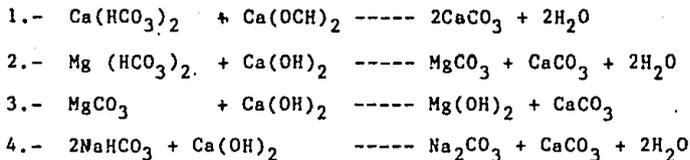
Cuando se agrega al agua cal común se combina químicamente con los minerales alcalinos del agua para formar un compuesto insoluble que se precipita, conteniendo este precipitando no solamente la cal que se agregó, sino también los minerales alcalinos originalmente disueltos y como no se agregó ningún nuevo mineral soluble, el contenido total mineral se reduce en esa proporción. Las reacciones que se efectúan

Son:

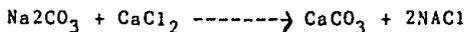
Antes de tratar el agua con cal y cuando contiene  $\text{CO}_2$ , en su paso por las capas terrestres se tienen las siguientes reacciones:



Al agregar la cal se tienen las siguientes reacciones:



Existen algunos casos en que la alcalinidad nos e reduce por más cal que se agregue. Esto es debido a que la alcalinidad del agua cruda es causada por carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos de sodio. En estos casos se tiene que adicionar al agua cloruro de calcio, con lo cual se eliminan los compuestos alcalinos de sodio.



## FILTRACION POR ARENA

La filtración por arena se obtiene por el flujo lento del agua a través de una capa de arena fina; esta completa la eliminación de impurezas precipitadas en el tanque de tratamiento.

El filtro de arena es simple, y es fácil de mantenerlo limpio y esterilizado. El filtro de arena esta hecho de capas de grava y arena de granos gruesos en el fondo, pero gradualmente más finos hacia la capa superior. La capa superior de arena fina es el único lugar donde se lleva a cabo la filtración, el resto del lecho de arena y grava tienen por objeto mantener en su lugar la capa fina de arena.

Una de las grandes ventajas del filtro de arena es la facilidad con que puede ser lavado a contracorriente.

## PURIFICACION CON CARBON ACTIVADO

Este se prepara a partir de lignita, bagazos, aserrín, olotes, etc. Para su preparación, primeramente se carboniza el material a una temperatura menor de  $500^{\circ}\text{C}$ , posteriormente se activa por medio de una oxidación lenta con ácido fosfórico a temperaturas que oscilan entre  $500^{\circ}\text{C}$  y  $900^{\circ}\text{C}$ .

Para el purificador de este estudio se utiliza un carbón compacto y de gran prosidad capaz de producir una gran difusión.

Un carbón activado en medio ácido es de gran utilidad para este tipo de industria. Este carbón es a base de materiales de tipo vegetal en este caso aserrín; carbón tipo celulósico.

#### PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR EL CONSUMO DE AGUA EN UN APLANTA EMBOTELLADORA

Los consumos de agua en una planta embotelladora se considera que son los siguientes:

- 1.- Consumo en el llenado
- 2.- Preparación de jarabes
- 3.- Procedimientos sanitarios y usos no industriáles.
- 4.- Consumo de retrolavado.

##### 1.- Consumo en el llenado.

Este dependerá del tamaño de la botella y velocidad de llenado. Por lo tanto considerando un refresco de 26 oz. en el cual contiene.

Bebida 768.9 ml  
 Jarabe 120.0 ml  
 Agua 648.9 ml

Sacando el consumo de agua en litros por hora se tendra:  
 B.P.M. \* 648.9ml \* 60min./ 1000ml. = BPM \* 38.934 = 1/hr.

2.- Agua para la preparaci3n de jarabes.

Tomando en una hora la cantidad de agua necesaria para preparar la cantidad de jarabe que se utilice durante ocho horas en el llenado.

Por lo regular la cantidad de agua contenida en el jarabe es de un 50 a 55% de la cantidad del jarabe, por lo tanto el agua contenida en 120 ml. de jarabe es de 66ml.

Por lo tanto el agua que es necesaria para preparar la cantidad de jarabe usada en ocho horas, tom3ndola en una hora, ser3:

BPM \* 66ml. \* 66min. \* 8hrs./1000 ml. = lts.

BPM \* 31.68 lts.

3.- Procedimientos sanitarios.

En el agua consumida en procedimientos sanitarios y usos no industriales se incluye:

Lavado de tanques para jarabe

Lavado de utensilios

Bebederos

Chorro de agua para lavar valvulas de las llenadoras

Lavado de filtros para jarabe

Toma de agua en el laboratorio

En vista de que todos estos consumos son variables, su cálculo se dificulta, por lo que se toma como cantidad aceptable un 10% del consumo de agua tratada para embotellado y preparación de jarabes.

#### 4.- Consumo de retrolavado.

El retrolavado del filtro y del purificador se efectúa cuando no se esté embotellando.

El consumo total de agua tratada será:

Tomando como base 1 turno de producción y tomando en cuenta que la velocidad de llenado es de 52 BPM.

(agua de embotellado + agua preparación de jarabe) para el refresco de 26 oz.

$$(B.P.M. * 38.934) + (B.P.M. * 31.68) =$$

$$B.P.M. * 70.61 = 1t/hr = B.P.M. * 70.61/3.785 = Gal/hr$$

Por lo tanto 52 B.P.M. = 3120 B.P.M. = 24960 botellas en ocho -  
horas, por lo que:

$$52 \text{ B.P.M.} * 70.61/3.785 = 970.07 \text{ Gal/hr.}$$

Considerando unr endimientto del 90% de la producción  
la capacidad de tratamiento será:

$$52 \text{ B.P.M.} * 18.65 \text{ gal} * 0.9 = \text{Gal/hr}$$

#### CONSIDERACIONES PARA LA SELECCION DE LA CAPACIDAD DE EQUIPO

Consumo de agua en el retrolavado.

El retrolavado en el filtro de arena y en el purifica-  
dor se efectúan cuando no se está embotellando.

La velocidad de paso de agua en el filtro de arena  
para el retrolavado debe ser:

$$29.04 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$$

ó

$$12.0 \text{ Gal}/\text{ft}^2/\text{min}$$

Siendo este flujo el necesario para un retrolavado  
efectivo, ya que expansiona a las arenas y libera a esta de  
grumos y otras impurezas que haya retenido en el proceso.

El flujo normal para filtración debe de ser:

$$4.842 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$$

6

$$2.0 \text{ Gal}/\text{ft}^2/\text{min}.$$

Por lo anterior se ve que el consumo de agua para retrolavado es de seis veces mayor que el de filtración normal. Entonces, si empleamos cinco minutos para retrolavado, en este tiempo empleamos el equivalente de  $6 \times 5 = 30$  minutos, siendo esta la cantidad de agua que entrará al tanque de tratamiento en media hora (30 min.), considerando que la alimentación de agua cruda al tanque de tratamiento tenga un flujo aproximadamente igual al de los filtros.

Para regular los flujos de filtración y retrolavado se aconseja instalar un by-pass entre la entrada y la salida de la bomba.

Filtros de Arena.- Estos se diseñan bajo las condiciones siguientes:

1).- La superficie de filtración debe ser suficiente para un gasto de  $4.842 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^2$  ( $2 \text{ Gal}/\text{ft}^2/\text{min}$ ).

2).- Debe soportar una presión de  $5.1 \text{ Kg}/\text{cm}^2$  ( $75 \text{ lb}/\text{ft}^2$ ).

3).- EL recubrimiento interior al igual que los bajos drenes deben ser resistentes a la corrosión, acción del cloro, al vapor y agua caliente.

4).- Las cargas serán en capas de:

8" de grava gruesa  
2 1/2" de grava mediana  
2 1/2" de grava fina  
3" de grava extrafina  
23" de arena

El espacio de expansión será de 10" a 12" de altura.

Purificadores. El diseño es semejante a el de los filtros de arena, unicamente que en lugar de 23" de carga de arena fina serán de:

3" de arena  
20" de carbón activado

## DETERMINACION DE LAS CANTIDADES DE REACTIVO

Al arrancar un tratamiento, se tienen que calcular las dosis para cada uno de los reactivos.

Como paso inicial para el cálculo de la dosis es necesaria hacer la determinación de los dosificadores, o de agua, expresandose en partes por millon o sea miligramos por litro.

Las dosis se determinan por cálculos matemáticos a partir de los análisis químicos del agua o siguiendo ciertas reglas que se han desarrollado empíricamente.

## DETERMINACION DE LAS DOSIS

### COAGULANTE:

Las sustancias que generalmente se usan son: Sulfato de aluminio, sulfato ferroso. Además de estos coagulantes primarios se usa, sobre todo con el sulfato de aluminio, el aluminato de sodio. Este producto rara vez se usa solo o con el sulfato ferroso.

La dosificación del sulfato ferroso y sulfato de aluminio se fijan con la prueba llamado de jarras la cual

se efectua en la siguiente manera:

Se dispone de un aparato con seis agitadores sincrónicos de velocidad variable. Para efectuar, la prueba, se ponen 6 vasos de precipitado de 400 ml., una muestra de 200 ml. de agua cruda en cada uno. Se agita y se agregan los reactivos necesarios en diferentes proporciones en cada vaso, continuando la agitación durante 15 minutos. Durante el transcurso se observan la formación de flóculos.

Al efectuar la prueba se tendrá que varificar que la temperatura de la muestra sea igual o inferior a la del agua cruda, en vista de que la coagulación mejora con el aumento de temperatura. El orden de adición de los reactivos se tienen que tomar en cuenta, ya que puede influir en la coagulación. Se debe tratar de simular las condiciones de operación del tratador, tanto en el orden de adición de reactivos como en la velocidad de agitación.

Se tomará la cantidad de reativos que produzcan la mejor coagulación para determinar dosis óptimas de reactivo.

Según se ha visto, una dosis entre 35 y 42 p.p.m. de cualquiera de estos reactivos normalmente es suficiente.

## CLORO

El cloro necesario para satisfacer la demanda puede encontrarse agregando cloro en incrementos de 1 p.p.m. a partes iguales de agua hasta que la cantidad de cloro consumida por el agua no aumente aunque se aumente la cantidad de cloro agregada.

Si se usa como coagulación sulfato ferroso la demanda del cloro aumenta, ya que el sulfato ferroso toma parte del cloro para oxidarse a sal férrica y actuar como coagulante.

Manera de calcular la dosificación de cloro:

p.p.m. de sulfato ferroso (si se usa) \* 0.126.. p.p.m.  
 p.p.m. cloro residual deseada en el agua ..... p.p.m.  
 p.p.m. demanda del cloro del agua cruda..... p.p.m.

Total \_\_\_\_\_  
 p.p.m.

## CAI

La dosificación de cal, se puede calcular con bastante aproximación, del análisis de agua cruda y de la dosificación del coagulante escogido, ya sea por experiencia o por la

prueba de jarras. En la mayor parte de las aguas se obtienen buenos resultados la relación (I) (2S-M) en el filtro de arena se mantiene entre 2 y 7 p.p.m.

Si la relación (I) es negativa o menor de 2 p.p.m. se aumenta la dosificación de cal. Si la relación (I) es mayor de 7 p.p.m. se disminuye la dosificación de cal.

En la relación (I).

El valor de "P" es igual al número de mililitros de ácido sulfúrico, que se utilizan para neutralizar el total de hidróxidos más la mitad de carbonatos presentes.

El valor "M" es igual al número de mililitros del mismo ácido utilizados para la neutralización total de los compuestos alcalinos presentes:

Manera de calcular la dosificación de cal.

p.p.m. de  $\text{CO}_2$  libre\* 1.71..... p.p.m.

p.p.m. de bicarbonatos alcalinos ..... p.p.m.

(M-2P)0.74

p.p.m. de dureza de magnesio ..... p.p.m.

(T<sup>H</sup>-Ca<sup>H</sup>)0.74 (dureza total-dureza de calcio)

+ p.p.m. de (1) deseada en el agua .....	p.p.m.
I*0.74	
+ p.p.m. de sulfato ferroso*0.40 .....	p.p.m.
+ p.p.m. de sulfato de aluminio *0.37	_____
Toral Dosificación de cal	p.p.m.

### CLORURO DE CALCIO O SULFATO DE CALCIO

Se agregan estos reactivos cuando la alcalinidad del agua cruda es mayor que la dureza total (se dice que esta agua tiene alcalinidad de sodio), ya que esta alcalinidad no puede ser reducida con cal.

Si la dureza es menor que la alcalinidad significa que, con una dosificación adecuada, se puede reducir más la alcalinidad. Si, por lo contrario, la dureza es mayor que la alcalinidad, significa que se está usando más cloruro de calcio del requerido.

Si el contenido de carbonato de magnesio del agua es de 70 p.p.m. o mayor, el uso de la cal suficiente para dar una relación (I) entre 10 y 17 p.p.m. generalmente reduce la alcalinidad del agua a menos de 85 p.p.m. En estos casos el uso de mayor cantidad de cal que la teórica, no solo ayuda a la reducción de alcalinidad, sino que también mejora la

coagulación, ya que el hidróxido de magnesio es un magnífico coagulante.

Como el cloruro de magnesio imparte dureza al agua, la dosificación del cloruro de calcio no se regula en la misma forma que cuando se usa para reducir la alcalinidad de sodio. En este caso, la dosificación se regula de acuerdo con la dureza de calcio del agua tratada, que debe ser igual a la alcalinidad total.

La determinación de la dureza de calcio generalmente solo se hace una vez:

Cálculo de la dosificación de cloruro de calcio.

p.p.m. Alcalinidad de sodio ..... p.p.m.

( $\text{V-T}^{\text{H}}$ ) 1.1

p.p.m. Alcalinidad de magnesio ..... p.p.m.

( $\text{T}^{\text{H}}-\text{Ca}^{\text{H}}$ ) 1.1

---

Dosificación de cloruro de calcio ..... p.p.m.

#### DETERMINACION DE LAS DOSIS DE REACTIVO

Para la determinación de las cargas base es necesario saber:

Dosificación de cada reactivo

Flujo de agua que se va a tratar

Descarga de los dosificadores

Capacidad de los tanques de los reactivos.

De acuerdo a lo anterior, se calculan las dosificaciones y se expresan en [p.p.m.]

El flujo de agua que se va a tratar se mide en el tratador y se expresa en [lt/min]

La descarga de los dosificadores se da en [ml/min] y se puede variar a voluntad en la mayor parte de los dosificadores.

La capacidad de los tanques de reactivo se mide experimentalmente o bien se hacen cubicaciones de estos.

$$C.B. = (B \cdot V \cdot D) / (10 \cdot (A \cdot P))$$

Donde:

C.B. dosis [Kg]

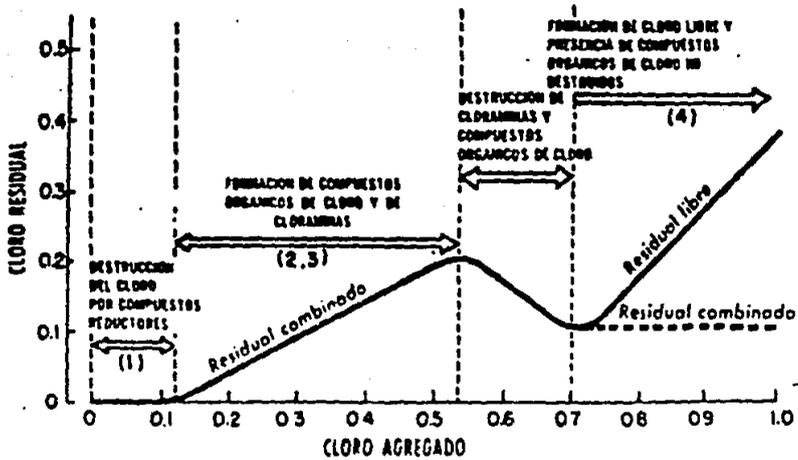
B Flujo de agua [lt/min]

A Descarga del dosificador (ml/min)

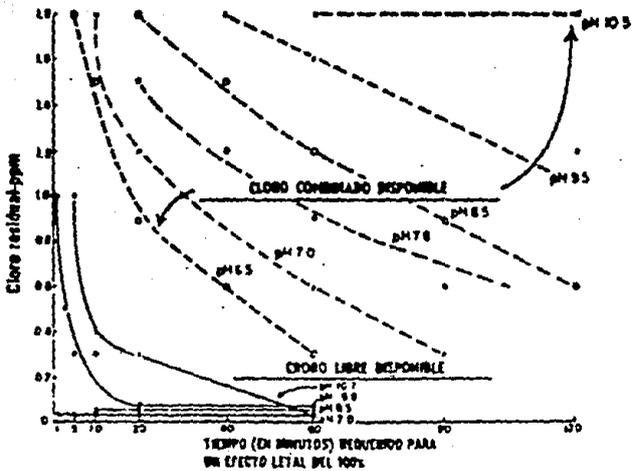
D Dosificación [p.p.m.]

V Volumen del tanque de reactivos

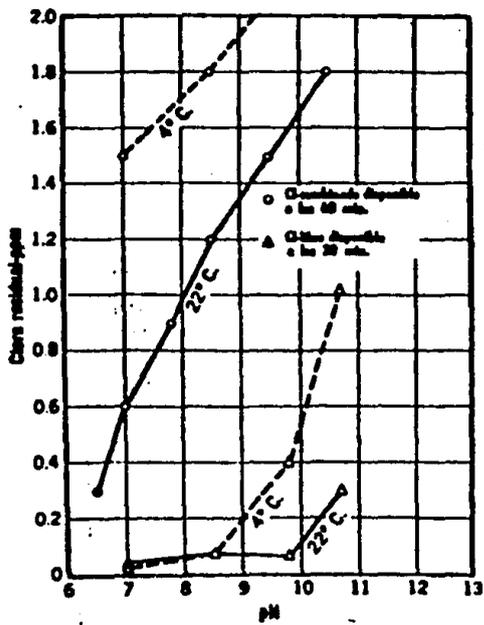
P Pureza del reactivo ( % ).



REACCIONES DEL CLORO EN EL AGUA



EPICTO DE LA CAISE DE CLORO RESIDUAL Y EL TIEMPO



EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL CLORO RESIDUAL

**CAPITULO II**  
**PREPARACION DE JARABES**

- **AGENTES DULCIFICANTES**
- **AGENTES ACIDULANTES**
- **SABORES**
- **COLORES**
- **CONSERVADORES**
- **METODOS DE PREPARACION DE JARABE**
- **JARABE SIMPLE**
- **JARABE TERMINADO**
- **EQUIPO**

## CAPITULO II

### PREPARACION DE JARABES

#### AGENTES DULCIFICANTES

El jarabe elaborado por hidratos de carbono dulces y comestibles, conocidos como azucareros, es uno de los ingredientes principales de los refrescos.

De un gran grupo de azúcares solamente dos son los generalmente adoptados a los agentes dulcificantes comerciales; estos son, la sacarosa y la glucosa. El azucar debe ser refinada y de la más alta calidad con un 99.8% de pureza.

La sacarosa es el agente dulcificante básico. La sacarosa está disponible comercialmente en una gran variedad de tamaños de cristales, variando entre grano grueso y fino. Los cristales grandes, debido a la reducida area superficial por unidad de peso, son muchas veces más limpios, pero más difíciles de disolver.

La sacarosa se conoce como un disacarido, compuesto de glucosa-fructosa. La acción del ácido y del calor hacen que la sacarosa se desdoble en sus componentes. Este proceso se lleva a cabo al calentar los jarabes acidulados y durante el almacenaje de las bebidas. Cuando se invierte el jarabe

de sacarosa sin pérdida de agua, se obtiene un aumento de sólidos de azúcar. La densidad aumenta realmente por que la sacarosa absorbe el agua y da a la glucosa y a la fructosa un peso mayor.

inversión  
ácido-calor

Sacarosa + Agua ----- Glucosa y fructosa

La glucosa, conocida comercialmente como azúcar de maíz, se obtiene de los cereales feculosos. La glucosa no existe en tal forma en el cereal por eso se convierte del almidón por un tratamiento químico. El jarabe obtenido se puede purificar y vender como glucosa refinada o jarabe de glucosa. Sin embargo, por medio de refinaciones, se obtiene el azúcar cristalino. Esto no tiene una dulzura similar en carácter a la sacarosa.

La cantidad más apropiada para uso en el producto sólo se puede determinar por medio de pruebas organolépticas de la bebida terminada.

Algunos embotelladores usan de 25 a 40% de glucosa para reemplazar la sacarosa. La glucosa cristalizada se encuentra accesible en dos formas: hidrato regular y anhidro. La segunda se disuelve más fácilmente en el agua. Los que usan

este material aseguran las características siguientes:

1. Encubre menos el sabor
2. Desarrolla el sabor natural completo del producto
3. Libre de organismos que deterioran la bebida terminada.
4. Valor nutritivo asimilado
5. Más estable y duradero en los anaqueles de la -- tienda.

#### JARABE DE AZUCAR

El jarabe de azúcar es el producto que se obtiene hirviendo al azúcar y el agua hasta que le de una consistencia siruposa.

#### SACARINA

Este material no es una azúcar. No tiene ningún valor nutritivo. Es un material endulzador, con una melosidad 500 veces mayor que la del azúcar. Sin embargo, muchas veces se utiliza para la elaboración de bebidas sin azúcar para propósitos de dieta especiales o medicinales.

EL valor nutritivo de las bebidas carbonatadas se basa principalmente en el contenido calórico suministrado

por el azúcar.

## AGENTES ACIDULANTES

Estos son materiales usados frecuentemente por los embotelladores y a eso se debe que sea necesario conocer todas sus propiedades químicas básicas. Todos estos materiales deben de tener la propiedad especial de ser débiles e inofensivos para los seres humanos cuando se utilizan en concentraciones apropiadas y lo que es más, tienen la característica adicional de que son asimilados inmediatamente por el cuerpo.

### ACIDO CITRICO

El ácido cítrico ( $C_6H_8O_7$ ) es cristalino en la forma comercial. En los cristales el 91.42% es ácido y el 8.58% agua. El contenido de agua de los cristales es susceptible de variación, prolongando su contacto con la atmósfera. Por lo cual se sugiere que las existencias de ácido cítrico se almacenen en sus envases originales y se mantengan herméticamente cerrados. (Ligeramente higroscópico).

El ácido cítrico, tiene un sabor agrio sumamente agradable al paladar. Se obtiene de limones, limas y otras frutas, aureanceaces y de la fermentación de la sacarosa.

El ácido fosfórico nos e encuentra disperso en la naturaleza como tal, se le encuentra en combinación con grasas, hidratos de carbono y proteínas en el cuerpo humano y en las células de las plantas. El ácido fosfórico se produce comercialmente de fuentes minerales. Es un líquido incoloro, inodoro de consistencia siruposa y de sabor muy ácido. Su fórmula química es la siguiente:  $H_3PO_4$ . Los ácidos fosfóricos normales de grado alimenticio tienen de 75% a 85% de concentración en solución acuosa.

#### ACIDO LACTICO

El ácido láctico ( $C_3H_6O_3$ ) se obtiene naturalmente de la leche agria, encurtidos, etc. Comercialmente se obtiene de la fermentación de azúcares, almidón, y otras sustancias de naturaleza parecida. Otra de las fuentes de obtención son los líquidos conteniendo lactosa.

#### ACIDO TARTARICO

El ácido tartárico ( $C_4H_6O_3$ ) puede encontrarse en su forma natural en muchas frutas bien sea solo o combinado con potasio, calcio o magnesio. El ácido tartárico se produce comercialmente de los tartratos o de los residuos del vino formados durante su fermentación. Es incoloro, transparente inodoro y aparece bajo la forma de cristales o polvo. Tiene

un fuerte sabor ácido.

## SABORES

El buen gusto es de importancia capital para la venta satisfactoria y lucrativa de cualquier producto que requiere el uso de sabor y las propiedades refrescantes de la bebida carbonatada a la mezcla de ingredientes altamente refinados para producir un sabor adecuado, uniforme y constante.

Los materiales saborizantes usados en la preparación de bebidas carbonatadas son principalmente extractos alcohólicos, emulsiones, soluciones alcohólicas o jugos de frutas.

Los extractos alcohólicos son hechos colando los materiales secos finamente divididos con soluciones alcohólicas. Como ejemplos se tienen los extractos de uva y ciertos sabores de lima - limón. La cantidad de alcohol introducida en las bebidas terminadas por el uso de estos extractos es de 0.25% por volumen o menos dependiendo de la fuerza del extracto.

Las emulsiones se preparan combinando los aceites esenciales con goma de acacia mezclándolos con un jarabe pesado de azúcar y después pasando la mezcla a través de el homogenizador. (ejemplo, sabor de naranja).

Algunos sabores tales como la cereza, fresa y crema soda son solubles en soluciones diluidas alcohólicas y son preparadas añadiendo simplemente los aceites al alcohol y agregando agua a la dilución apropiada.

Los jugos de frutas pueden ser de fuerza sencilla o concentrados. Los jugos de frutas de los cuales se ha removido una gran parte del agua por el calor y el vacío, congelando o contrifugando el producto, se llaman jugos con centrados. La concentración se refiere como 4X cuando el jugo ha sido concentrado a 1/4 de su volumen original; 8X si fue concentrado 1/8 etc. Los concentrados de frutas suministran la mayor fuerza saborizante que se consigue con las frutas naturales.

Además de los sabores algunos fabricantes emplean otros ingredientes para mejorar el sabor y el aroma de la bebida terminada. Así, la cafeína se añade a la bebida de cola en cantidades de 0.03 - 0.10 gramos por onza, la cafeína se añade por su sabor amargo.

Para que un extracto saborizante sea aceptado para usarse en productos comerciales de este tipo, este debe de ser soluble en agua.

## COLORES

Los agentes colorantes usados en las bebidas embotelladas se clasifican en dos categorías: (1) Caramelo y (2) Colores alimenticios certificados.

El caramelo, un color vegetal, se produce quemando el azúcar del maíz, normalmente usando un catalizador como las sales de amonio. El uso del caramelo en las bebidas embotelladas provee sus características oscuras o castañas claras como en la cola.

Hay dos grados de caramelo disponibles para uso de la industria embotelladora de bebidas: el tipo espumante y el no espumante. El espumante se usa en algunas bebidas donde se necesita espuma. Tales caramelos forman una espuma de burbujas que dura de 30 min. a dos hrs., pero no es a prueba de ácidos.

Los colores alimenticios certificados son un grupo especial de tintes y son reconocidos por la administración de alimentos y drogas por que son inocuos y pueden usarse como colorantes para alimentos.

Los colores actualmente disponibles y reconocidos por la administración de alimentos y drogas son:

- Violeta
- Azul.- Brillante e Indigo
- Verde
- Amarillo
- Anaranjado
- Rojo

Estos siete colores y sus combinaciones posibles son suficientes para dar el color deseado a cualquier bebida. Estos colores han sido analizados minuciosamente junto con otros tipos de aditivos alimenticios con el fin de asegurar un producto de calidad para el consumidor.

Los colores naturales generalmente no tienen una intensidad suficiente, por lo que resultan caros de usar, y especialmente en tintes oscuros, además de que son objeto de degradación cuando son expuestos a la luz solar, por lo que las bebidas con este tipo de colores deben de tener un almacenamiento adecuado. (ejemplo, botellas de color).

#### CONSERVADORES

La función de los conservadores es la de evitar el deterioro causado por las enzimas y bacterias que existen de grado variable en todos los productos alimenticios.

La mayoría de las bebidas carbonatadas se conservan satisfactoriamente por el ácido usado en la bebida y el contenido de anhídrido carbónico. Cincuenta gramos de ácido cítrico seco por galón de solución de azúcar al 10% impide la fermentación. La carbonatación de una bebida ayuda a evitar el desarrollo del moho.

Normalmente no es necesario usar un conservador en las bebidas carbonatadas cuando estas se han condimentado con algún sabor de imitación o con algún sabor que contiene muy poco del jugo natural de las frutas. Los sabores de este tipo son menos estables y por eso es necesario hacer uso de algún preservativo en las bebidas sin carbonatación.

1).- Bebidas carbonatadas

a) En las bebidas carbonatadas, elaboradas con sabores tipo de jugo fresco, se recomienda el uso del 0.05% de benzoato de sodio en la bebida terminada.

b) En las bebidas carbonatadas hechas con sabores que no contienen jugos, normalmente no se requiere el uso de preservativos.

2). Bebidas sin carbonatación.

a) En las bebidas sin carbonatación, hechas con los sabores tipo jugo fresco, se recomienda el uso de 0.10% de benzoato de sodio en la bebida terminada.

b) En las bebidas sin carbonatar, hechas con los sabores que no contiene jugos, normalmente se recomienda el uso del 0.05% de benzoato de sodio en la bebida terminada.

USO DEL BENZOATO

El benzoato de sodio es un conservador efectivo cuando la bebida es distintivamente de tipo ácido. Debe tener un valor pH de 4.5 o menos. En algunos tipos de bebidas es necesario agregar de 1/4 a 1/2 de solución ácida a cada galón de jarabe a fin de dar a este una acidez suficiente para que la acción del benzoato sea efectiva.

SOLUCION DE BENZOATO DE SODIO

Se aconseja usar el benzoato de sodio en hojuelas, ya que estas se disuelven más fácilmente.

Por lo general, la solución de benzoato de sodio se prepara disolviendo 1 lb. (0.454 kg) del producto tipo

seco, en suficiente agua para hacer un galón (3.785 l) de solución.

#### METODOS DE PREPARACION DE JARABES

Hay dos métodos para la preparación de jarabes, el procedimiento en frío y el procedimiento en caliente.

El procedimiento en frío consiste en mezclar el azúcar, con el agua a temperatura ambiente. Este procedimiento no permite esterilizar el jarabe.

El procedimiento en frío sin ácido se emplea generalmente cuando se condimenta y embotella el jarabe en unas cuantas horas, ya que este se descompone con facilidad.

El procedimiento en frío con el ácido añadido es el método empleado cuando se requiere almacenar jarabe.

El procedimiento en caliente con ácido tiene la ventaja de que esteriliza el jarabe y es un método apropiado para disolver el azúcar. Generalmente se emplea este método para calentar los ingredientes. El cual consiste en añadir una onza fluida de solución de ácido cítrico de 50% por galón de jarabe calentado a 190 °F (88°C) y dejando enfriar. Este método tiene la desventaja de que no permite con rapidez la

inversión y por que se requieren temperaturas muy elevadas para esterilizarlo adecuadamente.

### JARABE SIMPLE

Se prepara a partir de cantidades bien definidas de agua y azúcar refinada de primera.

Los concentrados se empaacan en diferentes unidades designándose esta por el número de litros de jarabe "X" que producen al mezclarse con la cantidad correcta de jarabe simple.

El jarabe simple debe prepararse siempre en las cantidades exactas necesarias para la unidad de concentrado que se vaya a usar. No debe prepararse en grandes cantidades ni permitir que dure varios días antes de convertirlo en jarabe terminado, puesto que puede fermentar o contaminarse en alguna otra forma.

Para preparar el jarabe simple el operador debe:

- 1). Medir el agua con exactitud
- 2). Pesar el azúcar con exactitud

1). Medición del agua.

Báscula. EL método mas exacto en la medición del agua es este, ya que de esta manera no se introducen errores por cambio de volumen debido a la temperatura.

Para esto se instala sobre una plataforma de una báscula el tanque de jarabe simple, el cual debe de estar tarado. A continuación de agrega el agua que necesita el proceso, apuntándose dicho peso. Este proceso se puede hacer automático y también se puede usar para medir la cantidad de azúcar necesaria.

Este método es de gran exactitud y no de errores debidos a cambios de volumen o inclinaciones del tanque.

2). Peso de azúcar.

No se usan los valores que están estampados en los sacos de azúcar, sino que se tiene que hacer lo siguiente:

Se pesa el número de sacos necesarios, posteriormente se pesan los sacos vacíos y se agregará esta cantidad de azúcar al tanque.

Al agregar el azúcar al agua, se tiene que iniciar

la agitación ya que, de no ser así, se puede depositar el azúcar en el fondo del tanque. Si el agua se pesa en un tanque el cual se encuentra en la plataforma de una báscula, se puede agregar el azúcar en este hasta alcanzar el peso correcto de azúcar (además del peso del agua). Este tipo de tanque es muy usado ya que es muy práctico y exacto. La agitación del tanque continuará hasta que se disuelvan totalmente los cristales de azúcar. Por lo general, esta operación dura 20 minutos. Después de este tiempo, el jarabe simple estará listo para filtrarse.

#### FILTRACION DE JARABE SIMPLE

El jarabe simple por lo regular contiene partículas extrañas a este, por lo cual deberá filtrarse. Las plantas embotelladoras, usan el filtro de platos ya sea horizontales o verticales.

Un filtro consiste en un número de platos, cada uno de los cuales tiene una tela metálica la cual lleva por objeto soportar un papel filtro o lona, que envuelve la tela metálica.

El líquido para ser filtrado fluye sucesivamente a través de una capa de filtro-ayuda, un papel filtro o lona, una tela metálica y luego para el desagüe. Las armaduras

de los filtros de platos verticales son cuadrados de metal hueco, lo cual sirve como espacio entre los platos. Estas proveen espacio para la torta de filtro, dejando un hueco para que pase el líquido.

Los platos de un filtro horizontal están contruidos de tal manera que hacen la función de armaduras y platos de un filtro vertical, de tal manera que no haya armaduras en un filtro de platos horizontal.

El líquido no pasa a través de todos los platos en sucesión como se supone, sino que este fluye únicamente por la capa de filtro-ayuda, un papel o tela metálica y luego pasa al desagüe. Por lo tanto el líquido está siendo filtrado simultaneamente por todos los platos. El área de filtración del filtro es igual a la suma de las áreas de todas las telas metálicas. Los platos de un filtro de platos verticales tiene tela metálica en ambas caras y el líquido fluye de ambos lados.

En un filtro de platos horizontales, la capa de filtro-ayuda se pega por gravedad: por lo tanto, el proceso de filtración puede ser interrumpido sin que exista problema. Este tipo de filtro desagua más completamente al término de la operación.

En el jarabe simple filtrado deben verificarse clari-

dad, sabor, olor y densidad. Una vez comprobado a satisfacción se debe proceder inmediatamente a transformación a jarabe terminado y por ningún motivo debe permanecer como jarabe simple sin filtrar o filtrado de un día, para otro, sin ser transformado a jarabe terminado. La razón de estas necesidad se debe a la enorme proliferación de microorganismos que se desarrollan en el jarabe simple.

#### JARABE TERMINADO

Para la preparación del jarabe terminado se deben seguir las instrucciones de mezclado con toda exactitud, a partir del jarabe simple filtrado, añadiéndole la base de bebida o concentrado a través de un cedazo de acero inoxidable de 60 mallas por pulgada con objeto de retener partes solidas que después se incorporan debidamente. La agitación de los jarabes terminados debe durar normalmente una hora, lo cuala segura una homogenización completa de sus ingredientes.

En las diversas fases de mezclas se introducen muchas burbujitas de aire que suben lentamente a la superficie. Generalmente son suficientes 4 horas de reposo para permitir que escape este aire, pero el tiempo varia con la temperatura del jarabe. Los tanques de los jarabes simple o terminado, deben mantenerse bien cubiertos siempre, deben ser de acero inoxidable o en su defecto deben estar pintados con resinas

epóxicas.

Si no se da tiempo de que escape el aire entre mezclado, baja la retención de gas carbónico, decompensa la proporción jarabe-agua y puede haber formación de espuma en las máquinas llenadoras. Por eso, es necesario evitar la introducción innecesaria de aire en el jarabe durante el proceso, debiendo ponerse en movimiento las aspas del agitador, solo cuando están cubiertas con jarabe, y en caso de pasar jarabe de un tanque a otro, el jarabe debe de dirigirse de manera que resbale por las paredes laterales del tanque, en lugar de que choque directamente con él.

En los jarabes terminados deben verificarse la aparición, densidad, sabor y olor, después de reposados. Una vez aceptados se procede a su empleo.

Es bastante frecuente almacenar los jarabes terminados en tanques madrina o que permanezcan sin embotellar de un día para otro en estos casos pueden formarse capas de diferente densidad, presentando problema de estratificación, que afecta la homogeneidad de el producto terminado. Para evitar este problema es preciso que se agiten de cinco a diez minutos antes de comenzarlos a embotellar. Hay que recordar que los jarabes terminados deben embotellarse inmediatamente después de su reposo, para evitar en lo posible la pérdida de sus

características organolépticas.

Por lo tanto la preparación de jarabe terminado se reduce a cinco pasos:

1) Mezclar azúcar puro y agua tratada en las cantidades especificada para formar jarabe simple.

2) Pasar el jarabe simple a través de un filtro a un segundo tanque.

3) Añadirse el concentrado al jarabe simple filtrado y mezclar por una hora.

4) Determinar la gravedad específica y el sabor para asegurarse que el jarabe está de acuerdo con las normas aprobadas.

5) Dejar reposar el jarabe terminado el tiempo suficiente para permitir que escapen las burbujas de aire.

Los equipos y accesorios usados en la preparación de jarabes deberán estar hechos de los siguientes materiales.

Tuberías y tanques del jarabe ..... acero inox.

Coladores, embudos y cubos de jarabe ..... acero inox.

Mangueras del jarabe .....	hule
Fregadero .....	acero inox.
Filtro y bomba (jarabe simple) ....	bronce, aluminio, acero inox.
bomba (jarabe terminado) .....	acero inox.

#### EQUIPOS PARA LA PREPARACION DE JARABES

Todas las unidades empleadas para preparar los jarabes deben incluir las siguientes características.

1. Construcción sanitaria
2. Fuerza mecánica

Los tanques para preparar los jarabes deben ser de construcción sólida y de un metal grueso para evitar deformaciones con el uso. El tanque mismo debe ser perfectamente redondo para facilitar su limpieza.

Los mecanismos de los revolvedores deben ser de un diseño especial que facilite su limpieza y estar equipados con cojinetes cubiertos para evitar que los lubricantes se mezclen con el jarabe.

Para preparar el jarabe en caliente, el calentamiento se hace en calderas (tanques) con camisas de vapor en los serpentines.

Los tanques para almacenaje de jarabe requieren las mismas características de los equipos para elaborar el jarabe.

Las tuberías para el jarabe son mejores cuando están revestidas con algún material liso. Si estas tuberías no son rígidas, entonces se deben sostener con varilla de acero para evitar deformaciones.

Las bombas para los jarabes son de cojinetes de balines equipados con motores eléctricos y en algunos casos se utilizan bombas de movimiento alternativo.

## SALA DE JARABES

### Ubicación adecuada.

Se recomienda que la sala de jarabes este situada tan cerca de la máquina llenadora como sea posible. Esto permitirá al industrial emplear tuberías y conexiones más cortas y movimientos más eficientes de los jarabes.

### Paredes y Techo.

Es preferible que la sala de jarabes quede separada del resto de la planta por medio de paredes y puertas sólidas. Estas deben ser de construcción lisa, impermeable a la acción de la humedad. Con frecuencia se emplean azulejos lisos, pero una tabla de composición cemento-asbesto resiste la acción

de la humedad.

#### Ventanas y Puertas.

Se debe tener cuidado que todas las ventanas puertas estén protegidas por una malla de alambre de cobre, de abertura finísimas y las puertas deben de abrirse hacia afuera.

#### Alumbrado.

Es conveniente que este departamento cuente con buen alumbrado natural luz de día, suplementado con luz artificial.

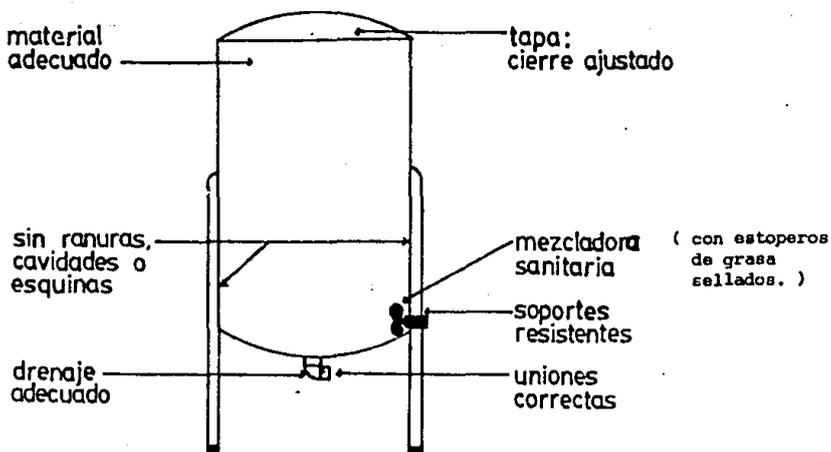
El alumbrado apropiado se obtiene mediante la instalación de ventanas que sean equivalentes por lo menos un décimo del área del piso e iluminación eléctrica adecuada, más el uso de paredes pintadas con tonos claros.

#### Ventilación.

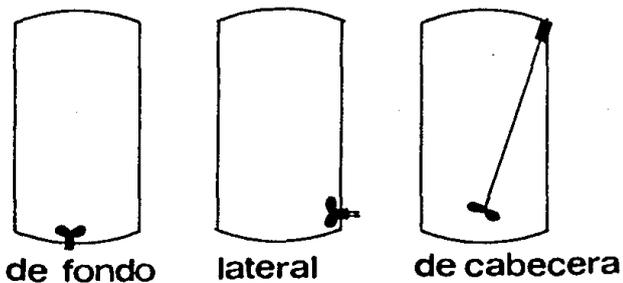
El polvo y los organismos pueden removerse mediante la filtración del aire, esto es un proceso simple ya que el aire que entra a la sala debe pasar solo a través de secciones especiales que están protegidas con filtros de aire. Los cuales consisten de lona de vidrio, conijillos de algodón etc.

Para obtener una buena ventilación y un cambio comple-

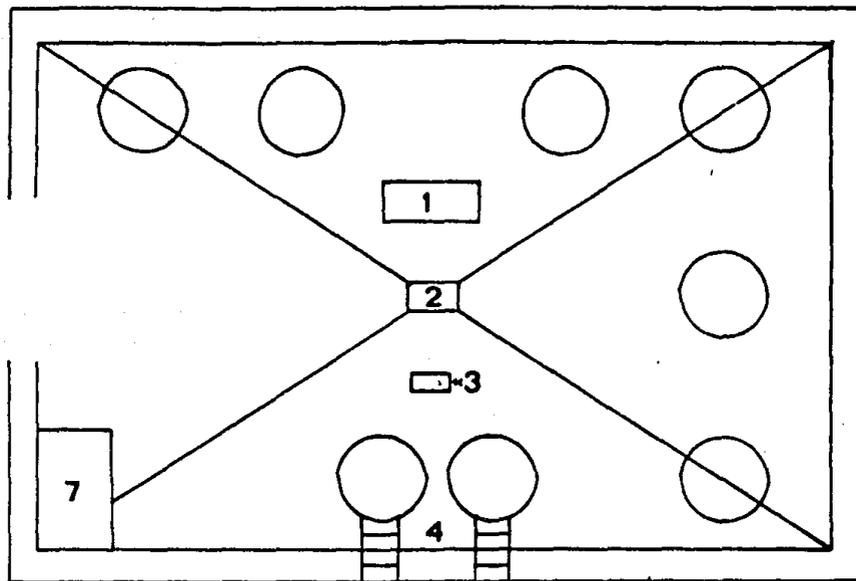
to de aire en la sala de jarabes, se recomienda que el aire de la sección se cambie completamente cada 10 minutos.



## MEZCLADORES PARA EL JARABE.



# SALA DE JARABES.



- 1- Bomba de desviación
- 2- Desagüe
- 3- Bomba de alimentación
- 4- Tanque de mezclas

- 5- Vertedor de azúcar
- 6- Plataforma p/ vaciar azúcar
- 7- Gabinete para pruebas

### CAPITULO III

#### CARBONATACION

- a) GENERALIDADES
- b) OBTENCION Y FUENTES NATURALES DE CO<sub>2</sub>
- c) CARBONATADORES
- d) DIFICULTADES DE LA CARBONATACION
- e) RENDIMIENTO DE LA CARBONATACION

### CAPITULO III

### CARBONATACION

#### a) GENERALIDADES

La carbonatación consiste en disolver gas carbónico en agua a presión igual a una atmósfera y a  $60^{\circ}\text{F.} \overset{\circ}{\sim} 15^{\circ}\text{C.}$

El agua absorbe un volumen igual de gas carbónico. Para lograr una mayor disolución del gas es necesario efectuar cambios en la presión o bien en la temperatura. Entendiéndose que a una mayor presión y menor temperatura se disuelve una mayor cantidad de  $\text{CO}_2$ .

El objetivo principal de la carbonatación es el de acentuar el sabor en el producto terminado, hacerlo más atractivo a la vista y prolongar su duración, ya que el gas carbónico inhibe el desarrollo de la mayor parte de los microorganismos evitando que estos descompongan el refresco.

Cuando el gas carbónico se disuelve en el agua, existen cantidades variables de aire. El aire interfiere para la concentración correcta de el volumen de gas, por lo que debe eliminarse

Desareación: Por este proceso se elimina el aire del agua. La deareación mejora la carbonatación y el proceso de llenado.

Ventajas del proceso de desareación.

- Aumenta la eficiencia de carbonatación.
- Disminuye la formación de espuma en la llenadora.
- Aumenta la retención de gas carbónico.

b) OBTENCION Y FUENTES NATURALES DE CO<sub>2</sub>

El bióxido de carbono existe en la naturaleza en forma de vapor. En el agua dulce a 20°C se encuentra en proporción de 2.6 por cada 10,000 volúmenes de agua. El CO<sub>2</sub> se produce constantemente por la respiración de los mamíferos, por la combustión, fermentaciones y putrefacciones vegetal o animal.

Secuencia en la obtención industrial.

Obtención industrial.

1. La fuente puede ser: combustión de coque, petróleo, diesel, o gas natural.

También se puede obtener como subproducto en fábricas de: Abonos nitrogenados, y amoníaco.

2. Lavado y enfriamiento de los gases.

3. Absorción de  $\text{CO}_2$  por medio de una solución alcalina de carbonato de sodio o potasio.

4. Liberación del  $\text{CO}_2$  del agente absorbente por calentamiento.

5. Purificación.

6. Compresión.

7. Secado.

8. Licuefacción de  $\text{CO}_2$

Absorción de gas carbónico en el agua.

Los volúmenes de gas carbónico que se pueden disolver en una determinada cantidad de agua pura depende de:

- la presión del gas sobre la superficie del agua.
- la temperatura del agua.

El agua a la temperatura de  $60^\circ\text{F}$  ó  $15.5^\circ\text{C}$  y una ATM de presión disuelve un volume de  $\text{CO}_2$ , dos volúmenes a la presión de dos atmósferas y tres volúmenes a la presión de tres atmósferas, etc.

#### d) CARBONATADORES

Los carbonatadores tienen como función, disolver el gas carbónico en el agua y abastecer la máquina llenadora con un flujo continuo de agua carbonatada.

Para que el carbonatador pueda operar satisfactoriamente se requiere que:

1. El agua suministrada sea de buena calidad.
2. Las demandas de agua y gas se satisfagan.
3. Que se mantenga la máquina en condiciones mecánicas y sanitarias adecuadas.
4. Que se controlen la temperatura del agua y la presión del gas.

El uso de alta presión da como resultado una solución anormal e inestable, ya que cuando la presión contenida en la botella, cambia a la presión atmosférica en el proceso de la llenadora, hay una pérdida considerable del gas, la cual se atribuye a la gran diferencia de presión entre el carbonatador y la atmósfera combinando así, condiciones que dificultan la carbonatación.

La carbonatación apropiada se logra con dos principios los cuales son: 1) Rociado y 2) Tiempo.

### Rociado.

El agua se expulsa en chorros muy finos y se deja caer a través de una atmósfera de gas carbónico hacia adentro del cuerpo de la máquina carbonatadora. El rociador aumenta la cantidad de superficie del agua expuesta al gas carbónico, y a través de este método de absorción de gas se efectúa con mayor rapidez la carbonatación.

### Tiempo.

El tiempo que permanece el agua en la atmósfera de gas carbónico, es importante para cualquier procedimiento de carbonatación. El tiempo en sí, sin los procedimientos suplementarios de rocío y agitación, no puede producir en agua carbonatada satisfactoria.

En carbonatadores de grandes capacidades la carbonatación se logra usándose un proceso de absorción que consiste en lanzar una cascada de agua en forma de lluvia fina por encima de unos platos colocados en la parte inferior del cuerpo del carbonatador dentro de una atmósfera de gas carbónico.

### e) DIFICULTADES EN LA CARBONATACION

Existen varias causas por las cuales puede haber una mala carbonatación:

1. Sustancias extrañas en el carbonatador.
2. Mal mantenimiento.
3. Sobre calentamiento del gas.
4. Tuberías del gas demasiado pequeñas.
5. Carbonatador de poca capacidad.
6. El regulador esta sobre-cargado.

Sustancias extrañas en el carbonatador.

Puede ser causa de una solución inestable. El aceite o la grasa, aún en pequeñas cantidades, interfieren para una buena carbonatación.

Mal mantenimiento.

El carbonatador tiene que mantenerse en buenas condiciones y para esto se recomienda seguir en plan de mantenimiento preventivo.

Algunas de las causas más comunes de una mala carbonatación.

- Las aspas del agitador flojas.
- La cabeza del pulverizador a los conductos distribuidores del agua están tapados.
- Las válvulas de retención del gas no trabajan bien

- Fugas en la válvula de retención de agua, permitiendo así que el agua carbonatada se regrese al tanque de aprovisionamiento.

- El control de nivel de agua no trabaja bien, teniendo niveles muy altos o bajos.

- Los empaques de la bomba están flojos, permitiendo entrar aire al sistema.

- Desgaste de los empaques o partes de la bomba, causando un flujo insuficiente al carbonatador durante una operación intensa.

#### Sobrecalentamiento de gas.

Si el gas se sobre-calienta, se expandirá hasta que las tuberías no lleven la suficiente cantidad de él, al carbonatador. Este resultado será el mismo cuando las tuberías son de diámetro reducido.

#### f) RENDIMIENTO DE LA CARBONATACION

Se llama rendimiento de carbonatación a: El número de cajas de producto, que se carbonatan por kilo de gas carbónico.

Por tanto mientras mayor sea el rendimiento de carbonatación será menor el costo por caja.

Por lo cual se hace todo lo posible para corregir cualquier cosa que cause pérdidas o desperdicio de gas.

El rendimiento de la carbonatación mejora con:

- Inspecciones frecuentes de la tubería de bióxido de carbono, para eliminar las fugas.

- Limpiar las válvulas llenadoras.

- Eliminar todo el aire del carbonatador, al empezar las operaciones de cada día.

- Llevar registros exactos, anotar el bióxido de carbono comprado, las cajas producidas; la presión en el carbonatador y la temperatura del agua.

#### METODO DE CALCULO PARA RENDIMIENTO DE CO<sub>2</sub>

1. Capacidad total de la botella en onzas fluidas hasta la corona, multiplicada por botellas en caja, igual a onzas fluidas por caja.

2. Como hay 128 onzas fluidas en un galón: las onzas fluidas por caja divididas por 128 suministran el número de galones por caja.

3. Entonces, como hay 7.5 galones en un pie cúbico. Los galones por caja divididos por 7.5 igual a pie cúbicos por caja.

4. Cada libra de gas produce 8.5 pies cúbicos a la presión atmosférica y a una temperatura de 50°F. Por lo tanto el peso de gas en un tambor (50 libras) multiplicado por 8.5 (425) dividido por pies cúbicos por caja, es igual al número de cajas embotelladas a 1.0 volúmenes. (\*)

5. Número de cajas a 1.0 volúmenes dividido por el volumen específico, es igual al número de caja que pueden esperarse de 50 lb. de gas.

Ejemplo:

Cuantas cajas de botellas de 12 onzas, carbonatadas de 3.6 volúmenes pueden ser embotelladas de un tambor de 50 lb. de gas.

(\*) Los volúmenes de gas están a las siguientes condiciones:  
-60 F ó 15.5 C  
-Presió 1 atm.

$(12 \frac{1}{2} * 24) / 128 = \text{galones por caja}$   
 $\text{galones por caja} / 7.5 = \text{ft}^3 \text{ por caja}$   
 $(8.5 * 50) / \text{ft}^3 \text{ por caja} = \# \text{ de cajas a 1.0 volúmenes}^{(*)}$   
 $\# \text{ de cajas a 1 V.} \times 90\% / 3.6 = \# \text{ de cajas de botellas de 12 pz.}$

Este método de cálculo se basa en la teoría de que una lb. de gas carbónico líquido de 8 1/2 ft<sup>3</sup> de gas a presión atmosférica y una temperatura de 60°F. En el tambor queda una pérdida calculada estimada como 10% tomándose también en este porcentaje el llenado y la carbonatación como la habilidad del operario. Estas cifras son simplemente aproximaciones.

(\*) Los volúmenes de gas están a las siguientes condiciones:

- 60 F ó 15.5 C
- Presión 1 atm.

## PURGA DEL CARBONATADOR AL ARRANCAR

Después de que el carbonatador ha estado inactivo durante la noche, contendrá una cantidad considerable de aire caliente. Se recomienda antes de iniciar la operación diaria, purgar y enfriar el equipo.

1.) Cierre la válvula surtidora de gas carbónico.

-Cierre la válvula de salida del agua carbonatada.

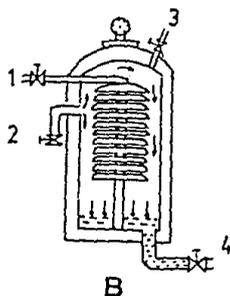
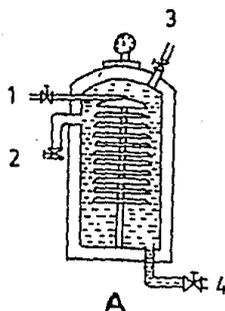
-Abra la válvula de escape.

**A**

1. Entrada de agua (abierto)
2. Válvula de  $\text{CO}_2$  (cerrada)
3. Escape (abierto)
4. Salida de agua (cerrada)

**B**

1. Entrada de agua (cerrada)
2. Válvula de  $\text{CO}_2$  (abierta)
3. Escape (cerrado)
4. Salida de agua abierta al drenaje



-Deje que entre agua fria al carbonatador.

-Cuando este lleno completamente, saldra el agua por la válvula de escape.

-Cerrar la válvula de entrada del agua.

2.) Cierre la válvula de escape.

-Abra la válvula surtidora de gas carbónico y la válvula de drenaje.

-Deje que la presión del gas carbónico saque el agua del carbonatador al drenaje.

-Cierre la válvula de drenaje cuando el carbonatador este vacio.

3.) El carbonatador ha quedado lleneo con gas carbónico y esta listo para operar.

CAPITULO IV  
CONTROL DE CALIDAD

a) OBJETIVO

b) TECNICAS DEL CONTROL DE CALIDAD

c) PRUEBAS DE JARABE TERMINADO

1.- PRUEBAS DE SABOR

2.- PRUEBA DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA

d) PRUEBAS DE AZUCAR

1.- COLOR

2.- SABOR

e) LAVADO DE BOTELLAS

1.- PREINSPECCION

2.- OPERACION DE LA LAVADORA

3.- INSPECCION DE BOTELLAS LAVADAS

4.- ENJUAGUE FINAL Y SABOR

f) DIAGRAMA DE FLUJO

## CAPITULO IV

### CONTROL DE CALIDAD

#### OBJETIVOS

- Controlar la calidad para evitar que se produzcan defectos o alteraciones en las normas de calidad del producto.
- Utilizar aparatos y medios que intervienen en el proceso.

#### TECNICAS DEL CONTROL DE CALIDAD

Para aplicar el control de calidad en una planta embotelladora, es necesario:

1. Fijar metas
2. Considerar el personal necesario
3. Implantar un plan sencillo de organización.
4. Considerar el tiempo necesario para aplicar el programa.

#### 1. FIJAR METAS.

Se debe reducir en cada etapa del proceso los errores que bajan la producción y la calidad del producto. Aumentándose con ella la eficiencia.

2. Considerar el personal necesario.

3. Implantar un plan sencillo de Organización.

No es posible obtener una buena calidad si las máquinas no trabajan satisfactoriamente.

PRUEBAS DEL JARABE TERMINADO

1. PRUEBAS DEL SABOR

a.) Verter 30 c.c. de jarabe terminado X en un vaso, añadir 163 c.c. de agua carbonatada y agitar, no debe usar hielo ni tampoco enfriar el agua carbonatada. Los sabores extraños pueden notarse con mayor facilidad cuando el refresco está a la temperatura ambiente.

b.) Probar la bebida, si hay alguna duda respecto al sabor, hacer que otros la prueben y den su opinión.

c.) Si resultan algunos olores ó sabores extraños, el jarabe deberá ser analizado por un químico, ya que entre el público consumidor es seguro que algunos noten cualquier variación del sabor y el aroma usuales, y es más económico perder una unidad de jarabe que perder clientes.

## 2. PRUEBA DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA

La gravedad específica de un líquido es la relación de su peso de un volumen igual de agua a una temperatura dada. La gravedad específica de un jarabe que se compone principalmente de azúcar y agua, es un índice de la proporción de estos dos ingredientes. Por lo tanto, la gravedad específica del jarabe se mide para asegurarse de que se han usado las proporciones correctas de Jarabe y agua.

El método mas sencillo y más rápido de medir la gravedad específica de un líquido consiste en usar un hidrómetro, que desplaza un volumen de líquido igual en peso al peso de la parte del hidrómetro que se sumerge.

El hidrómetro más comunmente usado para estos jarabes es el hidrómetro Brix y las mediciones hechas con él, siempre se expresan en grados Brix.

Los líquidos se dilatan a medida que aumenta su temperatura y se contraen cuando esta disminuye. Por lo tanto un líquido caliente pesará menos, que un líquido frio, y su gravedad específica será menor; por lo tanto, la gravedad específica de un líquido, determinado con un hidrómetro depende de la temperatura del líquido. Para poder comparar las diferentes gravedades específicas y para darles un sentido, debe fijarse

una temperatura de referencia. La temperatura que se usa como patrón de referencia cuando se mide la gravedad específica del jarabe con un hidrómetro Brix es 20°C.

Como generalmente no es práctico calentar o enfriar un gran volumen de líquido hasta que su temperatura sea exactamente 20°C, los hidrómetros están provistos de una tabla de corrección de manera que la lectura de la gravedad específica puede tomarse a cualquier temperatura y corregirse después a 20°C. Si la temperatura del jarabe es mayor de 20°C., la corrección se añade a la lectura observada, si la temperatura es menor a 20°C. la corrección se resta.

El cuerpo de muchos hidrómetros contiene un termómetro, y una escala de corrección de manera que esta puede leerse a la altura de la columna de mercurio. Algunos hidrómetros no contienen termómetros, en cuyo caso se usa el termómetro por separado.

## AZUCAR

El azúcar usada en la preparación de jarabe debe ser blanca, refinada, granulada y con bajo contenido de impurezas. El azúcar de un envío nuevo debe analizarse para certificar su calidad.

### Pruebas.

#### 1.- Color.

El jarabe preparado deberá ser líquido incoloro. Un teñido amarillo o café indica la presencia de melasas.

#### 2.- Sabor.

Debe persistir unicamente el sabor. Sabores a melasas, u otro sabor extraño, afectan la calidad del producto.

#### 3.- Olor.

El jarabe deberá ser completamente inodoro. Los olores extraños son fáciles de detectar cuando la solución se calienta.

### LAVADO DE BOTELLAS

El lavado de botellas asegura envases limpios y atractivos.

Etapas en el lavado de botellas:

- Pre-inspección.
- Operación de lavadora.
- Inspección de botellas lavadas.

### Pre-Inspección.

En esta etapa se separan botellas que no son lavables es decir aquellas que estan rotas o despostilladas, tapadas, con popotes en su interior o están manchadas con pintura, óxido, cemento, etc.

### Operación de la lavadora.

Consiste en un tratamiento eficiente para lavar, limpiar las botellas.

### Inspección de botellas lavadas.

La inspección se lleva a cabo después de la descarga de la lavadora y antes de la llenadora.

### Ventajas de una buena pre-inspección

- Aligera el trabajo de los inspectores de botellas lavadas.
- Evita paros innecesarios.
- Baja el consumo de sosa caustica.
- Prolonga la vida de las soluciones.

Otros detalles de la pre-inspección:

- Un equipo adecuado, una correcta instalación, en -  
entrenamiento y supervisión del personal, aumentan  
la eficiencia de esta etapa.

Pre-Enjuague.- Una limpieza previo limpia las botellas de materia suelta.

Compuestos lavadoras y aditivos.

Para obtener buenos resultados en la operación de lavado, los compuestos deben reunir ciertas especificaciones como:

- Ser no corrosivos.
- Tener propiedades lubricantes.
- Poder acondicionar el agua.
- Ser facilmente solubles.

Además de presentar:

- Habilidad humectante.
- Acción emulsificante.
- Acción disolvente.
- Habilidad para el escurrimiento.
- Habilidad para el saneamiento.

ORDEN EN LA LIMPIEZA DE BOTELLAS:

- Se acondiciona el agua
- Se ponen en solución

- Se mantiene el material en solución para aflojar la suciedad.
- Finalmente se escurren completamente.

Con el objeto de mejorar las condiciones del lavado de botellas hay que añadir aditivos a las soluciones caústicas para:

- Mejorar escurrimiento y enjuague
- Ayudar a suavizar el agua
- Lograr una mejor acción emulsificante

Temperatura de las soluciones.

- Para un lavado eficiente la temperatura deberá ser de 130°F - 40°C.

Concentración de las soluciones. Esta se especifica por:

- Los reglamentos de salubridad.
- Las normas de las compañías embotelladoras.

Tiempo de contacto.

Se fija por las normas de cada compañía.

Un tiempo de contacto excesivo puede afectar la presentación del producto debido a:

- El ataque a la superficie de las botellas.
- La capa adicional que se les forma.

Para evitar el tiempo de contacto excesivo:

No se deben dejar botellas dentro de la lavadora durante interrupciones mayores.

#### Enjuague final.

Este procedimiento logra templar las botellas para aumentar la eficiencia.

#### REMOCION DE LA SUCIEDAD

A continuación se describen algunos resultados experimentales. Los resultados solo reflejan el remojo y enjuague.

## EFECTO DE LA LIMPIEZA

(Sólo con remojo)

1. Temperatura
2. Tiempo de inmersión
3. NaOH comparado con un detergente "P" a varias concentraciones.

(Solo con enjuague)

1. Temperatura
2. Tiempo de inmersión
3. NaOH comparado con un detergente "P" y con agua pura.
4. Presión de inyección

## DETERGENTE COMPUESTO

"P" 90% NaOH

9% Tripolifosfato

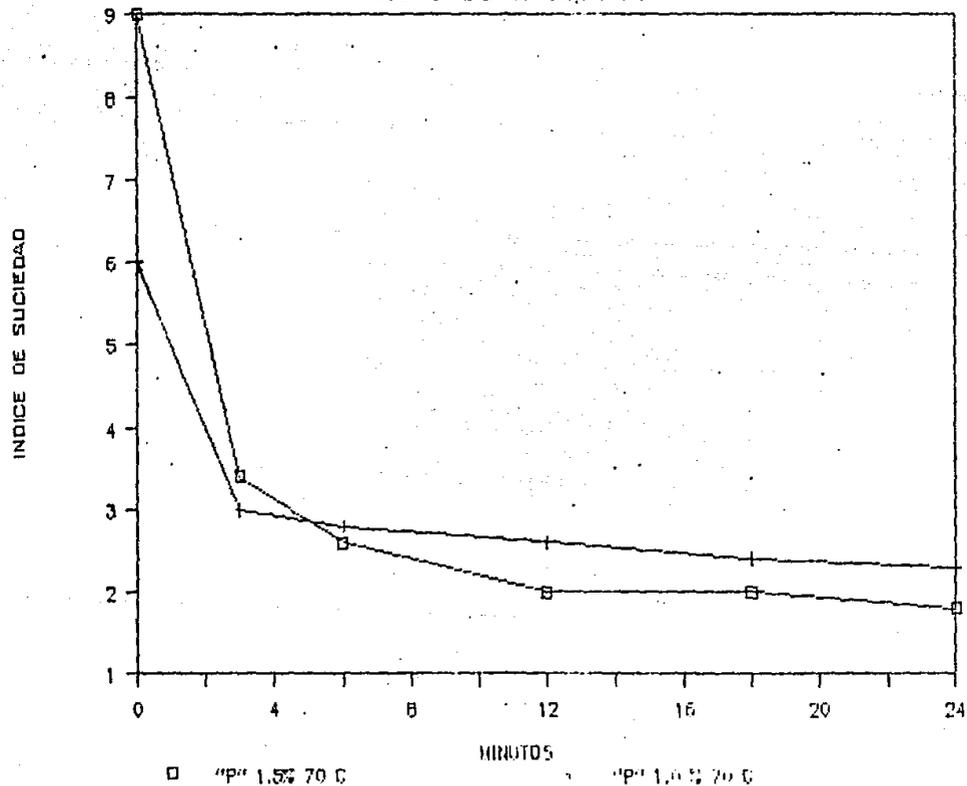
1 % Agente Humectante

Las pruebas demuestran que tanto la temperatura, la concentración y también la composición del agente limpiador influyen considerablemente en el efecto de lavado de envases.

En lo que respecta al tiempo, las botellas no estaban limpias después de 24 minutos de tratamiento a 194°F (90°C) con la inmersión sola. Esto fue verdad con la solución de NaOH y el agente combinado. Así no parece ser práctico llegar a un efecto limpiador satisfactorio con las botellas sucias empleándose sosa (NaOH) o "p" como agente limpiador bajo las

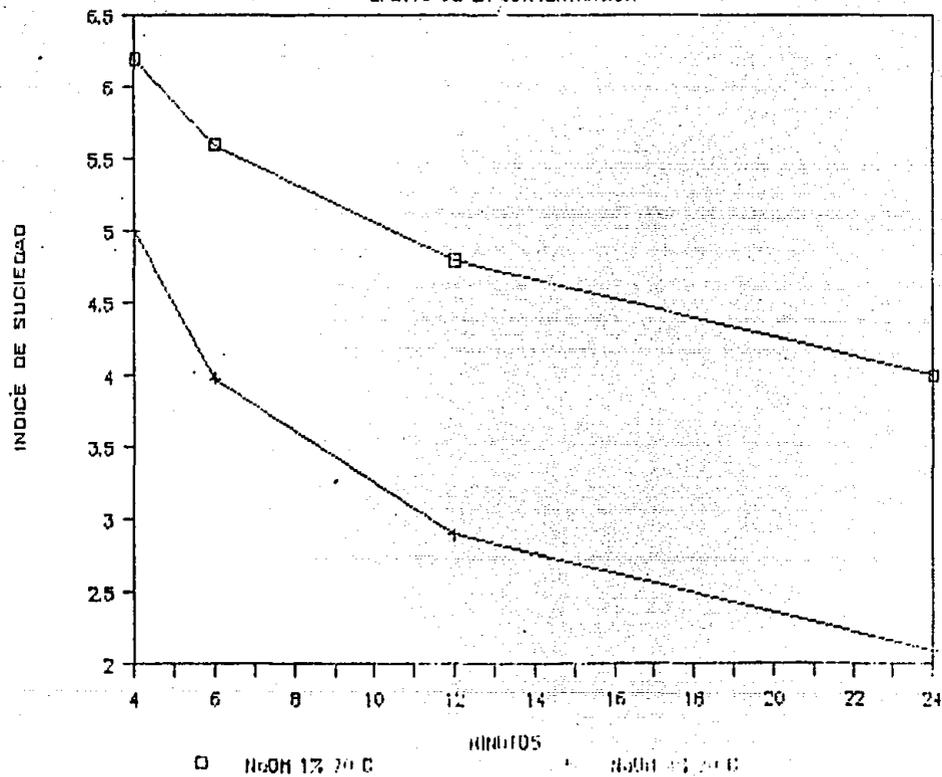
# LAVADO POR INMERSION

EFECTO DE LA CONCENTRACION



# LAVADO POR INMERSION

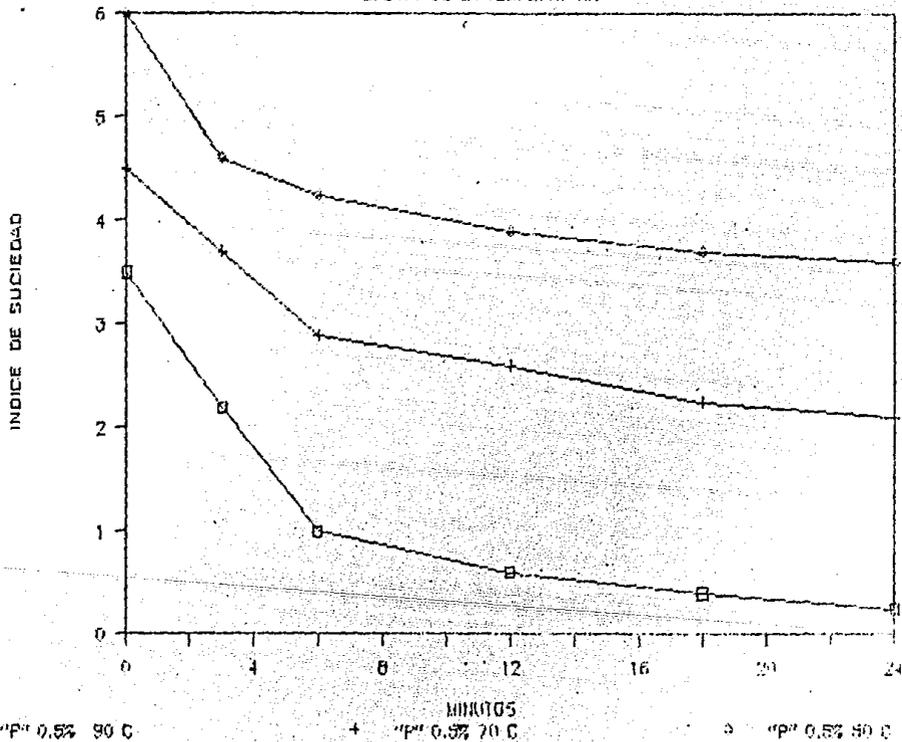
EFEECTO DE LA CONCENTRACION



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

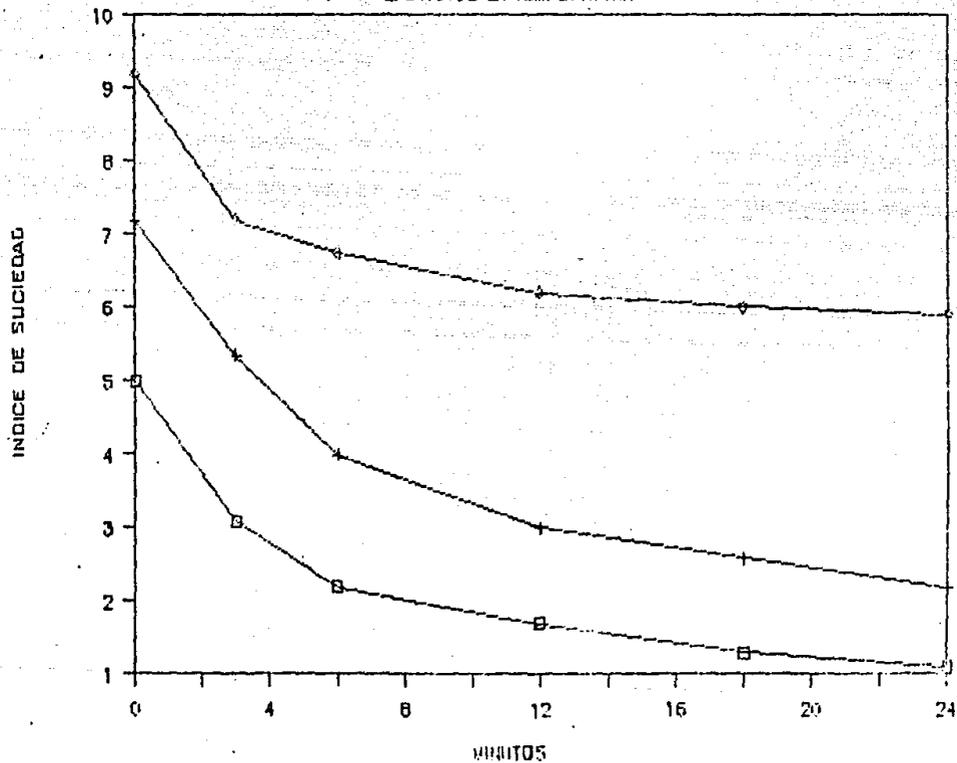
# LAVADO POR INMERSION

## EFEECTO DE LA TEMPERATURA



# LAVADO POR INMERSION

EFEECTO DE LA TEMPERATURA



□ NaOH 4% 30C

+ NaOH 4% 70C

◊ NaOH 4% 90C

condiciones experimentales.

## ENJUAGUE O REMOJAMIENTO

Antes de volver a los experimentos de enjuague, conviene comparar los efectos de la inmersión o inyección de acuerdo con los experimentos.

### Efectos de la inyección.

	Por inyección
Agente limpiador .....	0.5% de "P"
Temperatura de solución .....	158°F (70°C)
Tiempo de tratamiento (min) .....	3
Indice de suciedad después del tratamiento .....	0.1 (limpia)

### Efectos de la inmersión.

Agente limpiador .....	0.5% de "P"
Temperatura de solución .....	194°F (90°C)
Tiempo tratamiento (min) .....	24
Indice de suciedad .....	0.4

## EXPERIMENTOS CON LAVADO POR INYECCION

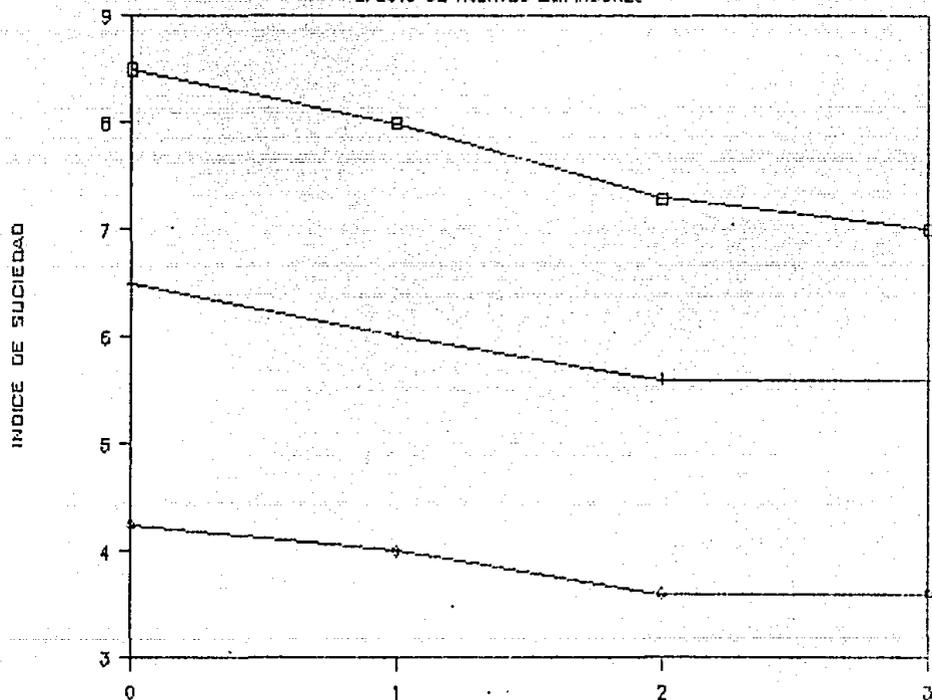
En la figura se condensan los resultados del lavado por inyección de una manera sencilla. Indica la influencia del tiempo de lavado y la presión, así como la concentración y tiempo de material limpiador.

Efecto de agentes limpiadores en el enjuague.

Detergentes	Agua-NaOH 4% P <sup>v</sup> 0.7%
Temperatura	70°C - 158°F
Presión de inyección	0.5-1-2-3 Kg/cm <sup>2</sup>
Tiempo de inyección	1 - 24 minutos
Indice de suciedad	0.2 botellas limpias

# LAVADO POR INYECCION

EFFECTO DE AGENTES LIMPIADORES



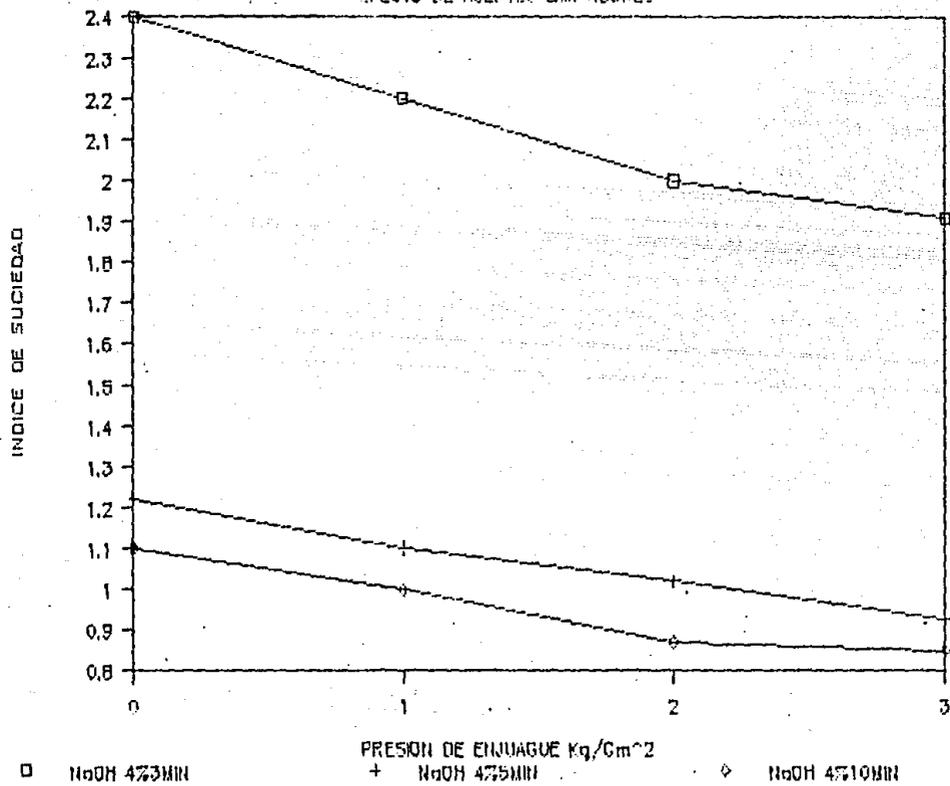
□ AGUA 1 MIN.

+ AGUA 5 MIN.

o. AGUA 24 MIN.

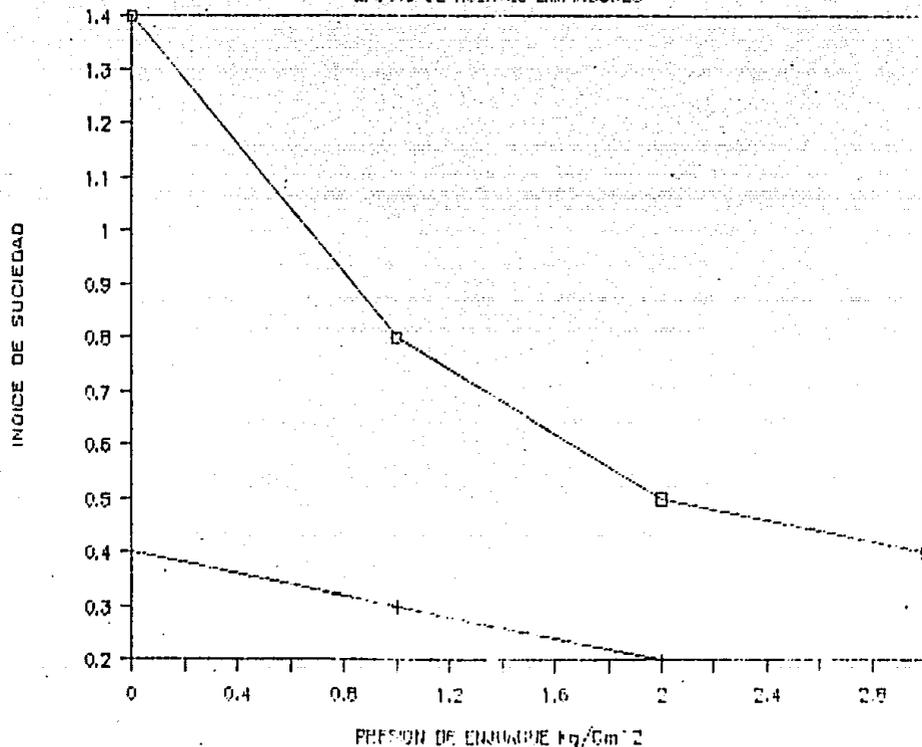
# LAVADO POR INYECCION

EFEECTO DE AGENTES LIMPIADORES



# LAVADO POR INYECCION

EFEECTO DE AGENTES LIMPIADORES



□ "P" 0.1% 1 MINUTO

+ "P" 0.1% 2 a 5 MIN.

## MANTENIMIENTO

Para mantener la lavadora en buenas condiciones de operación hay que implementar un programa de mantenimiento según los siguientes lineamientos:

### Mantenimiento preventivo.

Para evitar paros costosos.

## SINTOMAS DE CONTROL INADECUADO

- Botellas sucias
- Botellas opacas
- Residuos de detergente

### Botellas sucias.

Las botellas sucias se obtienen por:

- Pre-enjuague deficiente.
- Temperaturas bajas
- Concentraciones bajas
- Enjuague final inadecuado.

### Botellas opacas.

Las botellas opacas son el resultado de:

- Tiempo de contacto excesivo.
- Concentraciones elevadas de las soluciones alcalinas.

#### Residuos de detergente.

La presencia de residuos de detergente se puede deber

a:

- Enjuague final deficiente.
- Presencia de cáustico en el tanque de agua fresca.
- Falta de escurrimiento.

#### INSPECCION DE BOTELLAS LAVADAS

El objeto de la inspección de botellas lavadas es enviar a la llenadora botellas limpias y sin daño.

Existen cuatro ventajas en tener inspección de botellas lavadas:

- Razones legales.
- Ayuda a localizar dificultades en la lavadora.
- Disminuye los costos de producción
- Ayuda a mantener uniformidad en la operación del producto.

## EL ENJUAGUE FINAL Y EL SABOR

Después de que las botellas han sido lavadas y saneadas, se deben enjuagar con agua fresca para:

1. Eliminar de las botellas todo residuo de las soluciones lavadoras y enfriarlas.

La sección del enjuague final es el punto donde hay mayores posibilidades de rotura o debilitamiento de las botellas por choque térmico. Para evitar este choque térmico, el juego de chorros del primer enjuague final, tiene que estar dentro de 22°C (40°F) con respecto a la temperatura de la botella.

En los enjuagues finales se necesita una presión suficiente y que los chorros estén bien centrados, para realizar satisfactoriamente la operación.

## LA CAUSA Y LA ELIMINACION DE ESPUMA

la espuma en las bebidas mientras estan en la máquina llenadora o al ser destapadas se origina por:

1. Impureza en el agua.
2. Ajuste químico inadecuado del agua.

### 3. Ajuste inadecuado del equipo.

Los primeros dos problemas pueden controlarse sometiendo al agua a un tratamiento. El tercer problema -el ajuste de la maquinaria- puede eliminarse mediante una válvula de escape de aire colocada en el carbonatador.

Otro de los problemas más comunes de la formación de espuma en las llenadoras, es que el pitón del agua está demasiado abierto, esta hace que el agua entre en las botellas con demasiada rapidez, de esta manera tomando aire y causando espuma al abrir la botella. Este problema es debido a que la llave de la parte inferior de la válvula está mal ajustada, esta debe atornillarse hacia la derecha para bajar la rapidez de llenado en la botella, o hacia la izquierda para aumentarlo.

### DIAGRAMA DE FLUJO

El agua llega de la línea municipal o de un pozo, se bombea al tanque de almacenamiento, de donde pasa a un tanque de sedimentación y se añade sulfato ferroso y cal. A continuación se bombea el agua a los filtros de arena. En la tubería que va hacia los filtros de arena es conectado el clorador, el cual se calibra de tal forma que nos proporcione las p.p.m. requeridas. Una parte del agua que sale de los filtros de arena es mandada a la máquina lavadora y a servicios. La otra

parte se pasa por una ta tanque de carbón activado. (Los datos del equipo anterior se dan en el capítulo I).

Parte del agua ya tratada se pasa al cuarto de azúcar donde es preparado el jarabe simple. Ya preparado éste se filtra en un filtro prensa y se pasa a un tanque donde se deja reposar. En la sala de jarabes se prepara el jaraba terminado (ver capítulo II), que se envía a la sala de embotellado donde pasa a través de un sincrómetro, el cual tiene por objeto hacer la mezcla de los jarabes y el agua produciendose una bebida uniforme.

Otra parte del agua purificada pasa a un filtro de bujías de celulosa para eliminar pequeñas impurezas, luego aun deareador de alto vacío para eliminar el aire que viene mezclado con ella.

El deareador es un tanque de acero cubierto en su interior por una capa de rosina epoxica, la cual dá un terminado vidrioso protector y muy resistente.

En la parte superior del tanque, se encuentran tres canastillas superpuestas, que contienen anillos de porcelana (anillos Rasching) de una pulgada de diámetro por una pulgada de largo, los cuales le separan ó dividen el agua para que la superficie expuesta al vacío sea mayor. El vacío se efectúa

por medio de un compresor el cual está colocado sobre la base del deareador.

El agua tratada, filtrada y purificada, se introduce al deareador a 15 lb/pulgs.' por la parte superior y es distribuida en forma homogénea sobre los anillos de porcelana. El agua deareada es almacenada en la parte inferior del deareador de donde es bombeada hacia el sincrómetro, el cual solo lleva a cabo la mezcla de jarabe y agua.

para el buen funcionamiento de esta máquina, se debe comprobar que el abastecimiento de aire sea adecuado y limpio.

El refresco (sin gas) pasa a el carbonatador (Carbo-Cooler) el cual consta de un sistema de refrigeración.

Del carbonatador es mandado el jarabe a la máquina llenadora.

La máquina llenadora puede tener una velocidad de 125 a 650 b.p.m. con 72 a 84 válvulas.

Estas máquinas constan en la parte superior de una gran olla. De la olla pasa el jarabe a las válvulas de llenado, las cuales son movidas por una mariposa la cual gira cuando entra una botella vacía (abriéndose y al llenarse la botella

(cerrándose). Estas válvulas pasan el refresco a la llamada caña que es un pequeño tubo con un pequeño orificio en la parte inferior por el cual sale el refresco.

La botella es empujada hacia la caña por medio de unos pistones que se encuentran en la parte inferior los cuales son accionados por aire.

Al seguir el flujo de las botellas se ve que éstas entran en la llenadora, introduciéndose una caña en cada botella, gira dentro de la máquina mientras se llena y sale finalmente, pasando a el coronador el cual consta de una serie de pistones los cuales trabajan con aire. Estos toman la corona y al pasar la botella bajan y con la presión se cierran las coronas. El coronador es alimentado de coronas por la parte superior.

Al salir del coronador el refresco pasa a inspección la cual se hace simplemente pasando el refresco a través de un espejo el cual ayuda al operario a la mejor observación de la botella por la parte de atrás.

A continuación las botellas pasan por un contador continuando el camino hacia la máquina empacadora.

Las empacadoras más usadas son máquinas completamente automáticas.

Las cajas entran a la máquina en operación continua, alimentada por un transportador.

A continuación el flujo de botellas es pasado Palletización.

Un pallet esta compuesto de dos partes principales.

- La tarima.
- Las cajas con botellas, ya sean vacias o llenas, que se colocan sobre la tarima.

La tarima se usa para manejar y acomodar todas las cajas vacias o llenas dentro de la planta y fuera de ella.

Como se vé la máquina llenadora tiene dos corrientes de entrada, que son la de jarabe y la de las botellas. Ya se trato la primera, por tanto a continuación se trata de segunda.

Primeramente las botellas que nos llegan son pasadas a la desempacadora la cual realiza la extracción de botellas

Las empacadoras más usadas son máquinas completamente automáticas.

Las cajas entran a la máquina en operación continua, alimentada por un transportador.

A continuación el flujo de botellas es pasado Palletización.

Un pallet esta compuesto de dos partes principales.

- La tarima.

- Las cajas con botellas, ya sean vacías o llenas, que se colocan sobre la tarima.

La tarima se usa para manejar y acomodar todas las cajas vacías o llenas dentro de la planta y fuera de ella.

Como se vé la máquina llenadora tiene dos corrientes de entrada, que son la de jarabe y la de las botellas. Ya se trato la primera, por tanto a continuación se trata de segunda.

Primeramente las botellas que nos llegan son pasadas a la desempacadora la cual realiza la extracción de botellas

por medio de correas trapezoidales sin fin, que aseguran una sujeción firme de las botellas y una nueva colocación de las mismas en la lengüeta de transferencia.

El requisito más importante en una desempacadora, es que su velocidad de descarga sea entre el 15 y 20% más que la velocidad de la lavadora.

Las botellas así desempacadas son puestas en la máquina lavadora.

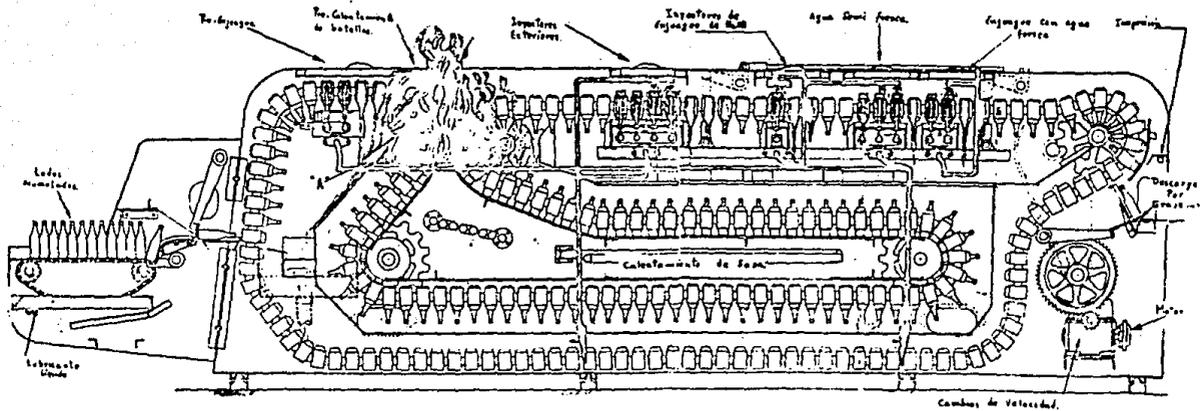
A continuación se dá un diagrama de la máquina lavadora en el que se puede apreciar que las botellas primeramente son sometidas a un pre-enjuague, pasando después por una corriente de vapor. Después pasa a el tanque remojador donde se encuentra una solución de sosa caliente. Posteriormente son pasadas a una serie de boquillas en donde se inyecta primeramente sosa, luego agua semi-fresca y por último agua fresca, saliendo así las botellas de la máquina listas para ser alimentadas a la llenadora. Para el transporte de botellas a la máquina llenadora y de ésta, a la empacadora se usan bandas metálicas sin fin.

La sosa es alimentada desde un tanque elevado donde se hace pasar por un filtro de algodón.

El vapor que se alimenta es tomado de dos calderas una de 100HP. y otra de 125 HP.

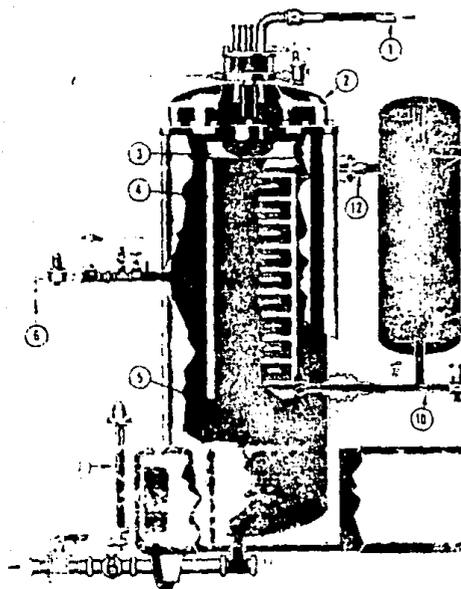
Por otra parte el tanque de almacenamiento de  $\text{CO}_2$  tiene colocado al lado una resistencia la cual nos permite calentar el  $\text{CO}_2$ , pasando así al carbonatador en forma gaseosa.

Los tanques de almacenamiento son aproximadamente de 10,000 litros de capacidad. Estos son de acero inoxidable.



LAVADORA  
DE  
BOTELLAS.

# Principio de Funcionamiento del Carbo-Cooler

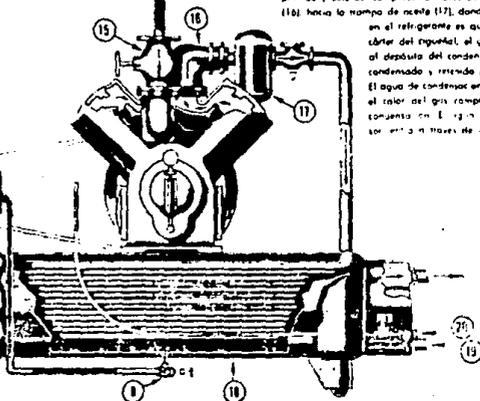


**carbo-cooler**

## FUNCIONAMIENTO DEL CARBO-COOLER

El Carbo-Cooler elabora un producto carbonatado uniformemente, debido al enfriamiento eficiente a 36 F. bajo el cual se controla cuidadosamente una atmósfera de CO<sub>2</sub>.

Durante el funcionamiento la mezcla de agua, en forma de tanque de carbonatación (12) a través de la línea (1) y es distribuida uniformemente sobre las placas enfriadoras de agua (14) por la acción de diáfragma (13). El proceso de enfriamiento y carbonatación es terminado y el producto entra a la cámara (15), donde fluye suavemente hacia la base del tanque de carbonatación y posteriormente a la llenadora (1) CO<sub>2</sub> en la línea de control y pasa dentro del tanque de carbonatación por la línea (8). El nivel del producto es automáticamente controlado por los

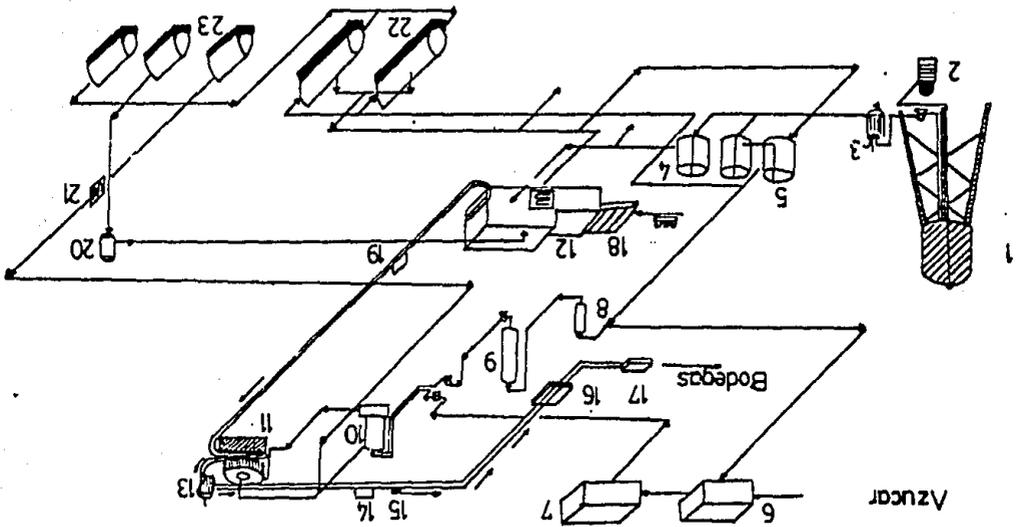


**sistema de refrigeración**

electros localizados en el tubo del Corral de Nivel (7).

## FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE REFRIGERACION

El refrigerante líquido a alta presión sale del depósito del condensador a través de la válvula (15), pasa al calentador (19) y al evaporador (20) una vez que pasa el elevador (1) al lado bajo del sistema de refrigeración, el del depósito (11) es llevado al nivel refrigerante y liberado a través de las placas de enfriamiento (14). Como el refrigerante fluye hacia arriba a través de las placas de enfriamiento parte de éste es evaporado mientras entra el producto que fluye sobre la superficie exterior de las placas. Una mezcla de líquido y vapor entra al depósito del refrigerante a través de la línea (17). Por medio de un diafragma, el líquido es separado del vapor llevado a la base del depósito para ser recirculado (1) vapor entra a la línea de succión (13) en la parte inferior del depósito para a través de la válvula reguladora de la compresión (14) la cual controla la temperatura del refrigerante y así la temperatura del producto. Saliendo al vapor de la válvula reguladora de la compresión, fluye hacia el compresor entrando a través de la válvula de succión (15). El gas es comprimido y sale del compresor a través de la línea de descarga (16) hacia la bomba de aceite (17), donde el aceite condensa en el refrigerante, es quitado y regresado al cárter del evaporador, el gas comprimido entra al depósito del condensador (18), donde es condensado y retenido para su recirculación. El agua de condensación entra por (19) hasta el calor del gas comprimido, originando su condensación en (20) y fluye a través de la línea (20) hacia el evaporador a través de la línea (20).



- 1.-Torre de almacenamiento
- 2.-Bomba
- 3.-Tanque de sedimentación
- 4.-Filtro de arena
- 5.-Purificador con carbón activado
- 6.-Cuarto de azúcar
- 7.-Cuarto de jarabe
- 8.-Filtro
- 9.-Deaerador
- 10.-Carbonatador
- 11.-Llenadora
- 12.-Máquina lavadora
- 13.-Coronador
- 14.-Inspección
- 15.-Contador
- 16.-Empacadora
- 17.-Palletización
- 18.-Desempacadora
- 19.-Inspección
- 20.-Tanque elevado de sosa
- 21.-Resistencia
- 22.-Calderas
- 23.-Tanques de almacenamiento:  $\text{CO}_2$ , NaOH, disel

## CONCLUSIONES

Como se ha podido observar la elaboración de bebidas gaseosas es un proceso simple, el cual consta principalmente de los pasos siguientes: Tratamiento de agua, Preparación de jarabes, Carbonatación, y llenado.

Como en todo producto el control de calidad en las materias primas para la elaboración de bebidas gaseosas son de vital importancia para la obtención de un producto de buena calidad, cumpliendo con las normas de calidad exigidas. Por lo tanto es necesario que se utilicen Azúcares de la mas alta calidad, así como también agua con la menor cantidad posible de impurezas, para obtener el producto de la calidad deseada.

El equipo anteriormente descrito como tanques, filtros, carbonatadores fueron propuestos con la finalidad de optimizar el proceso tanto en eficiencia, calidad, producción y costo.

Las condiciones sanitarias en las plantas embotelladoras son de gran importancia ya que estas deben de apegarse a un programa de saneamiento, para tener una buena calidad en el producto final, sin impurezas tales como algas, y materia orgánica que producen sabor desagradable y descomposición del producto terminado.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Apha Awwa-Wpcf.- Métodos Standar para el Examen de aguas y aguas de desecho. 1970
- 2.- Bebidas.- Azúcar-Materiales andulzantes-Agentes acidulantes Sabores para bebidas-Jarabes-agua-filtros y sustancias filtrantes-Botellas para bebidas. 1985
- 3.- Bebidas.- tratamiento de agua. 1983
- 4.- Bebidas.- Sabores-Colores-Acidulantes-Tratamiento de agua - Filstros y purificación-Carbonatación-Lavado de envases. 1978
- 5.- Bebidas.- Preparación y usos de Jarabes-Cuidado e inspección de botellas. 1983
- 6.- Bebidas.- Algunos aspectos acerca del lavado eficiente de las botellas. 1986
- 7.- Faïres.- Thermodynamics. Macmillan, New York 1978.
- 8.- Maron-Prutton.- Principales of Physical Chemistry. Mcmillan, New York 1986.
- 9.- Manual de fabricante azúcarero. Hte 1976
- 10.- Keenan-Kleinfelter. Química General Universitaria. CECSA 1985.

- 11.- Refrescos en México.- Benzoato de sodio, como prepararlo y como usarlo Marzo - Abril 1984.
- 12.- The soft Drink Bottlers Handbook.  
Beverages.
13. Perry - Chilton. Chemical Engineers' Handbook  
Fifth edition Mc Graw Hill 1985.
14. George G. Brown.- Operaciones Básicas de la Ingeniería  
Química. Editorial Marín, México 1975.
15. Balzhiser-Samuels. Termodinámica para Ingenieros.  
Ed. Prentice hall International 1979.