

2ij 16



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

## ELABORACION DE UN PRODUCTO EN BASE A UNA MEZCLA DE CERVEZA Y UNA BEBIDA CARBONATADA CON SABOR



### TESIS MANCOMUNADA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A N :

HILDA AURORA CARMONA LAGOS

ROSALBA HERNANDEZ VALDEZ

**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.

## I N D I C E

OBJETIVO -----	1
INTRODUCCION-----	3
1. GENERALIDADES-----	6
1.1          Cerveza	
1.1.1        Historia	
1.1.2        Definición	
1.1.3        Clasificación y Tipos de cervezas	
1.1.4        Composición	
1.1.5        Elaboración de cerveza	
1.1.6        Defectos de la cerveza	
1.2          Bebida carbonatada	
1.2.1        Definición y Clasificación	
1.2.2        Materias Primas	
1.2.2.1      Agua	
1.2.2.2      Edulcorantes	
1.2.2.3      Conservadores	
1.2.2.4      Acidulantes y Acidos	
1.2.2.5      Saborizante	
1.2.2.6      Colorantes	
1.2.2.7      Dióxido de Carbono y Carbonatación	
1.2.2.8      Agentes Enturbiantes	
1.2.3        Deterioro	
1.2.4        Envases	
1.2.5        Proceso de elaboración de una bebida carbonatada	
2. DISEÑO EXPERIMENTAL-----	126
2.1          Proceso de elaboración de la cerveza	
2.1.1        Diagrama de bloques para la elaboración de la cerveza	
2.1.2        Control de calidad en cerveza terminada	
2.2          Proceso de elaboración de una bebida Carbonatada con sabor limón	
2.2.1        Diagrama de bloques para la elaboración de la bebida carbonatada con sabor limón	

2.2.2	Control de calidad de la bebida carbonatada con sabor limón	
2.3	Proceso de elaboración de la mezcla cerveza-bebida carbonatada con sabor limón	
2.3.1	Diagrama de bloques para la elaboración de la mezcla cerveza - bebida carbonatada con sabor limón	
2.3.2	Control de calidad en bebida terminada	
2.4	Materiales y Métodos	
2.4.1	Análisis Físicoquímicos realizados a la cerveza	
2.4.2	Análisis Físicoquímicos realizados a la bebida carbonatada con sabor limón	
2.4.3	Análisis Físicoquímicos realizados a la mezcla cerveza-bebida carbonatada con sabor limón	
2.4.4	Métodos Microbiológicos	
3.	RESULTADOS-----	184
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS-----	198
5.	CONCLUSIONES-----	202
	RECOMENDACIONES-----	204
	ANEXO-----	206
	BIBLIOGRAFIA-----	218

**O B J E T I V O**

EL OBJETIVO DE ESTE TRABAJO CONSISTE EN PRESENTAR UNA BEBIDA REFRESCANTE CARBONATADA CON CARACTERISTICAS DIFERENTES A LAS EXISTENTES EN EL MERCADO ACTUAL DEL PAIS.

I N T R O D U C C I O N

Las bebidas carbonatadas son ampliamente consumidas y tienen una gran demanda por las características que presentan como su agradable sabor y su efecto refrescante y mitigador de sed.

Son relativamente baratas y agradables para casi todas las edades.

En los últimos años la industria de bebidas carbonatadas ha tenido gran auge y actualmente México ocupa un segundo lugar en el consumo de este tipo de bebidas.

La cerveza es un producto que cuenta con mucha popularidad por las características particulares que posee, como su efecto saciador de sed y un sabor muy característico. Sin embargo no toda la gente se inclina por el sabor amargo característico de la cerveza.

Es por esta razón que nace el concepto de una bebida innovadora y que consiste en mezclar la cerveza con algo diferente.

La creación de la mezcla cerveza-limonada data de mucho tiempo. Los británicos reclaman el origen de esta bebida. Originalmente esta bebida refrescante, llamada Shandie (Inglaterra) o Panache (Francia) fue preparada en: bares, pubs y en los hogares.

Los primeros Shandies preparados industrialmente aparecen en el mercado del Reino Unido cerca de los años setentas, y actualmente representan un 5.8% del mercado total de las bebidas carbonatadas en Gran Bretaña.

En Francia el Panache conquistó el 6% del mercado de las bebidas carbonatadas con un consumo que subió de 0 a 65 millones de litros en menos de tres años. Adicionalmente los Shandies preparados industrialmente han sido acertadamente introducidos en varios países del mundo.

Actualmente la industria del Shandy cuenta con muchas innovaciones. Se han desarrollado muchas formulaciones con el uso de cerveza regular o cerveza libre de alcohol en combinación con limonadas e inclusive con sabores muy diferentes a la limonada.



La mezcla de cerveza-bebida carbonatada da como resultado una bebida gratamente refrescante, saciadora de sed, con bajo contenido alcohólico y con carácter distinto. Lo cual representa una interesante novedad en el ramo de bebidas.

Teniendo en mente la gran demanda que tienen las bebidas refrescantes en nuestro país, pensamos que sería interesante presentar una formulación de cerveza-bebida carbonatada con sabor limón.

## 1. GENERALIDADES

## 1.1 CERVEZA

### 1.1.1 HISTORIA

La elaboración de cerveza y en general de las bebidas de malta, junto con la elaboración del pan, son quizás las fermentaciones más antiguas pues datan de varios miles de años.

Los documentos escritos más antiguos de China, Egipto y Babilonia datados 6,000 años a. de J.C., ya hacen referencia a la elaboración de cerveza y pan como actividades domésticas normales y paralelas. Según una tabla asiria fechada 2,000 años a. de J.C. la cerveza formaba parte del Arca de Noe.

La primera evidencia de la manufactura de cerveza se remonta a los antiguos Babilonios, fechados de 5,000 a 7,000 años a. de J.C. Pinturas crudas de elaboración de cerveza realizada sobre piedras datan de el período en que las pirámides fueron construidas. Los Babilonios contaban con 18 variedades de cerveza a la que llamaban bousa. La cebada era el cereal que se usaba predominantemente y no siempre era malteado. Al principio era aparentemente un método para la impartición de sabor. Más tarde era practicado tanto en cervecería como en panificación. En algún tiempo la cebada era humedecida y cuando la germinación empezaba, era comprimida fuertemente contra el suelo y se ponía dentro de panes junto con una masa amarga o levadura. Después eran horneados los panes lo suficientemente hasta que se formara la corteza exterior y el interior del pan quedara cocinado. Cuando la cerveza era requerida se rompía el pan y se mezclaba con agua, para dar paso a la fermentación. El líquido era presionado, separado de la masa y cuando la fermentación se terminaba la bebida resultante era llamada boozah o bousa.

Los sumerios alrededor de 7000 años a. de J. C. conocían perfectamente las técnicas de fabricación. La bebida fermentada de los sumerios estaba hecha de trigo y emer, un cereal tipo primario.

Para los antiguos egipcios la cerveza era una bebida importante en la vida diaria. La cerveza de los egipcios era conocida como hek o heqa y se preparaba a partir de cebada malteada y fruta. Los egipcios aprendieron el arte de la elaboración de la cerveza de los babilonios. La cual era utilizada como medicina tanto en Egipto como en Babilonia.

El arte de la elaboración de la cerveza fue pasando por varias culturas como la Griega y la Romana para pasar después a los Celtas, Germanos y Escandinavos.

Los judíos, que aprendieron las técnicas de fabricación durante su cautiverio en Egipto llamaban, mochmetzeth a la cerveza y le atribuían propiedades mágicas y medicinales, entre ellas la protección infalible contra la lepra. La preparaban a partir de harina de malta, agua y pan viejo.

Los chinos preparaban una bebida parecida a la cerveza a partir de granos de cereales. El Samshu era preparado con arroz. El Kin era similar al cerveza, supuestamente se producía aproximadamente 2300 años a. de J. C.

Los Incas fabricaban, en épocas precolombinas, bebidas de trigo y arroz fermentado como la sora y la chicha.

Las tribus bárbaras que poblaban Dinamarca durante los tiempos del imperio Romano tomaban una cerveza pegajosa y espesa a la que llamaban aceite. El ale era la cerveza de trigo y miel de los celtas y su denominación se ha conservado hasta nuestros días: ale. Según cuenta Tácito, los germanos bebían una cerveza de cebada, el brior, que habría dado origen a las grandes cervezas centro europeas.

Como podemos darnos cuenta numerosas civilizaciones en diversas partes del mundo han fabricado cerveza a partir del cereal local más abundante y con toda seguridad estas cervezas se desarrollaron independientemente unas de otras. Los primeros exploradores descubrieron que los africanos bebían Kaffir, una cerveza elaborada a partir de sorgo. Cuando Colón llegó a las islas del Caribe descubrió que los indios americanos tomaban cerveza hecha con maíz. En Escandinavia hasta fines del siglo pasado elaboraban cerveza a partir de cebada, en las regiones meridionales, más al norte la obtenían de unas mezclas de cebada y avena y en regiones más septentrionales empleaban solo avena. La tradición

occidental en cervecería se remonta en Mesopotamia donde en la fértil cuenca de río Tigris y el Eufrates, crecían sobre todo el trigo y la cebada.

En los primeros siglos de nuestra era la cerveza se extiende por Europa y las islas Británicas. Existen algunos testimonios de su uso en España durante la era visigótica.

Durante la Edad Media todos los monasterios tenían su fábrica de cerveza. La gente pobre usaba avena comunmente para la fabricación de cerveza.

La fabricación de cerveza a gran escala empieza a desarrollarse en Alemania a partir de siglo IX, siendo, los monjes sus principales promotores. La cervecería más antigua que se conoce-esta en Alemania situada cerca de Munich, la Weihenstephan, que hasta 1040 fue simple monasterio.

Es importante saber que la cerveza que se hacía en aquellos tiempos no tenía nada que ver con la que bebemos hoy, ya que no tenían conocimientos de los procesos de la fermentación y por tanto tenían muchas variaciones al no controlarlos; las fermentaciones eran espontáneas pues no empleaban inóculos preparados.

El éxito en la producción de esta bebida en aquellos tiempos dependía de la observación rigida de las recetas, de una gran habilidad y de un poco de suerte.

Las cervezas de entonces no solo sabían mal, sino que además tampoco tenían la apariencia agradable de las actuales como su corona de espuma. Esto se debe al uso del lúpulo, una planta trepadora cuyos frutos se utilizaban en la fabricación de cerveza solo a partir del siglo XVI. El lúpulo proporciona un sabor amargo a la bebida y la vuelve espumosa.

Las primeras elaboraciones incluían el empleo de especias, hierbas y materiales semejantes que servían para enmascarar las variaciones de sabor.

La aplicación de instrumentos científicos en las cervecerías ocurre comparativamente tarde. No es sino hasta 1760 que los cerveceros apreciaron el valor del termómetro y en 1785 se usó el primer sacárimetro. Se elaboraron varias teorías acerca del fenómeno de la fermentación; nombres como

Hind, Dubrunfant, Pagen, Perzoz, Thernard, Cagnadele la Tour y Schwann, Kutzina, Liebig y Berzeliuz contribuyeron al estudio de los fenómenos que se llevaban a cabo en la fermentación. En 1860 Pasteur encuentra que el azúcar no se descompone exactamente de acuerdo a la ecuación de Gay-Lussac, ya que el glicerol y el ácido succínico son formados al mismo tiempo. Lo fundamental de esto fue la doctrina de que la fermentación es un "aspecto de las actividades vitales de las células vivas de la levadura". No es sino hasta 1860 cuando una nueva era comienza en la industria de la cervecería. Gracias al descubrimiento de Pasteur la introducción de los avances técnicos a la industria fue acelerada. Se desarrollaron maquinarias especializadas, se emplearon el vapor, el equipo de hielo etc; los trabajos de investigación comenzaron a esclarecer los procesos y nombres como Emil Christian Hansen (que introduce el cultivo puro de levaduras en la cervecería Carlsberg) y Alfred Jorgensen se unieron al de Pasteur.

En nuestros días la manufactura de las bebidas de malta se realiza a un nivel altamente técnico y las plantas cerveceras encuentran disponibles muchos elementos prefabricados.

### 1.1.2 DEFINICION

Se denomina cerveza a la bebida preparada por fermentación con levaduras de infusiones de granos germinados (malta). (30)

En Estados Unidos de America se definen las cervezas o bebidas malteadas, según la Administración Federal de Alcoholes, acta mayo 1937\* ; como:

"Bebidas hechas por la fermentación alcohólica de la infusión o decocción en agua potable de una mezcla de lúpulo con cebada u otros cereales germinados o sin germinar con la posible adición de otros hidratos de carbono, de dióxido de carbono y de otros productos saludables, adecuados para el consumo humano."

\*Administración Federal de Alcoholes. Departamento del Tesoro de E.E.U.U., acta de Administración Federal de 15 mayo de 1937.

### 1.1.3 CLASIFICACION Y TIPOS DE CERVEZA

Los principales tipos de cervezas toman su nombre, la mayor parte de ellas, de los pueblos en los cuales se originaron, tales como la Pilsen, Munich, etc. Los cerveceros han considerado desde hace tiempo que las condiciones climáticas favorables juegan un papel en la impartición del sabor característico de las cervezas consumidas en dichos pueblos.

Ahora es conocido que la producción de estos tipos de cerveza se debe a las condiciones locales, tales como las cebadas y lúpulos de los distritos particulares, especialmente el licor cervecero.

Desde la introducción del tratamiento del licor y con las facilidades del transporte moderno, el cervecero esta ahora en la posición de hacer cualquier selección deseable de cebada y lúpulo y así diferentes tipos de cerveza pueden hacerse en cualquier parte.

Se tienen no obstante casos en que se pueden producir cervezas idénticas en cervecerías diferentes lo cual es raro más no imposible. El mismo tipo de cerveza puede ser producido justo como es, sin embargo siempre existen diferencias tenues impredecibles debido a los materiales y métodos de elaborar cerveza.

Existen definiciones legales de cada bebida de malta pero son tan ambiguas que conducen a confusión. Una de las causas de diferenciación es el tipo de microorganismos empleados. Estos se han clasificado en dos: levaduras de fondo y levaduras de superficie. Generalmente las bebidas fermentadas de fondo corresponden a las cervezas y las que utilizan las levaduras de superficie se clasifican como ales. En algunas localidades las ales se consideran como cervezas.

Se dará a continuación una descripción breve de las características fundamentales de las variedades más conocidas.

**CERVEZA VARIEDAD LAGER.**— Es la cerveza que predomina el término lager se deriva del verbo alemán lagern que significa



reposar, por lo cual este tipo de cervezas se someten a un almacenamiento después de la fermentación. El término se aplica en especial a cervezas producidas con levaduras que se sedimentan en el fondo del tanque durante la fermentación.

#### TIPOS DE CERVEZA LAGER:

A) Pilsener.- El nombre proviene de la localidad en que se desarrolla, Pilsen, Bohemia (Alemania). Es de carácter ligero y color claro (Cerveza pálida). Contiene aproximadamente de 3.0 - 3.8% de alcohol y es añejada durante 2-3 meses. El 70-80% de toda la cerveza consumida en el mundo es del tipo ligero-añejada.

B) Munich.- Original de Munich, Alemania. Es una cerveza oscura con mucho cuerpo y sabor dulce delicado. Son las típicas cervezas oscuras aromáticas. Se utilizan lúpulos suaves para su elaboración. Contiene de 2.5 a 5.0% de alcohol en peso y se almacena durante 3-5 meses.

C) Dortmund.- Es una cerveza pálida con menos cantidad de lúpulo que la Pilsener, por lo que es menos amarga, tiene más cuerpo y un sabor ligeramente dulce. Contiene de 3.0 - 3.8% de alcohol en peso y es añejada durante 3-4 meses.

D) Viena.- Originaria de Viena, Austria. Es una cerveza con un color intermedio entre la Munich y la Pilsener tiene un color semi-oscuro. Al paladar resulta al mismo tiempo aromática y amarga. Contiene de 3.5 - 3.8% de alcohol en peso.

Cerveza variedad ale.- Es un nombre que en algunos lados es equivalente al de cerveza. Los ales ingleses se producen empleando un mosto obtenido por infusión y fermentándolo con levaduras superficiales. Los ales con frecuencia tienen contenidos alcohólicos de 6.4% en peso aunque no es una característica necesaria. Hay cervezas ale con 2.6% de alcohol en peso. Se caracterizan por un sabor ácido y sabor a vino debido a su mayor contenido de esteres. Se elaboran con alta cantidad de lúpulo. Son cervezas pálidas. Es fermentada a un temperatura más alta que la variedad lager.

Cerveza variedad bock.- Este tipo de cerveza es festivo pues solo se ofrece al público en ciertas épocas. En Europa y en los Estados Unidos se ofrece en la Pascua Florida. En

México se ofrece al público en Navidad y Año Nuevo. En su elaboración se utiliza malta caramelo o tostada lo que da por resultado que la bebida terminada sea de más cuerpo (gruesa), más oscura que la cerveza oscura ordinaria y más dulce. La cerveza bock se toma usualmente después de 6 semanas. Es pesada y su costo de producción más elevado que el de las cervezas oscuras ordinarias.

Cerveza variedad Porter.- Es de color café oscuro con mucho cuerpo. Tiene una espuma muy densa. Tiene menor contenido de lúpulo que la ale y por tanto es menos amarga. Se elabora con maltas oscuras o negras. Es una típica bebida malteada inglesa.

Cerveza variedad Stout.- Es una cerveza muy oscura, dulce y con un fuerte sabor a malta. Es más pesada que la Porter. Tiene de 5.0 - 6.5% de alcohol en peso. Es fuertemente lupulada. El tiempo de maduración dura de 5-6 meses se utiliza malta tostada, malta caramelizada y una gran cantidad de lúpulo.

Cerveza variedad Kraeusen.- Es cualquier bebida malteada que ha recibido la mayor parte de su CO<sub>2</sub> a través una fermentación secundaria que se hace después de obtener la cerveza lager. Esto se logra añadiendo del 10-15% de un mosto con fermentación vigorosa o una solución de azúcar a la cerveza almacenada y permitiendo que la fermentación se complete en un recipiente cerrado para que el CO<sub>2</sub> permanezca dentro de la mezcla. Otras cervezas se carbonatan por inyección de CO<sub>2</sub> que se recolecta con este fin durante la fermentación primaria.

Cerveza variedad Lambic.- Es originaria de Bruselas y es una de las pocas cervezas realizadas con fermentación alta. Es hecha con 60% de malta de cebada y 40% de malta de trigo. La cerveza es fuertemente lupulada y la fermentación es espontánea, con levadura salvaje, bacteria ácido láctica y *bretanomyces*. La fermentación y la maduración toman lugar en cubas y la cerveza se deja reposar 2 o más años.

En México se produce variedad lager; tipo Pilsener, tipo Munich y tipo Viena, es decir cerveza clara, oscura y semi-oscura.

CLASIFICACION DE LAS CERVEZAS MEXICANAS SEGUN LA ASOCIACION  
NACIONAL DE FABRICANTES DE CERVEZA (36)

Cervezas claras o tipo Pilsener:

Bohemia  
Carta Blanca  
Carta Clara  
Colosal Clara  
Corona Extra  
Corona de Barril  
Cruz Blanca  
Estrella Dorada  
Flor de Moctezuma Clara  
High Life  
Kloster  
Lager  
Mexicali  
Montejo Clara  
Norteña  
Pacífico Clara  
Sol Clara  
Superior  
Suprema  
Tecate  
XXX Clara

Cervezas semi-oscuras o tipo Viena:

Chihuahua  
Colosal Oscura  
Montejo Oscura  
Monterrey  
Nueva Guijote  
Sol  
Victoria  
XX

Cervezas oscuras o tipo Munich:

Austriaca  
Estrella Extra  
Flor Moctezuma Oscura  
Indio  
León Negra

Negra de Barril  
Negra Madeia  
Noche Buena  
Pacífico Oscura  
XXX Oscura

#### 1.1.4 COMPOSICION DE LA CERVEZA

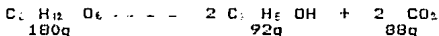
Las sustancias presentes en un tipo de cerveza dependerán en gran parte de la naturaleza y calidad de las materias primas, del tratamiento del grano germinado y del carácter de la fermentación.

Es imposible dar un promedio de la composición química de la cerveza, debido a que la composición depende principalmente del extracto original. Esto se puede ver con el hecho de que las cervezas son elaboradas a partir de mostos cuyo rango varía del 2 al 22% de extracto con un promedio del 12%\*

Aparte del agua, alcohol, dióxido de carbono y otros productos de fermentación, el extracto no fermentado también es considerado.

La cantidad de alcohol dependerá del extracto original y de la atenuación, el extracto original de la cerveza puede determinar por estimación del contenido de alcohol y el extracto no fermentado.

De acuerdo a la ecuación de la fermentación alcohólica:



180g de azúcar dan 92g de alcohol y éste es el factor en el que se basa el cálculo del extracto original. Sin embargo esto no es absolutamente verdadero, ya que una pequeña cantidad de azúcar es incorporada dentro de la célula de la levadura, y parte es convertida en glicerol y otros productos de fermentación secundarias.

Puesto que estas reacciones secundarias son absolutamente variables y difieren de fermentación a fermentación, muchas expresiones han sido ideadas para calcular el extracto original de la cerveza a partir del contenido de alcohol y el extracto aparente que presenta. La expresión más

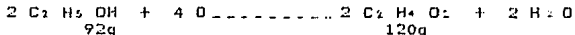
frecuentemente usada es la ideada originalmente por Balling:

$$E = \frac{(2.0465A+n) * 100}{100 + 1.0665 A}$$

en la cual E= extracto original, n= extracto verdadero de la cerveza, A= Z de alcohol en peso, o el contenido de alcohol es multiplicado simplemente por dos para obtener el extracto original.

Trolle\* encontró que esta expresión puede usarse sóamente como una aproximación, debido a que la cantidad producida por la levadura varía de una fermentación a otra. Trolle ideó una expresión más precisa, a no ser por el contenido de nitrógeno ya que si deriva tanto del mosto como del producido por la levadura, debe ser conocido.

Solamente en el caso de las cervezas almacenadas por largo tiempo en las cuáles el alcohol es oxidado fuertemente por Brettanomyces, como por ejemplo, en cervezas Inglesas acondicionadas durante un tiempo largo, especialmente las de tipo Lambic, si se usan estas expresiones se pueden cometer serios errores. En ambos casos, el contenido de acidez volátil puede ser estimado, tomando en cuenta la cantidad de alcohol que se convierte en ácido acético:



Van Laer\* encontró que el alcohol en la cerveza tipo Lambic es particularmente oxidado a dióxido de carbono y no se recupera en su totalidad el extracto original, aún después de tomar en cuenta la acidez volátil.

En adición al alcohol etílico, una cantidad pequeña de alcoholes de fusel es formada durante la fermentación por la desaminación y descarboxilación de aminoácidos, juntamente con ácidos orgánicos y ésteres.

\* (B) Clerk Jean de....págs. 523-526

El glicerol es también un producto de la fermentación, pero es fijado e incluido en el extracto, y ocurre que del contenido de 0.2 a 0.3% en cerveza, corresponde al 10-12% del contenido en extracto.

El contenido de dióxido de carbono en una cerveza no depende totalmente de la fermentación, ya que se escapa como gas. Este depende solamente de la temperatura de acondicionamiento y de la agitación de la cerveza durante el trasiego, así como también de la cantidad introducida si la cerveza es carbonatada artificialmente. Normalmente, el contenido de dióxido de carbono es de 0.35 - 0.40%. Sin embargo el contenido de dióxido de carbono es mucho menor en fermentaciones de tope (aproximadamente 0.1%) mientras que en las cervezas que han sido carbonatadas artificialmente el contenido puede ser tan alto como 0.7%.

El extracto consiste aproximadamente en un 80% de carbohidratos, pero el valor es más alto si la cerveza no ha sido atenuada al límite.

Los carbohidratos presentes en una cerveza atenuada normalmente son principalmente dextrinas junto con una pequeña cantidad de maltosa y pentosanas no fermentadas. Los métodos para la estimación de pentosanas y dextrinas no han sido todavía completamente estandarizados, y en el conteo de la cantidad de pentosanos presentes en el extracto no se conoce ningún grado de precisión. Prece\* encontró que las gomas pueden formar del 10-12% de los sólidos de la cerveza. Estos compuestos son complejos y consisten en hexosanas, pentosanas y posiblemente poliurónidos.

La fracción que sigue en orden de importancia después de los carbohidratos es la de los compuestos de nitrógeno, la cual forma aproximadamente del 8-10% de extracto. La adición de granos crudos o de azúcar a la malta aminora el contenido de nitrógeno y el perfil puede variar. La fracción nitrogenada de la cerveza es divisible entre los compuestos de alto peso molecular (aproximadamente del 20 al 30% de nitrógeno total) y del 40-50% de los productos intermedio de la degradación del rompimiento de proteínas, por ejemplo proteosas y peptonas, y del 20-30% de derivados de pesos moleculares bajos, tales como

\* Clerk Jean de, A textbook of Brewing. Chapman & Hall LTD, London 1959 1a Ed. pág. 524

polipeptidos, aminoácidos, amidas y amoniaco.

El extracto usualmente contiene del 3-4% de minerales. La composición de cenizas varía con la composición de las materias primas de la malta, especialmente el licor. Aproximadamente un tercio de las cenizas esta compuesto por sodio y potasio, otro tercio esta formado por fosfato y el último tercio esta compuesto por sílice (aproximadamente un décimo) junto con una pequeña cantidad de calcio, magnesio, aluminio y fierro. Los perfiles para calcio, magnesio, aluminio y fierro varía con la naturaleza del mosto.

Finalmente cantidades pequeñas de compuestos del lúpulo, taninos, compuestos que dan color y ácidos orgánicos tales como láctico, succínico, oxálico y tartánico, podemos encontrar en la cerveza.

Se puede encontrar en ocasiones oxígeno disuelto, especialmente si la cerveza ha sido decantada bajo un conteo de presión con aire.

La cerveza contiene del 85-92% de agua en volumen. For lo que podemos ver la cerveza no es una bebida simple, sino que es capaz de variar grandemente en su composición si no se regulan cuidadosamente las condiciones de fabricación.

A continuación se muestra una tabla en donde se presentan los resultados de las oscilaciones en la composición de la cerveza nueva sin fermentar y la envasada tipo lager:



T A B L A 1

OSCILACIONES EN LA COMPOSICION DE LA CERVEZA NUEVA (SIN FERMENTAR) Y LA ENVASADA TIPO LAGER.\*

OSCILACIONES EN LA COMPOSICION DE

DATOS ANALITICOS	CERVEZA NUEVA SIN FERMENTAR	CERVEZA ENVASADA TIPO LAGER
Densidad a 20 /20 °C	1.04755-1.04965	1.01071-1.01410
Extracto, en grados Plato	11.80-12.30	-----
Extracto aparente, - grados Plato	-----	2.74-3.60
Extracto real, grado Plato (Calculado)	-----	4.08-5.45
Azúcares reductores (% en maltosa)	7.0-8.5	0.90-1.55
Grados de azúcar (% de azúcar reductor)	65.0-72.0	-----
Alcohol (%en peso)	-----	3.10-3.9
pH	5.2-5.8	4.10-4.5
Acidez total (%en -- láctico)	0.11-0.12	0.13-0.17
Color célula Lovibon de 1.26 cm, serie 52	3.0-5.0	2.50-3.50
Proteínas (Nx6.25) %	0.38-0.50	0.24-0.38
Dióxido de Carbono - (%en peso)	-----	0.50-0.57

\* Prescott, Samuel Sc. Dunn C.G.- Microbiología Industrial  
pág. 159 (30)

## 1.1.5 ELABORACION DE CERVEZA

### MATERIAS PRIMAS

Los ingredientes básicos de la cerveza son cebada malteada, agua, lúpulo y levadura; a veces se incluyen adjuntos y sirven para modificar el sabor, olor, estabilidad, cuerpo y la apariencia física del producto.

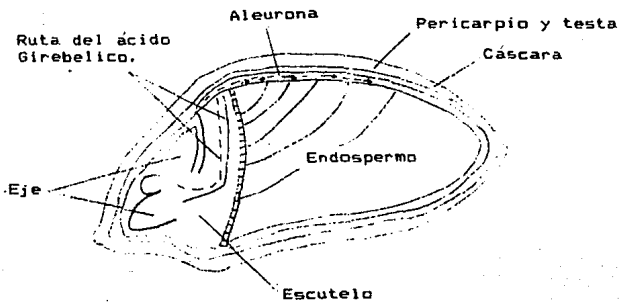
**MALTA:** Se denomina malta cualquier cereal cuya germinación haya sido controlada, específicamente para la producción cervecera, por malta se entiende la cebada limpiada y seleccionada a la que después de darsele la humedad necesaria, se deja germinar durante 6 a 7 días, secándose y tostándose después de que ha alcanzado el desarrollo deseado. La temperatura a la que este último proceso se realiza determina posteriormente el color de la cerveza; si la temperatura es baja, de 75 a 80°C el color de la malta será claro y la cerveza también será clara; si la temperatura es alta, hasta 200°C ambas serán oscuras. Durante el proceso de malteado, el almidón del endospermo se hace amarillento, se desarrollan las enzimas y se desarrollan los ingredientes de sabor, olor y color.

La malta es importante en cervecería por:

- 1) Su contenido en almidón como fuente del extracto.
- 2) Sus enzimas amilolíticas capaces de convertir este almidón y otros almidones en azúcares fermentables y en dextrinas no fermentables.
- 3) Su contenido en proteínas como fuente de sabor y olor, y como nutrientes de la levadura.

Para evitar el fenómeno de la turbidez de la cerveza originado por la precipitación de las proteínas, suelen utilizarse como complemento, además de la malta otros productos a los que se denominan adjuntos.

FIGURA 1  
SECCION TRANSVERSAL DE UN GRANO DE CEBADA  
(34)



COMPOSICION DE LA MALTA (36)

CARBOHIDRATOS		78%
a) Cascarilla	5%	
b) Azúcares	8%	
Maltosa		
Sacarosa		
Glucosa		
Levulosa		
c) Almidón	65%	
HUMEDAD		5%
MINERALES		3%
GRASAS		2%
PROTEINAS		12%
a) Insolubles	9%	
b) Solubles	3%	

**ADJUNTOS DE LA MALTA:** La cerveza hecha con la incorporación de adjuntos, es de color más claro y contiene menos proteína que la cerveza elaborada únicamente con malta como fuente de carbono. El hecho de que exista un menor contenido de proteínas determina una mayor estabilidad y una vida más larga al producto terminado; además se reduce la sensación de saciedad.

Los adjuntos de la malta pueden ser de varias clases, por ejemplo:

a) Grits o harinas preparadas de maíz o de arroz desgerminado (en México, preferentemente maíz). Esta es un materia prima cruda que contribuye con aproximadamente 75% de su peso como extracto en el mosto.

b) Grits de maíz refinado (90% de rendimiento)

c) Escamas u hojuelas (flakes) de maíz. (se prepara con maíz machacado que se pasa a través de roles de presión calientes, produciéndose láminas delgadas de almidón gelatinizado). Producen un rendimiento de 80-90%, en peso, de extracto.

d) Dextrina (preparada a partir de almidón).

e) Jarabes (de la fábricas de almidón de maíz, que se ofrecen en varias relaciones de glucosa-maltosa-dextrinas, según la necesidad de cada cervecería.

Los materiales crudos han de gelatinizarse para hacerlos susceptibles al ataque enzimático. Las escamas no requieren este tratamiento. La dextrina y los enzimas amilolíticas y proteolíticas han realizado su labor en el mosto, es decir, cuando ya se han inactivado por ebullición, al final de la preparación del medio.

**AGUA:** Su composición química ejerce una influencia decisiva en el proceso de elaboración y consecuentemente en la calidad del producto terminado, debe ser transparente, pura desde el punto de vista bacteriológico, ajena a olores y sabores extraños y con el contenido de minerales controlado.

El agua empleada para la fabricación de cerveza no debe contener muchas sales ya que estas pueden modificar el pH del mosto y afectar las enzimas de la levadura. Afectan también

La solubilidad de las sustancias aromáticas del lúpulo. Se asegura que el agua más deseable para la fermentación cervicera tiene un pH de 6.5 a 7.0 y con la siguiente composición mineral: menos de 100 ppm de carbonato de calcio y magnesio, 250 o 500 ppm de sulfato de calcio y 200 a 300 ppm de cloruro de sodio. Las trazas de magnesio son benéficas a la acción de las enzimas de la malta, el fierro es indispensable en 1 ppm.

Del total de agua que se consume en una fábrica, solo una mínima parte se usa, pues para producir un hectolitro únicamente se requieren de 125 a 135 litros en tanto que conservadoramente puede calcularse que se consumen de 1200 a 1500 litros por hectolitro producido.

LUPULO: Son los estróbilos secos (flores femeninas) de la enredadera Húmulos lúpulis.

Su efecto es muy variado. Así, se les reconoce una acción estabilizadora y una contribución definitiva en el sabor amargo, en el aroma característico y en el carácter mordiente de la cerveza, por su contenido en tanino, ayudan a la precipitación de las proteínas y sus derivados (formación de un complejo proteína-tanino); sus resinas ejercen un efecto conservador contra muchas bacterias Gram positivas.

Una lista completa de las características que comunica el lúpulo a la cerveza, corresponde a la siguiente.

- 1) Sabor y aroma peculiares.
- 2) Valor dietético.
- 3) Aumento del carácter refrescante.
- 4) Calidad estimulante de la digestión.
- 5) Valor conservador.
- 6) Acción clorificante (entre otras causas por la presencia de tanino que ayuda a la precipitación de las proteínas durante el cocimiento).
- 7) Propiedades coloidales que presumiblemente contribuyen a la formación de espuma.

Se han identificado un gran número de sustancias en el lúpulo. De Clerk\* reporta la siguiente composición química (promedio) del lúpulo comercial.

\* Clerk Jean de. *Atextbook of Brewing*. Chapman & Hall LTD. London 1959 1a Ed.

Celulosa.....	13.3%
Aceites Esenciales.....	0.4%
Extracto etéreo (resinas en su mayoría).....	18.3%
Tanino.....	3.0%
Materia Nitrogenada.....	17.5%
Extracto no Nitrogenado.....	27.5%
Humedad.....	12.5%
Cenizas.....	7.5%

Los compuestos del lúpulo incluyen ácidos y resinas amargas, aceites esenciales y tanino. Los primeros contribuyen al sabor propio de la cerveza y a la estabilidad coloidal. Los ácidos amargos son el humulón o ácido  $\alpha$ -amargo y el lupulón o ácido  $\beta$ -amargo. Estos ácidos se convierten en resinas blandas por oxidación y polimerización. Tanto los ácidos como sus correspondientes resinas tienen propiedades antisépticas y confieren a las cervezas sabores característicos. El humulón posee el sabor más amargo y también la acción antiséptica más energética.

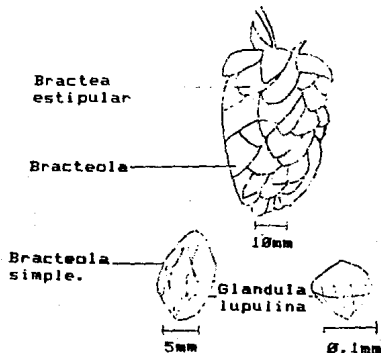


FIG.2 DIBUJO DEL ESTROBITO DE LA PLANTA DE LUPULO (HUMULUS LUPULIS) (34)

El potencial amargo del lúpulo fresco se deriva casi enteramente de los  $\alpha$ -ácidos, los cuales no son amargos por sí mismos y tienen una solubilidad limitada en el mosto. Durante la ebullición del mosto los  $\alpha$ -ácidos se transforman en  $\beta$ -iso-ácidos, solubles y amargos.

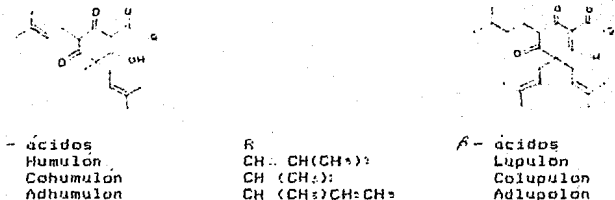


FIG.3 FÓRMULAS ESTRUCTURALES DE LOS  $\alpha$ -ÁCIDOS (HUMULONAS) Y LOS  $\beta$ -ÁCIDOS (LUPULONAS) DEL LÚPULO. (34)

Los aceites esenciales son responsables del aroma característico del lúpulo y consisten en una mezcla compleja, que incluye monoterpenos, sesquiterpenos y varios compuestos oxigenados como ésteres, ácidos, cetonas y alcoholes.

La proporción de lúpulo que se agrega al mosto depende de la variedad de la planta de que provenga así como del tipo de cerveza que se vaya a realizar. En general se emplea de un cuarto a media libra de lúpulo por barril de cerveza y hasta dos libras por barril de ale.

Recientemente se ha introducido el empleo de extractos de lúpulo, en los que se tiene ya una correcta proporción de los diferentes principios.

**LEVADURA:** Los organismos empleados en fermentaciones para la producción de bebidas malteadas son varias especies y



variedades de levaduras. Antes de Pasteur y Hansen, las levaduras usadas por los cerveceros se seleccionaban de fermentaciones espontáneas. Después del uso continuado e intercambio entre cerveceros, es lógico asumir que unas cuantas variedades estaban en uso. Habían perdido su poder de esporularse pero después de los aislamientos y desarrollos de cultivos puros hechos por Hansen se hizo una distinción de las variedades. Hoy en día varios cientos de variedades apropiadas para cervecería se encuentran en las colecciones mantenidas por la mayoría de los laboratorios cerveceros. Estos aislamientos para uso en la fábrica se desarrollan en cantidades suficientes para inocular matraces de cultivo puro. Un cervecero puede mantener un cultivo sin renovarlo durante varios años, otro puede cambiar su provisión cada dos meses. La frecuencia de renovación depende del vigor impartido por la levadura y por el grado de contaminación.

La levadura de cerveza es un organismo unicelular, pertenece a la subdivisión de las talofitas y a la familia Saccharomycotaceae. Son hongos verdaderos porque no poseen clorofila. En general tienen forma elipsoidal o esférica que se reproducen por gemación.

El género Saccharomyces comprende un número de especies de las cuales Saccharomyces cerevisiae y Saccharomyces carlsbergensis son las levaduras de cervecería más importantes.

Levaduras de fondo y tope.- De acuerdo al desarrollo físico en el líquido de fermentación se hace una distinción entre levaduras de fermentación de fondo (generalmente conocida como lager) y levaduras de fermentación de tope (generalmente conocidas como ale)

Saccharomyces cerevisiae es una levadura típica de cerveza ale mientras que la levadura Saccharomyces carlsbergensis (o S. uvarum) es típica de cerveza lager. En sistemas de fermentación S. cerevisiae tiene un comportamiento de levadura de tope y forma una nata abundante en la superficie del mosto hacia el final de la fermentación, mientras que S. carlsbergensis es una levadura de fondo, tiende a asentarse en el fondo del vaso.

Algunas de las diferencias entre estas levaduras son:  
a) forma, la levadura ale es usualmente redonda y granular, mientras que la levadura lager es oval y menos granular.

b) formación de esporas, bajo condiciones específicas las levaduras de tope forman esporas, mientras las levaduras de fondo pueden ser inducidas a esporular solo bajo métodos especiales de cultivo.

c) fermentación del trisacárido rafinosa, las levaduras de fondo fermentan completamente este trisacárido mientras que las levaduras de tope fermentan solo un tercio de la molécula.

## PROCESO DE ELABORACION DE CERVEZA

Las fases fundamentales de la fabricación de cerveza son las siguientes: limpieza y molienda de la malta, maceración de la malta y tratamiento de las adiciones de la malta; filtración de los materiales macerados, para separar el caldo soluble (cerveza nueva) del residuo insoluble (el grano agotado); ebullición de la cerveza nueva con lúpulo; separación de la cerveza nueva de los residuos del lúpulo y los precipitados proteínicos; refrigeración de la cerveza nueva; fermentación; clarificación y maduración de la bebida malteada durante el almacenamiento; prueba de enfriamiento y carbonatación; envasado; pasteurización; rotulación y revisión; distribución en cajas y timbrado de estas y por último venta.

### A. MALTEADO

El grano o semilla de cebada es una estructura en forma de huso. Si eliminamos su cubierta protectora, veremos un pequeño embrión y una masa relativamente grande de tejido endospermico, que consiste principalmente en reservas de alimento que posibilitan la germinación del embrión. Son estas reservas, en particular los polisacáridos, lo que imparta al cervecero. Estos polisacáridos son moléculas grandes, polímeros insolubles que han de ser convertidos en moléculas de tamaño suficientemente pequeño para que puedan ser adsorbidas y metabolizadas por las levaduras.

El malteado corresponde, esencialmente a las primeras etapas de la germinación. En condiciones adecuadas especialmente de humedad y temperatura, el embrión produce unas hormonas que miran hacia la capa externa del grano situado debajo del leudamento. Ahí estas hormonas estimulan la formación de toda una serie de enzimas hidrolíticas, las cuales a su vez, miran entre las células de la parte central del grano, el endospermo, que contienen las reservas, destruyen las paredes celulares y atacan el almidón y las proteínas, la operación de malteado se detiene en el punto en el que se tiene cabal activación enzimática y mínimo ataque de los sustratos contenidos en la cebada.

Durante el malteado además de la formación y activación

de enzimas (fundamentalmente proteasas, y amilasas), se presenta el hinchamiento del almidón (indispensable para que se tome susceptible al ataque enzimático operación que se complementa con la gelatinización), y se desarrollan compuestos básicos para el sabor, color y aroma del producto final.

Los pasos principales del malteado son:

a) LIMPIEZA.- Se separa la materia extraña tales como: paja, hojas, tallos, piedras etc. a continuación se selecciona el grano limpio libre de defectos (granos rotos, manchados, picados etc)

b) REMOJO.- Se remoja el grano hasta obtener una humedad relativa de 42-46%, se realiza a una temperatura de 10-20 °C, esta operación dura uno o dos días en los que se logra excitar el crecimiento del embrión.

c) DRENADO.- Se elimina el exceso de agua.

d) GERMINACION.- Se incuba el grano de 4-6 días. Durante este período se permite una corta formación de la radícula y del acróspiro (la radícula no debe alcanzar más de las 3/4 partes de la longitud del grano).

e) SECADO.- El grano se seca a calor moderado con el fin de reducir su humedad del 42-46% al 12%, esto es suficiente para detener las transformaciones bioquímicas de la germinación. El secado puede realizarse de dos maneras: 1) a temperatura baja que permite la eliminación del agua sin reducir la actividad de las enzimas (elaboración de malta verde, de más amplia aplicación) y 2) a mayor temperatura que conduce a oscurecimiento y caramelización (malta caramelo, de bajo poder enzimático, empleado en cervezas oscuras).

f) DESECCACION.- Se somete la malta verde a temperaturas de 80-90 °C para reducir la humedad a 1-5% para que adquiera la estabilidad necesaria para su almacenamiento. Con esto se consigue inhibir parcialmente la acción de las enzimas, reforzar la coloración debida a la reacción de Maillard y formar trazas de productos que puedan influir desicivamente en el sabor de la futura cerveza.

g) CRIBADO.- Consiste en separar la plúmula del grano ya seco.

## B. PREPARACION DEL MEDIO

El medio que se fermenta para convertirlo en mosto. Se prepara en tres operaciones sucesivas:

- Cocimiento de los adjuntos
- Macerado
- Separación

1) **COCIMIENTO DE LOS ADJUNTOS.**- Los cereales no malteados; como la harina o sémola de maíz, arroz o trigo, se mezclan con agua y se eleva la temperatura hasta alcanzar el valor de su gelatinización (diferentes para cada tipo de almidón). Esta operación tiene por objeto liberar el almidón de la red proteica que lo contiene en el granulo de almidón y de esta manera, hacerlo accesible para las enzimas amilolíticas. La masa resultante se añadira a la malta.

2) **MACERADO.**- Se prepara una suspensión de malta y adjuntos en relación aproximada de 2/3 de malta y 1/3 de adjuntos, dentro de un macerador. En este tanque (provisto de calentamiento y agitación) se permite actuar a las enzimas de la malta en una serie de temperaturas que propicia los efectos que se desean obtener. La finalidad de esta operación es digerir y disolver la mayor parte de las materias primas utiles. El extracto dulce que se produce contiene: glucosa, maltosa, dextrinas, oligosacáridos, pentosas, productos de degradación de las proteínas, sales minerales, taninos, colorantes y otros compuestos.

Existen 3 tipos o métodos principales para la operación de maceración. Cada uno de ellos varia en forma diferente las temperaturas, para controlar las cantidades relativas de azúcar y de dextrinas, que posteriormente determinan la proporción de alcohol y extracto en la cerveza. A mayor temperatura de conversión, mayor velocidad de la reacción pero menor cantidad de azúcar formado. Por tanto, si se desea un elevado contenido de alcohol, la conversión ha de convertirse a temperaturas más bajas, en períodos más largos.

**METODO DE INFUSION.**- Hay dos procedimientos de infusión: uno es el de temperatura ascendente y otro es el descendente. En el primero la malta se mezcla (amasa) con agua a una

temperatura de 38 a 50 °C. Se deja reposar este mosto (período de reposo de las proteínas) durante una hora a esta temperatura para favorecer la acción de las enzimas proteolíticas. Se aumenta la temperatura de 65 a 70 °C al añadir a la masa las adiciones feculentas que están a la temperatura de ebullición. Se deja reposar el mosto a esta temperatura durante unos minutos para la sacarificación del almidón. Después se calienta hasta unos 75 °C o poco más, para destruir las enzimas, y a esta temperatura se filtra el extracto.

En el proceso de temperatura descendente, el agua empleada para el extracto está a unos 77 °C. La adición de la malta ayuda a enfriar el agua hasta unos 70 °C. Para la sacarificación se mantiene una temperatura de 65 a 70 °C, como en el otro proceso. La temperatura final es más baja que la inicial. El proceso de infusión descendente es un método inglés.

**METODO DE DECOCCION.**- En este método la mezcla de la malta con el agua se hace a una temperatura menor (alrededor de 40 °C) que en los dos procesos de infusión. Se va elevando gradualmente la temperatura del mosto hasta obtener al final unos 75 °C. Se separa aproximadamente un tercio de la mezcla, que se calienta y se hierve durante un corto período de tiempo, y se vuelve a unir al mosto inicial, elevándose la temperatura del total. Las enzimas de la porción hervida se destruyen, pero las paredes celulares del grano se ablandan, licuándose el almidón. De este modo se facilita la acción diastásica. Se mantiene toda la masa a la misma temperatura durante un cierto tiempo, sacando entonces otra porción que se hierve y se vuelve a añadir al total. Este proceso puede repetirse otra vez más. Según Hopkins y Krause,\* cuando el proceso se ha repetido tres veces debe mantenerse el mosto a la temperatura inicial de 40 °C, con el fin de extraer las enzimas y favorecer la proteólisis y la acción de la fitasa. Después de esto la temperatura será mantenida a 50 °C para la proteólisis completa y la peptonización; de 60 a 65 °C para la sacarificación, y de 70 a 75 °C para la dextrinización por la  $\alpha$ -amilasa de la parte del almidón que quedase sin transformar y su completa extracción.

El proceso de acción suele dar un porcentaje mayor de extracto que el de infusión; pero es mejor el gusto del mosto

\* Prescott, Samuel & Dunn C.G Microbiología Industrial.

obtenido en este último porque se disuelven menos las resinas amarargas. Sin embargo ambos métodos dan buenos resultados.

La inclusión de los adjuntos de la malta ha requerido de procedimientos que permiten a las enzimas encontrar sus formas óptimas de acción, lo cual ha conducido al método de combinación de temperaturas y tiempos, que pueden presentar modificaciones de acuerdo al grado de azúcar que se desea obtener (grado de azúcar = relación de azúcares fermentables y dextrinas no fermentables). Esto representa la fracción del extracto total, en forma de sustancias reductoras, calculadas como maltosa y expresada en %. El contenido alcohólico así como el cuerpo de la cerveza, se controlan por medio de los valores del extracto total y el grado de azúcar de los mostos.

Como se ve, el procedimiento de maceración tiene una influencia determinante en la cerveza terminada. Debe indicarse también, que define otros aspectos dependientes de la actividad proteolítica (formación de peptonas, de peptidos y de aminoácidos).

El grado de hidrólisis enzimático, como sabemos, depende de la temperatura, del tiempo y del pH. Este último factor se ajusta una sola vez, los otros dos se programan de acuerdo a cada caso particular.

La temperatura óptima para la alfa y beta amilasa se encuentra entre los límites de 57-77 °C. Pero es importante recordar que el sustrato de almidón está constituido de amilosa (polímero lineal de glucosa) y de amilopectina (polímero ramificado); que la beta amilasa (con una temperatura óptima de 57-65 °C) produce unidades de maltosa a partir de las terminales no reductoras de las cadenas lineales (como la amilosa) y que solo puede atacar a la amilopectina en las cadenas laterales cortas, hasta unas tres unidades de glucosa antes de cada ramificación; que la alfa amilasa (temperatura óptima de 70 a 75 °C) hidroliza el almidón en forma azucarosa, rindiendo fragmentos grandes (con o sin ramificaciones), que pueden ser atacados por la beta amilosa. También la alfa amilosa, aun cuando más lentamente, ataca a las dextrinas para formar fragmentos menores. Sin embargo, parece ser que algunos fragmentos lineales y ramificados son resistentes a la degradación de estas enzimas de la malta, por lo que aparecen al final como dextrinas no fermentables. En general la licuefacción del almidón tiene

lugar más rápidamente entre 70 y 75 °C, mientras que la sacarificación transcurre más aceleradamente alrededor de los 65 °C.

Las proteasas del malta también siguen una ruta dependiente de la temperatura. A 60 °C aproximadamente se propicia la formación de peptonas de cadena larga y de péptidos, pero a aproximadamente 50 °C se obtiene una mayor proporción de aminoácidos y de péptidos de bajo peso molecular.

Las peptonas y péptidos son importantes por razones de sabor, espuma y estabilización de esta. Las dextrinas, cuando se encuentran en niveles elevados producen cervezas de bajo contenido alcohólico y también son responsables de un sabor y un aroma característicos, pero comunican un cierto carácter coloidal al producto, lo cual es causa de serios problemas en la aereación y, sobre todo, en la filtración.

TABLA 3

\* EFECTO DE LA TEMPERATURA DE CONVERSION EN LA RELACION AZUCAR-DEXTRINA \* (38)

TEMPERATURA	RELACION AZUCAR/DEXTRINA
64	1: 0.37
66	1: 0.40
68	1: 0.48
70	1: 0.52
72	1: 0.57

El control del pH es absolutamente necesario, ya que, según sea su valor, así será la actividad de las diferentes enzimas, la magnitud de la extracción de los compuestos del malta, de los adjuntos, de los taninos y de las resinas amargas presentes en la cascarilla de la cebada. Así mismo, tiene influencia en la obtención del color, en la clarificación y en la filtración. El ajuste se realiza mediante adición de ácido láctico, sulfúrico o fosfórico.



Segun Hopkins y Krause\*, la producción de extracto es máxima a un pH entre 5 y 5.2. La beta amilasa es muy activa a este pH, así como la proteasa. A un pH aproximado de 5.5 es óptima la formación de la maltosa. Este valor es excelente también para la filtración. La velocidad de formación de nitrógeno amínico es máxima para los valores de pH por debajo de 5.

Puesto que los taninos y resinas amargas tienen una naturaleza ligeramente ácida, se extraen de la cascara con más facilidad para valores altos de pH, y lo mismo sucede con la extracción de las materias colorantes.

Durante la formación del mosto varía el pH, que al principio del proceso debe ser aproximadamente 5.8. La cerveza de conserva (lager) puede tener un pH, de 5.2 a 5.5 al tiempo de ser enfriado.

La concentración del mosto es un factor importante ya que tiene influencia sobre la cantidad y calidad del extracto. Otro de los factores que tiene importancia en la maceración es el tiempo ya que está íntimamente relacionado con los demás factores de la reacción enzimática (temperatura, pH, concentración del mosto), por lo que es importante que se requiera el tiempo indicado para controlar la composición del mosto.

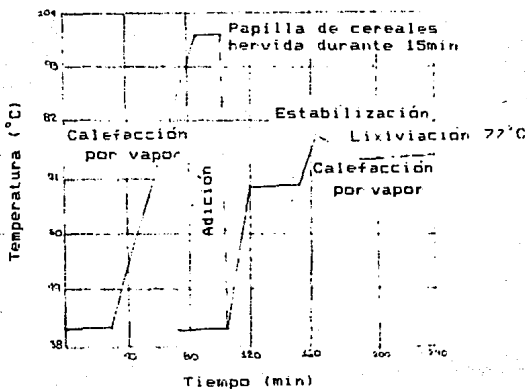
Una maceración típica corresponde a:

- a) Calentamiento rápido de una mezcla de agua más adjuntas más partes de la malta a 45°C, y luego progresivo en un lapso de 40 minutos hasta 100°C.
- b) Calentamiento por separado de una suspensión del resto de la malta en agua a 40°C y mantenimiento de esta temperatura por una hora, luego incremento a 70°C, en un período de 20 minutos, mediante la agregación, a intervalos, de la mezcla (a) caliente. Conservación de esta temperatura por 20 minutos. Concluido este tiempo, elevación rápida a 75°C y sostenimiento por 30 minutos de este valor.

\* Prescott; Samuel. Microbiología Industrial. Aguilar Madrid 3a Ed.

FIGURA 4

TEMPERATURA DE LOS ADJUNTOS-PAPILLA DE CEREALES  
(CURVA IZQUIERDA) Y DE LA MALTA (CURVA DERECHA) EN RELACION  
CON EL TIEMPO  
(38)



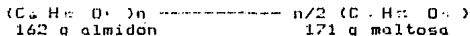
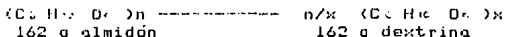
3) SEPARACION.- La forma más frecuente de realizar esta operación corresponde a la utilización de un tanque-caldera (filtro Lauter). Sin embargo en ocasiones puede recurrirse a los filtros prensa, pues este equipo permite el uso de malta más finamente molida (de mejor rendimiento de extracto).

El filtro Lauter es un tanque con hendiduras en el piso, el cual es en realidad un falso fondo. Un eje central hace girar un brazo con hojas afiladas, las que conducen a la masa de tal manera, que lo hace coincidir exactamente con las hendiduras. Esto permite una operación de colado bastante acelerada.

La operación permite la separación de la cascarilla y de todos los residuos de los granos, así como de las proteínas precipitadas y de otros sólidos.

#### CAMBIO BIQUÍMICOS OCURRIDOS DURANTE EL PROCESO DE MACERACION

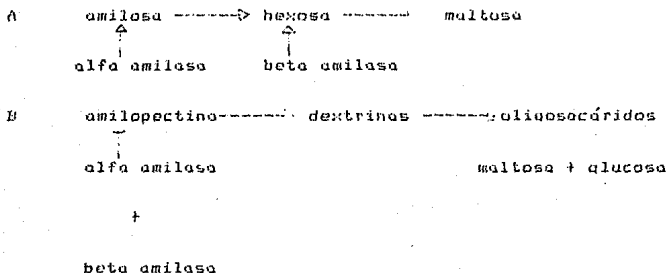
Cuantitativamente, el rompimiento del almidón a dextrinas y maltosa es con mucho lo más importante. Esto toma lugar de acuerdo a las ecuaciones 1 y 2.



Durante el rompimiento del almidón, las siguientes enzimas: amilasas se encuentran involucradas: alfa amilasa y beta amilasa.

FIGURA 5

FASES EN EL ROMPIENTO ENZIMÁTICO DEL ALMIDÓN  
( 21 )



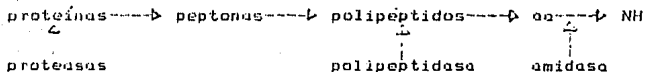
La temperatura óptima para la alfa amilasa en la maceración es de 70 °C a un pH de 5.8 Mientras que la temperatura óptima para la beta amilasa en la maceración es de 60-65 °C a un pH de 5.4 . Consecuentemente a altas temperaturas se forman mas dextrinas. Una larga retención de la temperatura a 60-65 °C , por otra parte da un mosto rico en maltosa. Es posible regular la fermentabilidad del mosto dado que la maltosa es fácilmente fermentable y la dextrina no lo es.

El rompimiento de las proteínas en la malta ( albúminas, globulinas, hordeínas y gluteninas) comienza en el malteado y continúa durante la maceración con la adición de enzimas proteasas y peptidasas. El rompimiento de proteínas toma lugar durante todo el proceso de maceración; arriba de 60 °C la actividad de las proteasas y peptidasas es altamente reducida. El rompimiento de las proteínas depende enormemente del pH, a bajo pH hay un incremento en el rompimiento. Normalmente la malta tiene un pH entre 5.4 y 5.6 . En la

malta cerca del 30% de las proteínas son solubles. Después de el rompimiento durante la maceración, del 30-40% de las proteínas entran dentro del mosto. Del total de nitrógeno en el mosto cerca de un tercio son proteínas y peptonas, los cuales son precipitables por los taninos, y dos terceras partes son peptidos y aminoácidos.

FIGURA 6

FASES DEL ROMPIMIENTO ENZIMATICO DE LAS PROTEINAS\*



En la página siguiente se muestra una tabla en donde se da la composición de carbohidratos de un mosto normal.

\*Kirth-Othmer John Wiley & Sons. Enciclopedia of Chemical Technology pág. 707.

TABLA 4

COMPOSICION DE CARBOHIDRATOS DE UN MOSTO NORMAL\*

CARBOHIDRATO	CONTENIDO g/100 ml
monosacárido, glucosa	0.98
disacárido, maltosa	5.77
trisacáridos	1.29
tetrasacáridos	0.26
pentasacáridos	0.10
hexasacáridos	0.16
heptasacáridos	0.15
octasacáridos	0.19
nonasacáridos	0.13
carbohidratos de extracto alto	1.08
<sup>o</sup> P**	10.65
g/100 ml	11.11
carbohidratos totales	
g/100 ml	10.11
% de extracto	91.00
carbohidratos fermentables	
g/100 ml	7.74
% de extracto	69.70

\*\* <sup>o</sup>P = Grado Plato, % de extracto (azucar)

\*Kirth-Othmer John Wiley & Sons. Enciclopedia of Chemical Technology pág. 707.

### C. COCCION DEL MOSTO

El mosto colado se pasa a la olla de cocimiento. Esta operacion tiene como objetivos:

- a) Obtener una mayor concentracion por evaporacion del agua.
- b) Esterilizar, y con ello, poder controlar con cultivos puros la fermentacion.
- c) Producir una inactivacion enzimatica que asegure la correcta proporcion de los componentes del mosto conseguida en la maceracion.
- d) Extraer las sustancias solubles del lúpulo.
- e) Precipitar las proteinas coaguladas.
- f) Caramelizar en cierto grado los azúcares para la obtencion del color deseado.

La operacion de coccion dura de 1.5 a 2.5 horas. Algunos de los compuestos extractables del lúpulo se pierden por arrastre de vapor.

Por otra parte, los taninos que actuan en la cerveza, provienen en su mayor parte del lúpulo, aunque tambien existe una pequena contribucion de la malta. Sin embargo estos últimos poseen un sabor desagradable. Es, por tanto conveniente su separacion, lo cual se consigue al dejarlos reaccionar con las proteinas del mosto, antes de la inclusion del lúpulo. Una vez conseguido esto, se agrega parte del lúpulo y se permite su cocimiento por tiempo suficiente para que produzca una extraccion conveniente de este tipo de compuestos. Como se ve, de acuerdo con los diferentes principios que se desea obtener del lúpulo, es necesario programar diferentes periodos de extraccion, de ahí que las adiduras se hagan por etapas. Además, una adición inicial única conducirá a un suministro excesivo de productos amargos. El uso de concentrados de lúpulo, introducidos más o menos recientemente, ayuda a un mejor control de este proceso.

El mecanismo que se ha propuesto para la precipitacion de las proteinas mediante la accion de los taninos, incluye la formacion de un complejo tanino-proteina, ya que, como se sabe, los taninos constituyen micelas cargadas negativamente. Estos complejos son de diferente tipo. Algunos precipitan durante la ebullicion, otros al ir descendiendo la temperatura, y otros más, solo son insolubles a temperaturas

inferiores a 10 C determinando la turbiedad fria (chill haze). El cocimiento transforma parte de los taninos en un compuesto que se conoce con el nombre de "Flobafeno", el cual precipita a las proteínas en caliente. Como el oxígeno acelera la conversión a flobafeno es conveniente una buena aereación y agitación durante el cocimiento.

Una vez concluida la cocción, se separan los precipitados mediante una operación de colado del tipo de la descrita anteriormente. El líquido colado puede llevarse a un depósito situado arriba de los enfriadores, donde se deja reposar por unos 30 a 60 segundos, con lo que reduce ligeramente su temperatura. Después de esto se hace pasar el mosto a través de los refrigerantes, en donde alcanzara una temperatura de 6 a 10 C. Esta refrigeración da lugar a una nueva precipitación de complejos proteínas-toninos que se eliminan por filtración. Inmediatamente antes de ser trasvasado a la cuba o tanque de fermentación, el mosto frio se airea con aire estéril para hacerlo más propicio a la levadura que se le va a inocular.

#### D. FERMENTACION

Llegamos aquí a una de las grandes diferencias entre la forma de hacer cerveza en Inglaterra y la empleada en el Continente. Esta distinción surge del comportamiento de la levadura durante la fermentación. En Inglaterra los cerveceros emplean todavía tipos de levadura que suben a la superficie durante la fermentación. Como ejemplos de cerveza de "fermentación alta" tenemos a la ale, porter y stout. En Alemania y el Continente Americano se emplean tipos de levadura que se depositan en el fondo durante la fermentación. Como ejemplos de cervezas de "fermentación baja", conocidas como lager, tenemos tres tipos principales: Munich, Dortmund y Pilsen. En nuestro país se elaboran únicamente cervezas de fermentación baja o lager.

LEVADURA.- Los organismos que se utilizan en la fermentación de mostos de malta pertenecen a especies y razas de levaduras verdaderas. Estas razas incluyen a las de superficie y las de fondo. Esta diferenciación se basa en la conducta que la levadura tiene durante la fermentación activa, y depende de si sube a la superficie o se deposita en el fondo.

Las variedades de levadura de fondo más empleadas en



cervecería son cepas de *Saccharomyces caribergensis*. También se utilizan cepas de *Saccharomyces cerevisiae*. La levadura *S. Monacensis* es otro tipo de levadura de fondo.

Las levaduras de fermentación alta son todas cepas de *Saccharomyces cerevisiae*.

Las razas se seleccionan tanto por su habilidad para fermentar, como por su habilidad para flocular en el momento adecuado. Generalmente las levaduras se desarrollan en industrias separadas a las cervecerías. En la actualidad muchos cerveceros emplean líneas puras de levadura, que son especialmente adecuadas para la elaboración de cerveza.

Tanto si se utiliza la fermentación alta como la baja, para sembrar o inocular un barril de cerveza nueva se utilizan aproximadamente 450 gramos de levadura.

**FERMENTACION.**- El mosto aireado y frío (10 °C) se pasa los fermentadores que contienen sistemas de enfriamiento (generalmente serpentines). Los fermentadores pueden constituirse de acero vitrificado o inoxidable, de aluminio de madera o de aleaciones metálicas apropiadas. Su forma puede ser abierta o cerrada. Los tanques abiertos convienen para la fermentación de ales (levaduras de superficie), ya que se facilita la retirada de masas de espuma que se acumulan mucho en estos casos. En cambio los tanques cerrados se prefieren para las cervecerías, pues con ello es factible la recolección de dióxido de carbono que posteriormente se emplea en la operación de carbonatación, previa al envasado.

Después de realizada la siembra, se deja reposar el mosto, a una temperatura que varía según el producto que se va a elaborar. Si se trata de ales, la temperatura debe mantenerse entre 13 y 16 °C, en el caso de cerveza lager esta debe oscilar entre los límites de 4 a 8 °C. Generalmente a las 24 horas aparece la espuma, primero, formando un anillo alrededor del tanque y después, cubriendo toda la superficie. Posteriormente, la fermentación entra en su fase tumultosa, que mantiene en suspensión a las levaduras viscosas, pero no así a las células débiles o muertas, ni a los precipitados de proteínas, de resinas etc. (sobre todo cuando se trata de mostos que no se filtraron), formando un asentamiento voluminoso. En este punto se acostumbra hacer un trasiego, que separa todo el depósito y también la espuma. El mosto

para entonces, ha bajado su extracto en un 0.5% . El trasiego también permite una aireación muy deseable a esta altura del proceso.

Después de 40 a 60 horas de fermentación la espuma se engruesa notablemente (espuma densa y viscosa). Se le denomina Kraeusen joven.

Al tercero o cuarto día de la fermentación la espuma alcanza un espesor de unos 25 a 30 centímetros y es más blanca. La multiplicación celular alcanza su máximo, así como la temperatura, mientras que el extracto desciende, todo ello como una consecuencia de la gran actividad metabólica. Es importante hacer notar que, aun en esta cima del proceso, la temperatura rebasa los 12 a 13 °C, lo que representa una gran diferencia con el resto de las fermentaciones industriales.

Generalmente al quinto día, el Kraeusen empieza a desplomarse debido a que el desprendimiento gaseoso no es suficiente para soportar su peso. Además el calor desarrollado es más bajo y no contrarresta el efecto refrigerante, produciéndose una notable reducción de la temperatura. Del séptimo al noveno día después de la siembra, la actividad celular se suspende y las levaduras se asientan, lo que se conoce como el break (rompimiento) de la levadura (yeast break). El líquido sobrenadante aparece relativamente claro. Se acostumbra aplicar un enfriamiento intensivo para acelerar el asentamiento, el cual dura de uno a dos días.

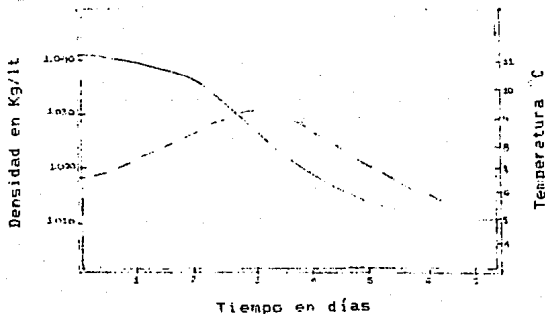
Durante la fermentación se va formando al centro del tanque, en la espuma, una acumulación de color amarillento, o café, que consiste de resinas oxidadas procedentes del lupulo. Esta acumulación se debe a que, conforme el mosto reduce paulatinamente su contenido de azúcar, y el pH baja en forma progresiva, las resinas, paralelamente a tales cambios, van perdiendo su solubilidad. Es indispensable eliminar esta espuma para evitar que le comunique a la cerveza un sabor áspero, por completo indeseable. Los fermentadores cerrados usualmente están equipados con aditamentos que realizan esta labor.

La fermentación se controla por selección de la temperatura inicial y por la refrigeración durante el proceso. En general entre más se permite elevar la temperatura más

pronto se complementará la fermentación y más rápidamente se agotará el contenido de extracto. Existe una ligera diferencia entre la velocidad de varias reacciones secundarias y la fermentación principal con respecto a la temperatura. Así, si se fermentan dos mostos de composición idéntica con microorganismos iguales por periodos equivalentes y condiciones exactamente comparables, pero a diferentes temperaturas, se obtendrán cervezas con diferencias en el sabor. Por ello, se dice que los puntos que requieren mayor atención del maestro cervecero son: la composición del mosto, el tiempo y la temperatura de la fermentación si desea conservar el sabor característico de su producto específico.

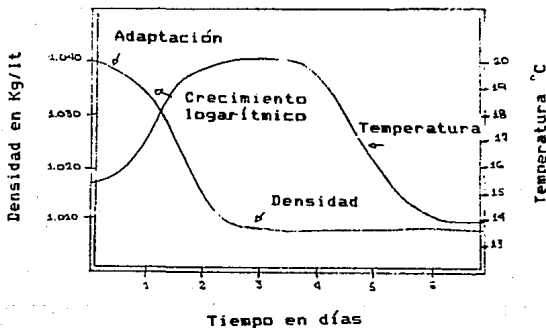
Se sabe que en varias cervecerías de los E.U.A. están aplicando con éxito la técnica de la fermentación continua, sin embargo, a primera vista no parece este proceso muy indicado debido a la gran exigencia de equilibrio entre propiedades tales como: sabor, aroma etc.

FIGURA 7  
FERMENTACION TIPICA CON LEVADURA DE FONDO  
(21)



La figura 7 muestra la relación de la densidad y el tiempo en una fermentación típica de una cerveza lager. La fermentación toma lugar a temperaturas considerablemente más bajas que en una fermentación de tope. La levadura se adiciona a 6 °C y la temperatura llega a subir hasta 9 °C. La fermentación comienza después de 12 a 24 horas. Después de 3 a 4 días la temperatura alcanza el punto máximo, cuando la fermentación está más activa. En última fase la temperatura baja hasta cerca de 5 °C. La fermentación decrece gradualmente y la reproducción se para.

FIGURA 8  
FERMENTACION TIPICA DE UNA LEVADURA DE TOPE  
(21)



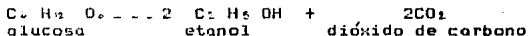
La figura 8 muestra una fermentación típica de una producción de un ale. Después de la fase inicial, la "fase lenta" la levadura comienza a nutrirse del mosto para crecer y realizar sus procesos metabólicos, la siguiente fase involucra un crecimiento logarítmico de las células de levadura. Durante la reproducción, la temperatura se eleva de 15 a 22 °C. En este punto se mantiene constantemente la temperatura, por enfriamiento. Después de 3 a 4 días el grado deseado de fermentación es alcanzado y la cerveza verde se enfría de 22 a 14 °C, y así empieza la segunda fermentación. La fermentación primaria toma aproximadamente 6 días.

### BIOQUIMICA DE LA FERMENTACION

Los términos de glucólisis y fermentación los usa el bioquímico para designar un esquema general de las reacciones que se encuentran en muchas células diferentes y que tienen muchos compuestos en común. Estas reacciones llevan a cabo la conversión de glucógeno o glucosa a ácido pirúvico o ácido láctico, que son compuestos intermedios de la degradación a dióxido de Carbono. En condiciones anaeróbicas, el ácido pirúvico se reduce a ácido láctico; en tejidos animales este proceso se llama glucólisis anaeróbica. La secuencia correspondiente para la célula de levadura resulta en la conversión de ácido pirúvico a etanol y dióxido de carbono son los productos de la fermentación con levadura en la ausencia de oxígeno.

La fermentación se define como una oxidación incompleta de carbohidratos y compuestos semejantes a los carbohidratos efectuada por microorganismos.

El cambio bioquímico que efectúan las levaduras a partir de la glucosa se puede resumir en la siguiente reacción.



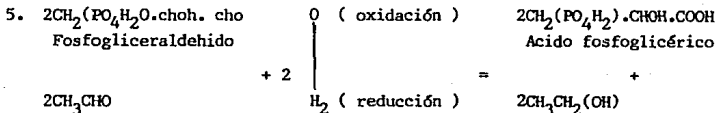
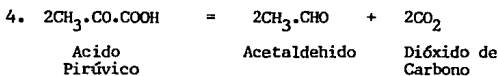
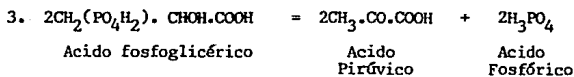
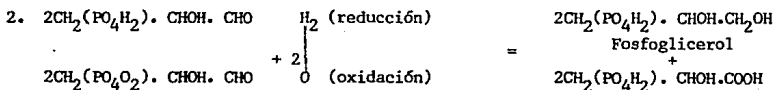
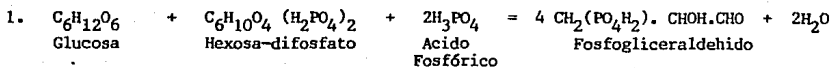
Sin embargo la destrucción de la glucosa no procede de una manera tan simple como se muestra en la ecuación. La vía glucolítica, o vía Embden-Meyerhof-Parnas muestra la secuencia completa de las reacciones involucradas en el mecanismo de la fermentación alcohólica. En la figura 9 se muestra esta vía. El proceso comienza con la transformación de glucosa, bajo la acción de glucoquinasa y hexoquinasa, y la presencia de ATP en glucosa 6 fosfato.

La glucosa-6-fosfato es convertida a fructosa-6-fosfato por medio de la enzima fosfoalcoisomerasa. En seguida hay una fosforilación de la fructosa-6-fosfato para dar fructosa 1-6 difosfato. Esta molécula por acción de la aldolasa es convertida en 2 moléculas: D-gliceraldehído-3-fosfato y dihidroxiacetona fosfato. El D-gliceraldehído-3-fosfato por acción de la enzima fosfogliceraldehído deshidrogenasa y una fosforilación oxidativa se convierte en 1-3 difosfoglicerato, el cual a su vez por medio de la enzima quinasa del ácido fosfoglicérico es convertido en 2 (3-fosfoglicerato). El 3 fosfoglicerato sufre una isomerización posicional para rendir en 2 (2-fosfoglicerato) que por medio de la enzima enolasa se convierte en fosfoenolpiruvato, esta molécula a su vez es convertida en piruvato por medio de la enzima piruvato quinasa y una fosforilación a nivel de sustrato. El piruvato sufre una descarboxilación, por la acción de la enzima piruvato descarboxilasa, y se convierte en acetaldehído; por último el acetaldehído es convertido en etanol por medio de la enzima alcohol deshidrogenasa.

La dihidroxiacetona fosfato, formada en la ruptura de la fructosa-1,6 difosfato puede llegar hasta glicerol o bien, por acción de la enzima triosa fosfato isomerasa convertirse en D-gliceraldehído-3-fosfato y seguir la ruta anteriormente descrita.

FIGURA 9

ESQUEMA DE LA GLUCOLISIS Y LA FERMENTACION ALCOHOLICA  
(15)



**METABOLISMO DE CARBOHIDRATOS.**- La energía para el crecimiento de las levaduras proviene principalmente de la fermentación de carbohidratos por la ruta Embden-Meherhof-Parnas, con una contribución del 10% proveniente de la ruta pentosa fosfato. La sacarosa es hidrolizada por la invertasa de la pared celular de la levadura, la glucosa y la fructosa son los primeros azúcares absorbidos del mosto y ambos entran en la célula por difusión.

Para el caso de la maltosa, el azúcar principal del mosto, se requiere de una maltosa permeasa inducida, por lo que es posible un retraso mientras la permeasa es sintetizada. Una situación similar existe con respecto a la maltotriosa la cuál es absorbida solamente después de que la maltosa del mosto es substancialmente consumida. De acuerdo con Griffin\* (1970) la formación de la maltosa permeasa es el mejor factor bioquímico para determinar si una especie de levadura, puede fermentar rápidamente el mosto. El retraso de la producción de maltosa permeasa es debido no solo al tiempo requerido para su síntesis sino, también en el factor que la glucosa inhibe o destruye la permeasa, entonces en un mosto suplementado con glucosa tendrá como consecuencia un mayor retraso en la utilización de la maltosa a pesar de la presencia de una cantidad adecuada del azúcar inductor apropiado. La mayoría de las levaduras pueden absorber la maltotriosa después de que se ha inducido la permeasa, y después hidroliza y fermenta esta.

**ASIMILACION DE AMINOACIDOS.**- La mayoría de los conocimientos recientes que se tienen de la asimilación de aminoácidos a partir del mosto fermentado por S. cerevisiae esta basado en los estudios de Jones y Pierce 1969\*

Los aminoácidos son absorbidos selectivamente por S. cerevisiae en una secuencia ordenada, y cuatro grupos de aminoácidos pueden ser distinguidos (fig. 10) de acuerdo a sus relativas razones de cambio de desaparición del mosto. Los del grupo A son eliminados fácilmente, mientras que los del grupo B son removidos mas lentamente, los del grupo C son absorbidos después de un largo período cuya terminación coincide con la desaparición de los aminoácidos del grupo A. La prolina, único miembro del grupo D, es asimilada muy lentamente. Estos resultados pueden estar asociados con la

\*Rose A.H. Economic Microbiology Vol. 1

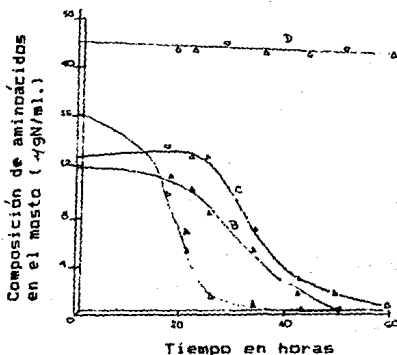


actividad de las permeasas y los aminoácidos, ya que los aminoácidos compiten por la permeasa apropiada. La razón de cambio de la conducción es proporcional a la concentración del aminoácido en el mosto.

Una vez que los aminoácidos han penetrado en la célula, participan en una serie de reacciones complejas que incluyen la transaminación.

FIGURA 10

ASIMILACION DE AMINOACIDOS EN RELACION CON EL TIEMPO  
(34)



En la fig. 10 presentada anteriormente el grupo A la conforman los aminoácidos: arginina, asparragina, ácido aspártico, ácido glutámico, glutamina, lisina, serina y treonina. Grupo B, histidina, isoleucina, leucina, metionina y valina. Grupo C, alanina, glicina, fenilalanina, tirosina, triptofano. Grupo D, prolina.

**SUBPRODUCTOS METABOLICOS.**— Algunos de los productos cuantitativamente menores, del metabolismo, tienen un efecto desproporcionado en el carácter final de la cerveza y aunque las rutas responsables para la formación de estos productos traza son moderadamente bien entendidas, la complejidad del mosto, la operación de los controles de varios sistemas dentro de la célula de la levadura, el potencial de producción de algunos subproductos metabólicos por más de una ruta bioquímica y los efectos de las diferentes variedades de levadura que operan en diferentes tipos de fermentación; todo ello se combina para hacer una generalización.

La formación de ciertos alcoholes de fusel (ejemplo 3 metil-butanol) es relacionado al metabolismo de aminoácidos de la célula de la levadura (fig. 11) sin embargo los oxoácidos envueltos en esta síntesis ( $\alpha$ -oxoisocaproico, en el caso del 3-metil-butanol) puede también derivarse a partir de los carbohidratos precursores. La formación de algunos de los alcoholes de fusel incluyendo al 3-metil-butanol, es negativamente correlacionado con el nitrógeno disponible, excepto a concentraciones muy bajas, sin embargo, después de que la fuente de nitrógeno ha sido agotada la formación de los alcoholes de fusel continua y en el caso de 3-metil-butanol, se incrementa. Es debido a esto que se concluye que la levadura no puede detener la formación de cadenas de carbono, las cuales previamente tomaron parte en las reacciones de transaminación, conducidas a la síntesis de aminoácidos relevantes.

Un segundo grupo de compuestos, cuya formación es relacionada con el metabolismo de aminoácidos de la levadura son las dicetonas vecinales, especialmente el diacetilo, compuesto cuyo aroma evoca ligeramente al de la mantequilla ligeramente rancia. Suplementos inadecuados del aminoácido valina es asociado con la superproducción de diacetilo debido a que el alfa-acetalactato, el cual esta envuelto durante la síntesis de valina escapa dentro del mosto donde se rompe, químicamente, para dar diacetilo. (fig. 12).

FIGURA 11

REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA FORMACION DE ALCOHOLES DE FUSEL POR UNA LEVADURA DE CERVECERIA (34)

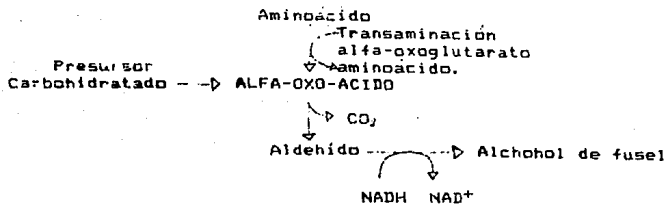
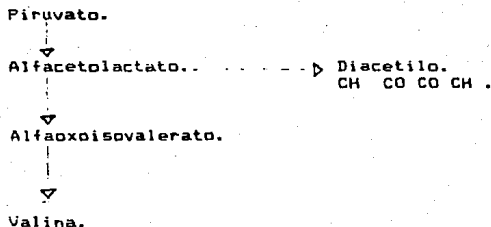


FIGURA 12

RUTA PARA LA FORMACION DE DIACETILO POR UNA LEVADURA DE CERVECERIA (34)

EN LA LEVADURA.

EN EL MEDIO.



Una deficiencia de metionina es asociada con niveles inaceptables de sulfuro de hidrógeno y un exceso de treonina tiene un efecto similar.

El último grupo de constituyentes menores formados por la levadura, a los cuales se hace referencia son los ésteres, con el acetato de etilo como referencia. La formación de ésteres envuelve la condensación de ésteres acil-CoA con alcoholes, y las condiciones que favorecen la producción de ésteres incluyen la densidad alta de la cerveza, seguida por dilución, suplementos amplios de nitrógeno asimilable y concentraciones relativamente altas de alcohol.

#### E. MADURACION FRIA

El producto procedente de los fermentadores, se llama "cerveza verde". Aún contiene en suspensión materias indeseables, tales como sustancias nitrogenadas coaguladas, resinas, células de levadura, fosfatos insolubles y otros compuestos. Ocasionalmente estos materiales se pueden eliminar mediante centrifugación, filtración con tierra de diatomeas, o filtros de pulpa. También se pueden usar agentes clarificantes (como gelatina, polivinil, etc) para facilitar la operación. Sin embargo lo habitual es transferir la cerveza a los tanques de maduración y mantenerla en ellos, a una temperatura de 0-3 °C por varias semanas. En este tiempo se produce la sedimentación de los compuestos mencionados. Además se forman ésteres y la cerveza se "madura", es decir, pierde la aspereza característica del producto verde.

Durante la maduración fría se agrega la papaína o el agente contra la turbidez que se acostumbra, generalmente ácido ascórbico o iso-ascórbico, o las sales sódicas de estos ácidos en la proporción de 227-454g por hectolitro. A veces en esta operación se emplea dióxido de azufre o sulfitos y ácido ascórbico. Las reglamentaciones oficiales no permiten un nivel superior a 25 p.p.m. de SO<sub>2</sub> libre. Mayores concentraciones se determinan fácilmente por el gusto.

Durante la maduración se permite que la cerveza adquiera un sabor y aroma más suaves. Se sabe muy poco sobre la naturaleza de los cambios que toman lugar en esta operación, pero corresponden a la producción de pequeñas cantidades de alcoholes y ésteres no identificados, producción que corre a cargo de las trazas de levadura que permanecen en la cerveza.

## F. CARBONATACION

La cerveza madura se carbonata por medio de dos procedimientos: a) Inyección de dióxido de carbono purificado (99.5% de pureza mínima) procedente de la fermentación tumultuosa, hasta obtener una concentración de 0.42 a 0.52% y b) Por el proceso "Krausen", que consiste en poner la cerveza madura en cubas de presión a la que se le añade aproximadamente un 15% de cerveza en estado inicial de fermentación (Krausen). El dióxido de carbono que se desarrolla se controla por medio de válvulas de salida hasta una concentración similar a la anterior (0.45-0.52%).

Este proceso dura de 3 a 4 semanas, pues las levaduras, bajo estas condiciones, realizan su fermentación muy lentamente. Una vez que se consume todo el azúcar, debe mantenerse otras 3 a 8 semanas en maduración fría (que determina la clarificación de la cerveza).

La carbonatación desplaza al oxígeno, que a estas alturas del proceso es definitivamente nocivo, ya que propicia la oxidación de la cerveza (sabor oxidado, modificación del sabor) y la hace perder su estabilidad. El dióxido de carbono además, ayuda a la producción y retención de la espuma, así como también a la conservación de la cerveza.

## G. ENFRIAMIENTO Y FILTRACION FINAL

Después de la maduración fría, la cerveza sufre otro enfriamiento, llamado de "pulido" (para la precipitación de los compuestos que aún puedan hacerlo), empleando tuberías de enfriamiento, en cierto modo, similar a la ya mencionada. En seguida se conduce a un filtro de tierras de diatomeas o infusorios que permiten la separación definitiva de todos los materiales en suspensión y rinde un líquido claro y brillante que ya puede considerarse como producto terminado.

## H. EMPAQUE

Después de la operación de filtrado, la cerveza se bombea a través de medidores de flujo que registran su volumen tanto para su control de fábrica (determinación de rendimiento, etc.) como para efectos fiscales. Generalmente el producto medido, se pasa a las bodegas de almacenamiento, en espera de su envasado. Este puede efectuarse en barriles

de acero inoxidable, aluminio o madera, en botellas nuevas o usadas, o también en latas.

Durante el envasado deberá excluirse el oxígeno rigurosamente, pues como sabemos, su presencia conduce a cambios oxidativos del producto.

La cerveza envasada en barriles no se pasteuriza, por lo que tiene que conservarse bajo refrigeración, y, además se destina al consumo inmediato, por su corta vida.

## I PASTEURIZACION

El producto envasado en botellas, o en latas, requiere generalmente de la pasteurización. Para ello los recipientes se lavan y se llenan automáticamente, después se cierran, se enjuagan exteriormente y se transportan al pasteurizador, donde se calienta hasta alcanzar una temperatura inferior de 60 °C (o ligeramente superior) por un período suficiente para la destrucción de los microorganismos capaces de deteriorar la cerveza (aproximadamente 55 minutos). Las botellas se revisan en busca de defectos, ya sea visual o electrónicamente, se etiquetan, se colocan en cajas y se almacenan en espera de su distribución y venta.

La pasteurización afecta el sabor de la cerveza (sabor cocido), por lo que moderadamente se han desarrollado métodos para evitarla. Entre ellos, se encuentra la utilización de los filtros bacteriológicos de membrana (millipore), y la adición de antisépticos químicos (éster heptílico del ácido aminobenzoico en niveles de 12 ppm). También se ha sugerido la aplicación de ambos recursos, para resolver los problemas inherentes a las contaminaciones que se producen durante el envasado, ya que, aún cuando el producto se ha esterilizado por filtración, el envase no está libre de microorganismos.

## 1.1.6 DEFECTOS DE LA CERVEZA

### TURBIDEZ

Son muchos los factores que pueden ser causa del enturbiamiento de la cerveza: proteínas inestables, complejos de proteínas inestables, complejos de proteínas-taninos, almidón, resina y microorganismos.

El enturbiamiento del gluten o albúmina ocurre generalmente a una temperatura baja. Es probable que aparezca este tipo de turbidez cuando la malta se ha secado indebidamente en la estufa o cuando se ha empleado cebada con un gran contenido de proteínas.

El enturbiamiento por oxidación se debe en parte a los compuestos de proteínas - taninos. Es originado por la presencia de oxígeno; la agitación al ser transportada la cerveza; los choques de la botella que comunican al líquido vibraciones supersónicas, y la luz del sol. Para impedir esta turbidez resulta muy eficaz la saturación de la cerveza con dióxido de carbono.

La niebla de taninos-proteínas aparece también a temperaturas bajas. Para producir cervezas estables que no enturbien a temperaturas bajas es recomendable la adición de pequeñas cantidades de una enzima proteolítica después de la fermentación, aunque también puede añadirse antes.

La turbidez del almidón es el resultado de la indebida conversión del almidón durante la fermentación del mosto. Para evitar la turbidez del almidón puede añadirse amilosas a las cubas de depósito.

El aceite de resina, así como el oxalato cálcico, producen a veces turbidez, que se evitará mediante una filtración adecuada.

El enturbiamiento por levaduras puede ser debido a una impropia clarificación durante la fermentación secundaria, la cuál a su vez proviene de un extracto insatisfactorio. Las levaduras salvajes, especialmente las de variedad S. pastorianus III, producen turbidez. El empleo de cultivos puros y el debido saneamiento de las fábricas evitan el acceso y el desarrollo de las levaduras salvajes.

Entre las turbideces producidas por las bacterias, las más corrientes son las originadas por las sarcinas especialmente en las fermentaciones bajas. Las turbulencias bacterianas son menos corrientes que las causadas por las levaduras. Se previenen mediante una técnica aséptica, el empleo de cultivos puros de levaduras, el saneamiento de la planta y el empleo de los antisépticos del lúpulo.

#### DERRAMAMIENTO

Quando una botella de cerveza es abierta, el contenido puede ocasionalmente erupcionar violentamente con una pérdida considerable de espuma y líquido. Este estallido de la cerveza ocurre esporádicamente y los causas del derramamiento no han sido fáciles de establecer.

Los factores que promueven el derramamiento incluyen los iones metálicos, particularmente  $Ni^{2+}$ , el cuál requiere la presencia de isohumulonas para este efecto, el  $Fe^{3+}$ , microcristales de oxalato de calcio, y la oxidación de resinas de lúpulo.

Esencialmente, el derramamiento es una pérdida incontrolable de saturación y aparece como un fenómeno de nucleación.

Este fenómeno puede ser suprimido por la humolona o por ácidos grasos insaturados de alto peso molecular, tales como el ácido linoleico. Componentes del aceite del lúpulo, inhiben efectivamente el derramamiento.

#### OXIDACION, RANCIDEZ Y SABORES EXTRANOS

En una revisión del control de la concentración de oxígeno durante el proceso de elaboración de cerveza, Nielsen (1973) sugiere que un tercio de la producción de cerveza en el mundo es consumida en menor o mayor grado en un estado oxidado, con la característica de una palatibilidad similar a la del pan.

El compuesto 2-trans-nonenal puede ser responsable de sabores rancios o acartonados. Una concentración similar (1 ppm) de 2-metil-furfural es requerida para impartir un sabor auténticamente rancio a la cerveza. El nonenal se deriva del



ácido linoleico, el cual es introducido al mosto por malta. Otros compuestos carbonílicos los cuales son asociados con el envejecimiento de la cerveza son los productos de oxidación de los alcoholes superiores, tales como el butiraldehído. Productos de oxidación de los carotenoides pueden también contribuir a la rancidez.

Es difícil generalizar acerca de los sabores extraños ya que las diferentes cervezas contienen cantidades distintas de los componentes que tienen efectos intensos en el sabor. El diacetilo por ejemplo es detectable en una cerveza tipo lager a concentraciones de 0.2ppm y da ciertos atributos sensoriales, mientras que en una cerveza tipo ale no se detecta a estas concentraciones.

Otros sabores extraños pueden ser causados por un almacenamiento inapropiado de una cerveza embotellada. El sabor aislado se puede detectar rápidamente en cervezas expuestas a la luz y es atribuido al mercaptano de isopentilo; a la fotólisis de isohumulonas que da radicales 3-metil-2 enil los cuales reaccionan con sulfuro de hidrógeno o cualquier tiol disponible para formar este compuesto.

Cambios menores en el proceso pueden tener efectos mayores en el sabor, como sucede con el caso del acetaldehído. Valores altos de acetaldehído son asociados con la práctica de adición de bisulfito como conservador. El acetaldehído; formado normalmente en la fermentación, ya ligado con el sulfito y la acumulación de este reduce el etanol.

#### INFECCION DE LA CERVEZA

Las denominaciones infección de la cerveza o enfermedad de la cerveza se emplean comúnmente para describir la condición indeseable que se presenta ocasionalmente en las cervezas como resultado de la presencia de microorganismos, los más importantes de los cuales son bacterias.

Las bacterias infectantes que tienen importancia en la industria cervecera se incluyen en tres familias: Pseudomonadaceae, Achromobacteraceae y Lactobacillaceae. Las infecciones de la cerveza son originadas por especies de los géneros siguientes: Acetobacter, Lactobacillus, Streptococcus, Flavobacterium y Achromobacter.

Es conveniente considerar que las condiciones que se encuentran en las operaciones de fabricación de cerveza, tienen en general efecto pronunciado sobre las bacterias y de hecho pueden condicionar la supervivencia o el desarrollo de un organismo en la cerveza.

Las bacterias de las especies anteriormente mencionadas son destruidas en un tiempo relativamente corto a temperaturas bastante inferiores al punto de ebullición del agua. Por tanto, si las cervezas contienen estos organismos generalmente se habrán infectado durante una o más de las operaciones consecutivas a la ebullición de la cerveza nueva.

Las especies del género *Acetobacter* son Gram-negativas, (con excepción de *A. acrooxidans*) aerobias y crecen en un intervalo de 5-8 a 35-40 °C. Estas bacterias producen ácido acético aerobiamente a partir de etanol y poseen tolerancia frente a la acidez y a los antisépticos del lúpulo. Pueden ser responsables de la acidez en las cervezas debido al ácido acético. Las especies *A. capsulatum* y *A. viscosum* pueden producir viscosidad en la cerveza mientras que una tercera especie, *A. turbidans* puede originar turbidez y acidez.

Las infecciones por las especies de *Acetobacter* se limitan a aquellos casos en los que los caldos fermentados o las cervezas se exponen al oxígeno. El control se ejerce excluyendo el oxígeno del producto fermentado y empleando cultivos puros de levaduras.

Dos géneros de la familia *Lactobacillaceae*, los *Lactobacillus* y *Streptococcus*, contienen especies que pueden ser causa de serias perturbaciones. Son Gram-positivos y tolerantes frente a los ácidos. Pueden resistir a los antisépticos del lúpulo y con frecuencia se autoadaptan a su presencia. *L. pastorianus* y *Saccharobacillus pastorianus* dan lugar a acidez en las cervezas y a un tipo de turbidez sedosa. Pueden producir ácido láctico, acético, fórmico, alcohol y dióxido de carbono.

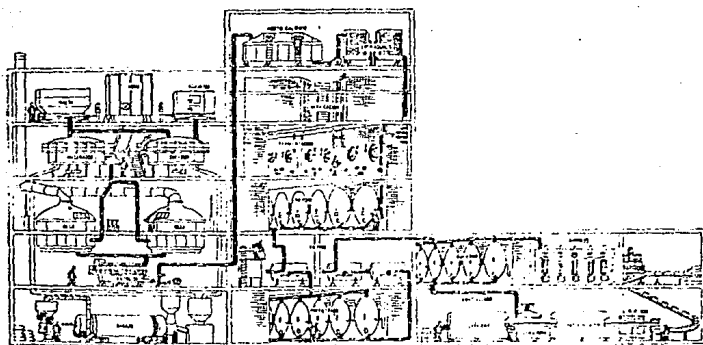
Los estreptococos que ocasionen trastornos en la cerveza van asociados a defectos como la infección de la sarcina, acidez, turbidez y viscosidad. La infección de la sarcina es una enfermedad de la cerveza caracterizada por un olor similar al de la miel. Este olor particular es debido a la producción de diacetilo por la bacteria, el cual combinado con el aroma normal de la cerveza, produce el aroma similar al de la miel.

La familia Achromobacteraceae contiene dos géneros de considerable importancia en la microbiología de la cerveza: Achromobacter y Flavobacterium. A. anaerobium produce turbidez y mal olor en las cervezas. E. proteus es un infectante de las levaduras de la cerveza. A. anaerobium produce una turbidez sedosa y olor a sulfhídrico (débil) y a manzanas.

La infección de la levadura de la cerveza causada por E. proteus produce etanol y ácido.

FIGURA 13

PROCESO DE CLABORACION DE CERVEZA  
(38)



## 1.2 BEBIDAS CARBONATADAS

### 1.2.1 DEFINICION Y CLASIFICACION

La norma de identidad de la FDA para el agua de soda es "la clase de bebidas preparadas por absorción de dióxido de carbono en agua potable". La cantidad de dióxido de carbono utilizada no es menor que la que absorbería a una atmósfera de presión y a una temperatura de 15.6 °C. La norma de identidad también describe otros ingredientes que pueden agregarse a la bebida carbonatada. Estos incluyen edulcorantes, ácidos, sabores, conservadores y muchos otros ingredientes opcionales.

La Norma Oficial Mexicana define a las bebidas carbonatadas o refrescos como bebidas que además de agua potable pueden contener como máximo un 2% de alcohol etílico, edulcorantes, saborizantes, dióxido de carbono, jugos, pulpas de frutas y otros aditivos autorizados.

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

#### TIPO 1 BEBIDAS

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

#### TIPO 2 REFRESCOS

- a) Refrescos de ...
- b) Refresco sabor de ...
- c) Refrescos bajos en calorías

#### TIPO 1

- a) Bebidas de ...

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

b) Bebidas nutricionales.

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

c) Bebidas bajas en calorías.

Son aquellas que en su composición eliminan el uso de azúcar sustituyendola por edulcorantes autorizados por la Secretaría de Salud y que cumplan con lo especificado en el inciso (a).

TIPO 2

a) Refrescos de ...

Es aquél que contiene no menos de 10% y como mínimo 6% de jugos o pulpas de frutas, verduras o legumbres.

b) Refrescos sabor de ...

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

c) Refrescos bajos en calorías.

Son aquellos que en su composición eliminan el uso de azúcar, sustituyendola por edulcorantes autorizados por la Secretaría de Salud y que cumplan con las especificaciones de los incisos (a) o (b).

## 1.2.2 MATERIAS PRIMAS

### 1.2.2.1 AGUA

La porción acuosa de las bebidas carbonatadas le da el volumen y cuerpo al producto final. Por esta razón debe ser considerada como uno de los ingredientes más importantes.

Las fuentes de agua utilizadas para la manufactura de refrescos se clasifica como:

#### 1) AGUAS SUPERFICIALES

Dentro de esta categoría se encuentran las aguas de corrientes incluyendo a los arroyos y ríos, estanques y lagos. El agua obtenida de corrientes superficiales puede encontrarse turbia por la presencia de arcilla o grava y otros ingredientes del suelo. Ciertas tierras pueden contribuir con materia orgánica como vegetales, microorganismos y desechos de animales, seres humanos. Se puede encontrar también contaminación causada por desperdicio de muchos tipos de industrias.

#### 2) AGUAS SUBTERRANEAS

Dentro de esta categoría se encuentra el agua de pozos y manantiales. El agua obtenida de pozos puede ser de tipo suave a duro, dependiendo de las características minerales del área adyacente. El agua de los pozos pocos profundos es por lo general más suave que la de pozos profundos. El agua de los pozos profundos contiene usualmente una concentración más alta de minerales disueltos. Estas aguas son usualmente claras, algunas veces sin color alguno, dependiendo del tipo de rocas y suelos con los que tiene contacto. El agua de manantiales es parecida a la de los pozos de poca profundidad, sin embargo pueden ser afectadas por la contaminación debido a la poca profundidad de su origen.

#### 3) AGUAS DE LLUVIA

El agua de lluvia contiene disueltos gases como oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico y otros gases de la atmósfera, así como también el polvo y humo son disueltos en el agua que cae a la tierra.

IMPUREZAS ENCONTRADAS EN EL AGUA

Sólidos suspendidos	Arcilla Partículas de algas Materia vegetal Materia animal
---------------------	---

Sólidos disueltos	Presencia de dureza Cloruros Coloides Gases
-------------------	--



TABLA 5

IMPUREZAS Y SU EFECTO EN LAS BEBIDAS\*

NATURALEZA DE IMPUREZAS	TOLERANCIA MAXIMA p.p.m	EFECTO TIPICO EN LA BEBIDA
Turbidez	5	Sabor no apto y decoloración
Sabor y Olor	ninguno	Sabor no apto
Algas y Protozoarios	ninguno	Sabor no apto Sedimento Deterioro
Levadura	ninguna	Sabor no apto Sedimento Deterioro
Mohos	ninguno	Sabor no apto Sedimento Deterioro
Hierro o Manganeso	0.1	Manchas Decoloración Sabor no apto
Alcalinidad	50	Neutraliza el Acido
Sólidos Totales	500	Cloruros-sabor salado Sulfatos-sabor salobre

\* Zapata Ruiz J. y los editores de bebidas. Manual Práctico de Bebidas para la Industria de Refrescos. All American, pag 16.

Las diferentes fuentes de agua pueden ser clasificadas o agrupadas en orden de su claridad normal, antes del tratamiento como sigue:

- |                         |               |
|-------------------------|---------------|
| 1. Pozos profundos      | 5. Depósitos  |
| 2. Pozos poco profundos | 6. Lagos      |
| 3. Manantiales          | 7. Corrientes |
| 4. Agua de lluvia       | 8. Lagunas    |

El agua puede también agruparse de acuerdo a su contenido de minerales; el agua de lluvia es la menos afectada, las aguas superficiales contiene pequeñas cantidades de minerales, y las que mayor cantidad tienen, son las aguas subterráneas.

#### NORMAS PARA AGUA USADAS EN BEBIDAS (42)

Al especificar las normas para el agua de las bebidas gaseosas, es evidente que esta no debe tener impurezas de ninguna clase o tipo que interfieran con el gusto, el color la apariencia física y la carbonatación del producto. Tales normas son, por lo general:

1. El suministro de agua debe ser de origen de incuestionable sanidad. (Aprobado como suministro de agua municipal).
2. Debe haber un suministro adecuado con presión suficiente y uniforme.
3. El total de sólidos minerales no debe exceder de 500 p.p.m. Se requiere que no tenga hierro, azufre y manganeso u otros compuestos de esta naturaleza.
4. La alcalinidad no debe exceder de 50 p.p.m.
5. El agua debe tener un contenido muy bajo, preferiblemente no debe tener sabor, olor y materias orgánicas, u otras sustancias derivadas de los desperdicios industriales.
6. El agua debe encontrarse libre de turbiedad, sedimentos y materia suspendida.

## CARACTERISTICAS BACTERIOLOGICAS

El agua debe estar libre de germenés patógenos procedentes de contaminación fecal.

a) Menos de 20 organismos de los grupo coli y coliformes por litros de muestra, es decir, todos los bacilos esporogénicos, gram negativo, que fermente el caldo lactosado con formación de gas.

b) Menos de 200 colonias bacterianas por centímetro cúbico de muestra, en la placa de agar incubada a 37 °C durante 24 horas.

c) Ausencia de colonias bacterianas licuantes de la gelatina, cromógenas o fétidas, en la siembra de un centímetro cúbico de muestra en gelatina incubando a 20 °C por 48 horas.

## TRATAMIENTO DE AGUAS

Para obtener una bebida con sabor uniforme y alta calidad es necesario tener agua que sea más pura que la normalmente disponible. Para obtener esto, el agua, que tiene que ser aprobada por las autoridades superiores, es tratada para darle apariencia, sabor y aroma, y eliminar ciertos minerales.

Diferentes procesos de purificación son utilizados dependiendo del tipo de agua.

El método para tratamiento de agua más comunmente aplicado para la elaboración de refrescos consiste en poner el agua en tanques y adicionarle un coagulante, cloro y cal para reducir la alcalinidad si fuera necesario.

El coagulante forma un precipitado gelatinoso, el cuál absorbe la materia orgánica extraña, posteriormente el agua es pasada a través de filtros de arena, después se remueve el cloro con un lecho de carbón activado y finalmente el agua es pasada por filtros especiales para asegurarse que todas las trazas de micropartículas son separadas y obtener el agua completamente cristalina.

Una gran variedad de agentes químicos pueden ser usados en este método. Sulfato de aluminio, sulfato ferroso, y sulfato férrico son los coagulantes mas comunes. Una tendencia moderna es la adición de agentes coagulantes, tales como polielectrolitos.

El cloro es adicionado al agua a embotellar con el propósito de matar algas, levaduras, bacterias y vida animal, así como para consumir la materia orgánica que causa sabores y olores indeseables al producto final. El cloro además tiene propiedades oxidantes para la destrucción de fierro, magnesio y ácido sulfhídrico, ayuda también al sulfato ferroso durante la coagulación. El cloro es adicionado al agua ya sea como hipoclorito de sodio o inyectado como gas. Se adicionan 4-12 p.p.m.

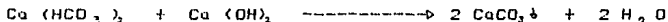
Un factor importante es mantener el agua con baja alcalinidad. Generalmente 50 p.p.m. se considera como el límite superior permitido para el agua que va a ser utilizada para la elaboración de refrescos.

Las cuatro principales razones para reducir la alcalinidad son:

- 1) Producción del sabor óptimo.
- 2) Mantener la acidez correcta y no neutralizar el ácido de la bebida.
- 3) Eliminar los sabores atribuidos a las sales alcalinas.
- 4) Producir una bebida de sabor y características uniforme.

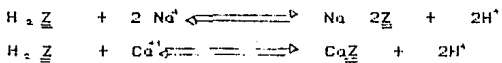
La cal reacciona químicamente con bicarbonato de calcio y magnesio en el agua, que son las principales sustancias que dan la alta alcalinidad y dureza, formando precipitados que sedimentan en el tanque de retención.

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



Cuando una fuente de agua esta disponible y es favorable para la manufacturación de bebidas embotelladas, excepto que su alcalinidad es demasiado alta, no es necesario darle un tratamiento de coagulación. En este caso, un intercambio iónico del tipo catiónico es un ciclo de intercambio de

hidrógeno o ácido puede ser usado. Este tratamiento no sólo disminuye la alcalinidad sino que además decrece la dureza, por la siguiente reacción que toma lugar.



En la cuál  $H_2Z$  representa el intercambiador catiónico.

### 1.2.2.2 EDULCORANTES

Un agente edulcorante es aquella sustancia, artificial o natural, que tiene el poder de endulzar un alimento y en este caso una bebida. Los agentes edulcorantes se clasifican en:

#### a) Agentes Edulcorantes Nutritivos.

Cualquier edulcorante que proporcione energía o valor calórico a la bebida es considerado como un edulcorante no nutritivo. Estos edulcorantes tienen la cualidad adicional de proveer de suficiente cuerpo a la bebida, lo que ayuda a portar o transmitir el sabor. Algunos ejemplos de estos edulcorantes son: Sacarosa, Fructosa, Azúcar líquida y Aspartame.

#### b) Agentes Edulcorantes no Nutritivos.

Los edulcorantes no nutritivos son compuestos que no son metabolizados por el cuerpo y que por lo tanto no contribuyen con nada de calorías a la dieta. Estos edulcorantes resultan ventajosos especialmente para personas que requieren limitadas calorías en sus dietas, (personas con algún tipo de diabetes o personas con exceso de peso) y para la prevención de caries dental. Algunos ejemplos de estos edulcorantes son: Sacarina, Ciclamatos y Acesulfame K.

Los principales azúcares y jarabes utilizados en la manufactura de refrescos son sacarosa, dextrosa (D-glucosa) y azúcar líquida. Otros jarabes además del azúcar líquida son por ejemplo: jarabes de maíz, azúcar invertida, miel y jarabes de cereales, los cuales se usan muy rara vez.

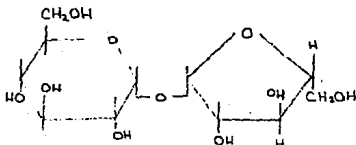
Los azúcares y jarabes en estas bebidas tienen las siguientes funciones principales:

- a) Proveer el dulzor para balancear apropiadamente el ácido y otros componentes de la bebida y además producen un refresco de sabor balanceado.
- b) Da el cuerpo necesario a la bebida.
- c) Sirve como vehículo del sabor y lo distribuye uniformemente cuando se consume.

d) Proporciona energía o da valor alimenticio a la bebida.

#### SACAROSA

La sacarosa es un disacárido obtenido a escala industrial de la caña de azúcar y de la remolacha. Es el principal edulcorante utilizado en las bebidas carbonatadas. La sacarosa es un sólido cristalino, blanco e incoloro cuando esta puro. El azúcar se distingue por (a) falta de sabor, excepto la dulzura, y por su habilidad para acentuar otros sabores, (b) su rápida solubilidad en agua, (c) su estabilidad en la presencia de muchas sustancias químicas y (d) su alto valor calórico como un alimento.



ESTRUCTURA DE LA SACAROSA

#### AZUCAR LIQUIDA

El azúcar líquida en el mercado se clasifica como sigue:

- 1) Solución de sacarosa líquida, que contiene alrededor de 67% de sacarosa. El análisis de esta azúcar es de 67% de sólidos 0.2% de azúcar invertida, 0.05% de cenizas, pH de 6.8 y sin turbidez.
- 2) Solución de sacarosa líquida, contiene también 67% de sacarosa, pero tiene más cenizas que la primera categoría y

además posee una ligera coloración.

- 3) Con azúcar parcialmente invertida que contiene casi iguales cantidades de sacarosa y azúcar invertida. La composición de este jarabe es de 76% de sólidos, 0.05% de cenizas, pH de 5.0, es de color paja y no presenta turbidez.

Este jarabe es deseado para la manufactura de refrescos debido a dos razones principalmente: a) el productor ahorra en el costo de transporte ya que contiene menos agua; b) disminuye la oportunidad de contaminación porque el contenido de sólidos es más alto.

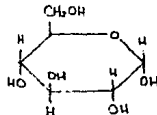
- 4) Azúcar líquida parcialmente invertida que contiene cantidades casi iguales de sacarosa y azúcar invertida, pero tiene más cenizas y más color, que el azúcar de la categoría anterior.

El azúcar invertida es una mezcla de dextrosa (D-glucosa) y fructosa en una proporción de 50% cada una, se elabora a partir de la hidrólisis de soluciones de sacarosa.

#### DEXTROSA

La dextrosa es procesada de el maíz, el nombre químico apropiado de la dextrosa es D-glucosa. Tiene cerca de dos tercios de la dulzura del azúcar de caña (sacarosa). Comercialmente se encuentran disponibles dos tipos de dextrosa refinada: hidrato de dextrosa, que contiene cerca de 8% de agua de cristalización, y dextrosa anhidra que contiene menos de 0.5% de agua. El azúcar y la dextrosa no pueden ser usados intercambiamente para todo propósito porque difieren mucho en sus propiedades físicas y químicas. La dextrosa es menos dulce y menos soluble. La sustitución de azúcar por dextrosa a menudo afecta el sabor y en muchos casos el color.

#### ESTRUCTURA DE LA D-GLUCOSA





## EDULCORANTES ARTIFICIALES

En la actualidad el tema de los edulcorantes artificiales es uno de los tópicos más interesantes e interminable en la manufactura de bebidas.

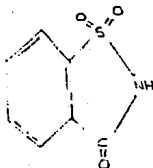
Los edulcorantes artificiales que han tenido mayor desarrollo en la elaboración de bebidas carbonatadas dietéticas son: sacarina, ciclamato y aspartame.

### SACARINA

El principal edulcorante sintético en los últimos 50 años ha sido la sacarina y sus sales, principalmente la de amonio y la de sodio.

La sacarina es el 2,3-dihidro-3-oxobenzisulfonazol; también es conocida como benzilsulfonimida. Es un polvo blanco cristalino e inodoro y es 300 a 550 veces más dulce que la sacarosa. La variación en el rango del poder edulcorante se debe a la respuesta sensitiva en diferentes individuos.

La sacarina se utiliza en su forma de sal de sodio ( $C_{7}H_{4}O_{3}NSNa \cdot 2H_{2}O$ ) debido a su gran solubilidad en agua y es conocida como sacarina soluble. Es un polvo cristalino, inodoro e incoloro Solubilidad: 83g se disuelven en 100 ml de agua.

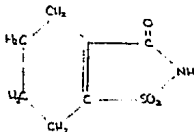


ESTRUCTURA DE LA SACARINA

## CICLAMATO

El ciclohexilsulfamato de sodio, llamado comunmente ciclamato o sulfamato es una sustancia muy dulce; 30 veces más dulce que la sacarosa en solución diluida. El ciclamato es un solido blanco, no higroscopico, no corrosivo y prácticamente inodoro. No tiene valor nutritivo. Es compatible con todos los ingredientes usados en la manufactura de alimentos y bebidas, no tiene efecto en el tiempo de vida media de las bebidas, y retiene su poder edulcorante indefinidamente. Es estable en un rango de pH de 2 a 10 y no se ve afectado por temperaturas arriba de 260 °C.

El ciclamato de sodio es muy soluble en el agua, forma soluciones claras.



## ESTRUCTURA DEL CICLAMATO

Existe otra sal del ácido ciclohexilsulfámico y es la sal de calcio (C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>NHSO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> Ca·2H<sub>2</sub>O es muy dulce también. Es un solido blanco cristalino, no higroscópico y es 30 a 40 veces más dulce que la sacarosa. No tiene valor nutritivo. Es muy soluble en agua, forma soluciones claras.

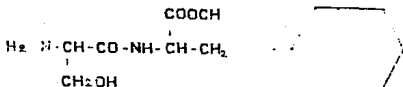
El ciclamato de calcio reacciona con ácido tartárico, tartratos, oxalatos y algunas fosfatos para formar sales de calcio insolubles. Por lo que es preferible utilizar la sal de sodio en formulaciones donde pudiera precipitar el ciclamato de calcio.

## ASPARTAME

El aspartame es un producto sintetizado a partir de dos aminoácidos intermediarios llamados ácido L-aspártico y L-fenilalanina. Su poder edulcorante es de 180 a 200 veces más que el de la sacarosa. Fue aprobado como edulcorante artificial por la F.D.A. desde el año 1982, usándose desde entonces principalmente como edulcorante en bebidas dietéticas, ya que prácticamente no proporciona calorías.

El uso de este edulcorante está restringido para las personas con fenilcetonuria, por la acumulación de fenilalanina, que en altas concentraciones provoca retraso mental.

El aspartame es capaz de intensificar y prolongar los sabores frutales tales como limón y naranja, en alimentos y bebidas; en combinación con la sacarina produce un sabor más dulce que cualquiera de ellos en forma separada.



### ESTRUCTURA DEL ASPARTAME

Los niveles de uso del aspartame varía de 0.01% , para modificación de sabor a 0.6% para endulzar. Niveles exactos dependen de la formulación, pH, temperatura y características del sabor en el producto.

La inclusión del aspartame en las bebidas a demostrado la capacidad para sobrevivir a los ciclos normales de distribución y a las temperaturas ambientales.

## ACESULFAME K

Este endulcorante sintético se obtiene como un sólido blanco cristalino que es aproximadamente 200 veces más dulce que una solución de sacarosa al 3%, es muy soluble en agua. Con aspartame o sacarina actúa sinérgicamente.

El acesulfame K es más estable al calor que la sacarosa, a valores de pH menores de 3 se detecta la pérdida de su estabilidad. Este endulcorante no es metabolizado, y no se acumula en el cuerpo.

El acesulfame K es aprobado para su uso en el Reino Unido, Alemania y Bélgica. Tiene aplicaciones en bebidas carbonatadas y otros productos alimenticios.

### 1.2.2.3 CONSERVADORES

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

La función de los conservadores es la de prevenir el deterioro causado por las enzimas y bacterias que existen en varios grados en todos los productos alimenticios. No obstante, antes de que el uso de estos preservativos sea efectivo, es necesario trabajar en condiciones sanitarias inmejorables.

Los conservadores permitidos para uso en bebidas carbonatadas son: dióxido de azufre y benzoato de sodio.

#### DIOXIDO DE AZUFRE

Frecuentemente empleado en la forma de una solución acuosa al 6% . La cantidad máxima permitida es definida por la legislación , usualmente es de 100 p.p.m. , que equivale a 44.5 ml de la solución por 3.78 litros de jarabe.

Mecanismo de acción: el dióxido de azufre en solución acuosa forma ácido sulfuroso, el cual se disocia en los iones sulfito y bisulfito. El ión bisulfito predomina a pH de 4.5 o menor, y es considerado como el agente inhibidor del crecimiento bacteriano.

## BENZOATO DE SODIO

Se emplea la sal del ácido benzoico porque es más soluble. La forma no disociada del ácido es la que tiene actividad microbiana y por lo tanto el pH tiene un efecto decisivo en su efectividad. El pH óptimo de actividad para el ácido benzoico se encuentra entre 2.5 y 4.0 . Actúa principalmente contra levaduras , bacterias y en menor grado contra hongos.

Los límites para el ácido benzoico varían, sin embargo el máximo permitido es 0.1% . El benzoato de sodio ayuda a prevenir el desarrollo de los microorganismos en sistemas acuosos con un pH no mayor de 4.5 .

El benzoato de sodio es un polvo cristalino o granulado blanco, inodoro o casi inodoro, estable al aire. Es soluble en agua y en alcohol al 90% .



ESTRUCTURA DEL BENZOATO DE SODIO

#### 1.2.2.4 ACIDULACION Y ACIDOS

El sabor y la calidad de una bebida carbonatada no alcohólica depende de alguna manera de la cantidad y de el carácter del ácido empleado, ya que éste complementa el desarrollo del sabor. Los principales ácidos utilizados en la manufactura de bebidas carbonatadas no alcohólicas son: ácido cítrico, ácido fosfórico y ácido tartárico. En ocasiones se utiliza el ácido acético. Todos estos ácidos, con excepción del fosfórico son ácidos orgánicos.

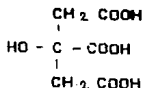
#### ACIDO CITRICO

El ácido cítrico,  $\text{COOH} \cdot \text{CH}_2 \text{C}(\text{OH})(\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  -- o ácido  $\beta$ -hidroxitricarboxílico es un sólido inodoro, incoloro en forma de cristales, granulos blancos o polvo. Es muy soluble en agua, aproximadamente 133 partes se disuelven en 100 partes de agua fría.

El ácido cítrico tiene un sabor placentero y da un sabor reminiscente de limón. Se puede preparar sintéticamente, sin embargo el ácido cítrico más comercial se elabora por la fermentación fungal de la sacarosa y algunas veces se obtiene de la extracción de limones, limas y piñas.

El ácido cítrico es el principal ácido usado en la industria de bebidas carbonatadas. La mayor razón por la cuál es empleado es el hecho de que combina bien con los sabores frutales y ligeros.

El ácido cítrico se usa comunmente en la industria de las bebidas carbonatadas en una solución al 50% .



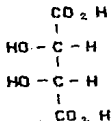
#### ESTRUCTURA DEL ACIDO CITRICO

## ACIDO TARTARICO

El ácido tartárico,  $\text{HOOC} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{COOH}$ , ácido dihidrosuccínico, es un ácido dibásico que forma cuatro isómeros. El isómero más común es la forma dextro y se obtiene de las uvas.

El ácido tartárico se presenta como cristales transparentes, o como polvo o granulos blancos. Tiene un sabor fuerte; es muy soluble en agua, 139 gramos se disuelven en 100 ml de agua a 20 °C.

Se utiliza en la elaboración de bebidas carbonatadas de uva.



## ESTRUCTURA DEL ACIDO TARTARICO

### ACIDO MÁLICO

El ácido málico  $\text{HOCH} - (\text{COOH}) - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ , ácido L-hidroxisuccínico es el ácido característico de las manzanas y por esta razón es conocido como el ácido de la manzana.

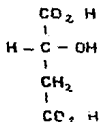
Es un sólido blanco o incoloro, cristalino. Es muy soluble en agua y en alcohol.

El ácido málico es recomendable para usarse en las



bebidas carbonatadas con sabor manzana, cerveza, uva, pina.

Se elabora sintéticamente. El uso del ácido málico presenta desventajas económicas frente a los otros ácidos utilizados en la manufactura de bebidas carbonatadas.



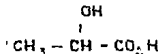
#### ESTRUCTURA DEL ACIDO MALICO

#### ACIDO LACTICO

El ácido láctico ordinario, es la mezcla racémica DL ácido láctico, ácido 2 hidroxipropiónico,  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{-COOH}$ . Es un líquido incoloro o amarillento, inodoro. Es soluble en agua, alcohol y éter. Se elabora a partir de fermentaciones de azúcares y almidón de maíz.

El ácido láctico es ampliamente utilizado como acidulante en la manufactura de bebidas carbonatadas.

Se utiliza comúnmente una solución al 80% o al 50% .



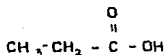
#### ESTRUCTURA DEL ACIDO LACTICO

## ACIDO ACETICO

El ácido acético,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$  es un líquido incoloro, con un sabor pungente, el cual al diluirse tiene el olor y el sabor característico del vinagre. Es miscible con agua y alcohol.

El ácido acético se prepara sintéticamente.

El ácido acético es conocido desde hace mucho tiempo. Se utiliza comunmente en una solución al 80% .



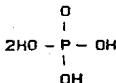
## ESTRUCTURA DEL ACIDO ACETICO

## ACIDO FOSFORICO

El ácido fosfórico, ácido ortofosfórico es un líquido viscoso, incoloro e inodoro, contiene cerca de 85% de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  . Es miscible con agua y alcohol. El ácido fosfórico se prepara sintéticamente.

El ácido fosfórico es ampliamente utilizado como acidulante en bebidas carbonatadas, particularmente en las bebidas con sabor cola y en la cerveza de raíz. El ácido fosfórico es posiblemente el ácido más importante en la manufactura de las bebidas carbonatadas no alcohólicas.

Se utiliza comunmente en una solución al 75% o al 85%. Es el más barato.



#### ESTRUCTURA DEL ACIDO FOSFORICO

#### ACIDULACION.

El factor más importante al escoger un ácido para una bebida carbonatada con sabor es la habilidad de realzar el sabor en cuestión. Básicamente el ácido tartárico es el mejor ácido para los sabores de uva, el ácido cítrico para los sabores cítricos y el ácido málico para el sabor de manzana.

Actualmente, otros factores como el precio y la disponibilidad, toman parte en el momento de elegir el ácido, adecuado para la preparación de una bebida.

Comunmente el ácido fosfórico es utilizado de preferencia para acidular los sabores de cola, cerveza de raíz, sarsaparilla y bebidas similares; el ácido cítrico es el ácido preferido para los sabores frutales, particularmente para los sabores cítricos, y también para ginger ale; el ácido tartárico es el ácido a elegir para el sabor uva y el ácido málico es usado para los sabores manzana, opio y cereza.

La acidulación a parte de ser importante en el factor

sabor tiene otras funciones como:

- a) Conservar el jarabe y las bebidas contra los microorganismos y proporcionar un medio desfavorable para su crecimiento.
- b) Los ácidos catalizan la inversión de sacarosa.
- c) El medio ácido disocia el benzoato de sodio en ácido benzoico, el cual ejerce acción preservadora solamente en un medio ácido.
- d) Aumentar el efecto de "apagar" la sed al provocar un flujo de saliva en la boca.
- e) Modificar el dulzor de los agentes edulcorantes.

Los ácidos utilizados en la elaboración de bebidas carbonatadas varían en la fuerza. Esto es debido a su estructura y a su grado de ionización.

## DEFINICION DE SABORIZANTE

Se entiende por saboreador o aromatizante, la sustancia o mezcla de sustancias de origen natural, las idénticas a las naturales y las sintéticas artificiales, con o sin diluyentes inocuos, agregados o no, de otros aditivos que se utilizan para proporcionar o intensificar el sabor o aroma de los alimentos y bebidas.\*

\* Definición dada por la Secretaría de Salud en el Diario Oficial del 18-01-89, Capítulo noveno, Artículo 688.

### 3.2.2.4 SABORIZANTES

La sensación de sabor es en realidad un conjunto de sensaciones, por lo que el sabor de una bebida carbonatada es la suma de la acción del sabor de varios compuestos del refresco como son: el azúcar, el ácido, el dióxido de carbono y el saborizante. Mientras que el agente edulcorante y el ácido influyen marcadamente en el sabor, el sabor característico resulta del sabor adicionado.

Los principales sabores usados para la manufactura de bebidas carbonatadas vienen en forma de extractos alcohólicos o esencias, soluciones acuosas y emulsiones, también hay soluciones de sabores en glicerol y propilenglicol y concentrados de jugos de frutas.

#### CLASIFICACION DE SABORIZANTES

##### 1. Sabores presentes en la naturaleza.

Son sabores de fuentes orgánicas naturales. Estos sabores son derivados de flores, hojas, raíces, tubérculos, cortezas, botones y madera de varias plantas. Pocos de estos sabores son utilizados en bebidas carbonatadas, sin embargo algunos de los productos derivados de este grupo son empleadas.

##### 2. Sabores inorgánicos naturales.

Son compuestos presentes en materias de naturaleza inorgánica. Entre estos se encuentran las sales.

##### 3. Sabores naturales.

Este grupo se divide en dos subgrupos. Uno es el grupo de los aceites esenciales y las oleorresinas, el otro grupo comprende a las esencias alcohólicas, extractos y sabores de frutas naturales concentrados.

##### Aceites esenciales

Los aceites esenciales son los productos obtenidos de las plantas, son concentrados de los sabores y olores

característicos. Los aceites esenciales son una mezcla de compuestos volátiles orgánicos.

Hay cuatro grupos principales de aceites esenciales con respecto al método de preparación:

- a) Aceites obtenidos por destilación.
- b) Aceites derivados de la extracción con solventes.
- c) Aceites separados por expresión.
- d) Aceites preparados por impregnación.

El método más importante, para el uso de bebidas es el de destilación; por este método se obtienen aceite de jengibre, aceite dulce de abedul, aceite de pirola y algunos aceites cítricos particularmente el de lima. El segundo método en importancia es el de expresión, por este método se obtienen aceites cítricos de naranja, limón, mandarina y toronja.

La mayoría de los aceites esenciales son mezclas de hidrocarburos, tales como terpenos ( $C_{10}H_{16}$ ) y sesquiterpenos ( $C_{15}H_{24}$ ), y compuestos oxigenados, tales como ésteres, alcoholes, éteres, aldehídos, cetonas, lactonas, fenoles, éteres, fenólicos y compuestos de más de un grupo funcional, también se encuentran cantidades pequeñas de sustancias relativamente no volátiles, tales como ceras, parafinas y materiales similares. Los compuestos oxigenados son más solubles en agua que los terpenos sesquiterpenos y son los componentes principales de sabor.

#### Oleorresinas

Las oleorresinas son extraídas con disolventes de hierbas o especias de las cuales la mayor proporción de disolvente es removido por destilación y el disolvente remanente es eliminado por evaporación, resultando una masa suave y oscura. Las principales oleorresinas usadas para las bebidas carbonatadas son la oleorresina de jengibre y la del pimiento.

#### Sabores frutales verdaderos

Los jugos de frutas son ampliamente usados en la base de los sabores, la mayoría son concentrados, por lo que el jugo final es de cuatro a seis veces más concentrado que el original.

El medio de obtención para estos jugos es una destilación alcohólica, seguida por una rápida vaporización y una segunda destilación, maceración y percolación de la fruta. Los jugos son normalmente pasteurizados y/o adicionados de pequeñas cantidades de benzoato de sodio; se almacenan en refrigeración para mejores resultados.

#### 4. Sabores fortificados.

Los jugos de frutas a veces no tienen el poder saborizante deseado, por lo que se incrementa la fuerza del sabor adicionando un saborizante.

#### 5. Sabores aislados.

Son sustancias aisladas de materiales naturales. Sustancias de este tipo son: anitol, extraído del anís; el cinomaldehído extraído de la casia y aceite de cinamón y por último el citral que se obtiene del limón.

#### 6. Sabores semisintéticos.

Son sabores sintetizados a partir de aislados, como materias primas. En este grupo se encuentran el isoeugenol de eugenol, vainillina de eugenol y safrol y piperona de safrol.

#### 7. Sabores artificiales.

Es el grupo más importante de los saborizantes. De acuerdo a la legislación en alimentos, el sabor de un producto que derive de un material saborizante producido sintéticamente deberá ser designado como un sabor artificial. El uso de estas sustancias es amplio ya que son más económicas, disponibles y tienen mayor fuerza y pureza que su replica natural.

### BASES PARA LA SELECCION DE UN SABORIZANTE

Para el uso de saborizante en bebidas carbonatadas se debe cumplir con una serie de requisitos tales como: solubilidad, fidelidad, del sabor, resistencia a la acidez ausencia de contaminación, y algunos otros requisitos.



1. Solubilidad.

Este requisito es posiblemente el más importante ya que es una característica básica. Para la elaboración de bebidas claras y transparentes es frecuentemente necesario eliminar ciertos componentes que normalmente se presentan en un material saborizante natural y que dan turbidez al producto. Para la elaboración de bebidas turbias, la eliminación de terpenos y otros compuestos insolubles del sabor, es de menor importancia.

2. Fidelidad del Sabor.

Ya que las bebidas permanecen poco tiempo en contacto con la boca, la necesidad de fidelidad no es tan importante como en otros casos. El sabor deberá impartir el perfil característico al cual representa.

3. Resistencia a la Acidez.

Es importante que los componentes del sabor resistan a la descomposición atribuida al ácido o a la oxidación acelerada del ácido, ya que la mayoría de las bebidas tienen una acidez alta.

4. Ausencia de Contaminación.

Es importante que el sabor utilizado no contamine la bebida, debido a que esta no es tratada con calor. En el caso de aquellas bebidas que utilizan jugos de frutas o pulpas, el problema es más complejo y se tendrá que utilizar un conservador químico, como el benzoato de sodio.

5. Otros requisitos.

La resistencia a la destrucción por calentamiento o tratamientos térmicos no es una característica esencial para un saborizante utilizado en bebidas carbonatadas, sin embargo deben ser capaces de soportar temperaturas del orden de los 40 °C en un medio ácido.

La aplicación de los saborizantes es dictada por la apariencia del producto, así como por la legislación gobernante.

Los principales saborizantes comerciales, utilizados en la elaboración de bebidas vienen de diferentes formas: extractos, emulsiones, concentrados de jugos de frutas, polvos y combinaciones de los anteriores.

**Extracto.-** Utiliza únicamente alcohol etílico como solvente.

**Emulsiones.-** Se prepara mezclando los aceites esenciales con agua y un emulsificante. Las emulsiones no son claras, esto es porque el saborizante está en suspensión, por lo que las emulsiones no son utilizadas en bebidas que requieren claridad, mientras que resultan ventajosas en bebidas con apariencia turbia.

**Concentrado.-** El concentrado es una base saborizante, en la cual todo, aparte del sabor viene a la concentración real de la fruta o jugos naturales. La base saborizante es normalmente preservada con alcohol, propilén glicol o benzoato de sodio.

#### 1.2.2.4 COLORANTES

La función que tienen los colorantes en las bebidas es sencilla, atraer al consumidor.

De acuerdo con la F.D.A. un colorante es "Cualquier material colorido, pigmento y otra sustancia hecha por un proceso de síntesis o un artificio similar, extracción, aislamiento y otra derivación distinta con o sin intermediarios o cambio final de identidad, de una fuente vegetal, animal, mineral u otra, y que cuando se aplique en fármacos, alimentos, cosméticos o cualquier parte del cuerpo sea capaz (sin reaccionar con otras sustancias), de impartir color". (24)

#### CLASIFICACION DE COLORANTES

Los colorantes usados para bebidas pueden agruparse dentro de tres categorías:

- A) Materiales colorantes naturales.
- B) Materiales colorantes artificiales.
- C) Materiales colorantes sintéticos.

Para el propósito de fabricación de refrescos es necesario distinguir entre colores artificiales, que son, materias colorantes hechas por alguna forma artificial de materias naturales como en el caso del color caramelo, que se obtiene a partir del azúcar y colores completamente sintéticos. En la manufactura de bebidas carbonatadas no alcohólicas, los colorantes artificiales y sintéticos son los grupos más importantes.

Los colorantes sintéticos pueden ser además clasificados de acuerdo a su uso en la industria de bebidas en tres grupos:

- 1) Primarios
- 2) Secundarios
- 3) Terciarios

Un color primario es aquel que consiste de un color FD&C certificado no mezclado o directo; por ejemplo cuando el rojo No. 5 es usado solo para dar un color rojo rubí, como en el color del refresco de cereza, a este se le denomina color primario.

Un color secundario es aquel que consiste de una mezcla de dos o más colores primarios.

Un color terciario es aquel que consiste de una mezcla de colores secundarios o una mezcla de un color secundario y uno primario.

#### A. COLORES NATURALES

Los colorantes naturales usados en la manufactura de bebidas están presentes en el extracto de frutas usado para hacer y saborizar los verdaderas bebidas frutales.

Algunos colorantes naturales son:

Antocianina.- Se encuentran en la naturaleza como pigmento de frutas como son: uvas, cerezas, fresas, frambuesas, dando tonos como azul, púrpura, violeta, magenta y rojo.

Betalainas.- Raíz de remolacha roja, o betanina, el extracto acuoso de la remolacha roja esta permitido como colorante en muchos países.

Ya que su estabilidad es pobre a pH bajos, las betalainas no han sido usadas en refrescos.

Cochinilla y Ácido Cármico.- El colorante natural cochinilla es obtenido de los cuerpos secos de insectos, el ácido cármico se extrae de la cochinilla.

Estos colorantes se usan en jarabes y cordiales.

Curcumina.- Es obtenida de una planta de origen asiático. Tiene un color amarillo-naranja. La curcumina es usada en bebidas no alcohólicas, tales como naranja y limón.

#### B. COLORES ARTIFICIALES

El color caramelo se designa como artificial, ya que está hecho por el artificio de "quemar" el azúcar; es el único colorante artificial. (41)

Se define como la solución concentrada acuosa de el producto obtenido al quemar el azúcar, glucosa, melasa y otros productos, dentro de un rango de 190 - 220 °C , hasta que el sabor dulce es destruido y resulta una masa oscura y uniforme.

El caramelo es muy 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 cerveza de raíz, crema soda o algunos ginger ales. También se emplea para coloración de bebidas tipo cola.

#### C. COLORANTES SINTETICOS

Los colores certificados permitidos en los Estados Unidos son controlados por la F.D.A. Esta agencia ha asignado ciertos nombres particulares. Estos son conocidos como colores FD&C, y estan disponibles como tintes y lacas.

Los tintes son solubles en agua y presentan su color al ser disueltos en un solvente y las lacas son pigmentos, son materiales insolubles y su color se presenta por dispersión.

De los colores sintéticos permitidos por el gobierno Norteamericano para ser usados en alimentos solo los siguientes seis son recomendados para el uso de los embotelladores:

Rojo	No. 3
Rojo	No. 40
Amarillo	No. 5
Amarillo	No. 6
Azul	No. 1
Verde	No. 3

### 1.2.2.7 DIOXIDO DE CARBONO Y CARBONATACION

El burbujeo de las bebidas carbonatadas se debe a el dióxido de carbono que contienen. Este componente le da vida a la bebida y contribuye de alguna manera a el sabor.

El dióxido de carbono ( $CO_2$ ) se encuentra distribuido en la naturaleza en diferentes formas: como gas libre en el aire, a una concentración de 0.03 a 0.04% ; en forma de sales y compuestos tales como carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, y carbonato de calcio.

El dióxido de carbono usado comercialmente se deriva de estos suministros principalmente:

1. Al quemar compuestos de carbono (coque, aceite, gas, etc.)
2. Al calentar la piedra caliza, se forma la cal y el  $CO_2$ .
3. Por un proceso de fermentación que produce alcohol y  $CO_2$ .
4. Gas dióxido de carbono de los pozos.

El gas obtenido a partir de los dos primeros métodos necesitan un proceso químico mediante el cual el  $CO_2$  en los gases crudos es absorbido por una sustancia química que recusa las impurezas.

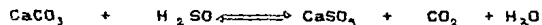
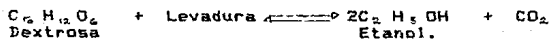
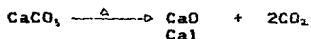
El  $CO_2$  producido por la fermentación y el de los pozos naturales es lo suficientemente puro, con lo que se elimina el proceso de absorción, pero aún es considerado como  $CO_2$  crudo que requiere purificación adicional. Esta purificación consiste por lo general de :

- 1) Lavado con agua.
- 2) Tratamiento químico para remover los elementos sulfurados.
- 3) Remoción del olor, por algún medio químico o por el paso a través de carbon activado.
- 4) Secado para remover el agua.

El  $CO_2$  purificado es aún un gas. Debe ser licuado antes de ser almacenado o envasado en los cilindros o bien puede ser solidificado.

TABLA 6

REACCIONES QUIMICAS INVOLUCRADAS EN LOS METODOS DE OBTENCION DE DIOXIDO DE CARBONO (42)



Propiedades Químicas y Físicas del  $\text{CO}_2$ .

A temperatura y presión normales el  $\text{CO}_2$  es un gas incoloro, inodoro, incombustible y ligeramente ácido. Es más pesado que el aire y tiene una gravedad específica de 1.529 comparada con la del aire. El  $\text{CO}_2$  se condensa a  $20^\circ\text{C}$ , cuando es sometido a 50 atmósferas de presión, en un líquido incoloro. Cuando este líquido se evapora espontáneamente, una parte de este se congela y forma un sólido blanco. El sólido funde a  $-56.6^\circ\text{C}$  bajo 5.2 atmósferas de presión y el líquido ebulle a  $-78^\circ\text{C}$ . El  $\text{CO}_2$  sólido se sublima a presión y temperaturas normales, formando un gas. El líquido tiene una gravedad específica de 1.1 a  $-37^\circ\text{C}$ . El  $\text{CO}_2$  es más soluble en agua a temperaturas bajas que a temperaturas altas.

Cuando se disuelve en agua produce ácido carbónico y la solución es químicamente activa por sus propiedades ácidas. Solo una pequeña parte del gas disuelto se une químicamente con el agua para formar el ácido, y su valor de pH se halla en la gama de 3.2 a 3.7.



En la fabricación de bebidas carbonatadas, el  $\text{CO}_2$  no solo proporciona el sabor distintivo de la bebida carbonatada sino que inhibe el desarrollo de las bacterias y, algunas veces, las destruye por completo.

Requerimientos de la Farmacopea de Estados Unidos.

El dióxido de carbono o gas carbónico ácido es descrito por la U.S.P. como el dióxido de carbono contiene no menos de 99% de volumen de  $\text{CO}_2$ .

Descripción: el  $\text{CO}_2$  es un gas inodoro e incoloro. Sus soluciones son ácidas. Un litro de  $\text{CO}_2$  a  $0^\circ\text{C}$  y a una presión de 760 mm de Hg pesa 1.977 gramos.

Solubilidad: un volumen de  $\text{CO}_2$  se disuelve aproximadamente un volumen de agua.

Volumen de Carbonatación.

Uno de los factores más importantes que afectan el sabor de la bebida terminada es el contenido de  $\text{CO}_2$  o grado de carbonatación. La carbonatación consiste en incorporar suficiente  $\text{CO}_2$  al agua o a la bebida con el fin de que cuando se sirva el producto deje escapar el gas bajo forma de burbujas finas y para que tenga ese sabor "picante" característico de las bebidas carbonatadas. Para que el gas entre en solución se requiere que este tenga una presión definitiva en la amplia superficie de el líquido.

A presión atmosférica, la cantidad de  $\text{CO}_2$  disuelta en agua dependerá solamente de la temperatura. La unidad de medida que ha sido adoptada por la industria de bebidas, como estandar es el volumen. Esta es definida como la cantidad de gas en mililitros que un volumen dado de agua absorberá a presión atmosférica (760 mm Hg) y a  $15.5^\circ\text{C}$ . Esta condición registra como cero en la escala de medida mas usada para determinar los volúmenes de  $\text{CO}_2$  contenidos en las bebidas carbonatadas.

De este modo a  $15.5^\circ\text{C}$  y presión atmosférica una bebida con agua absorberá un volumen de  $\text{CO}_2$ , representado como cero en las escalas de medida de volúmenes de  $\text{CO}_2$ . Cuando la presión se incrementa en 15 libras (una atmósfera adicional) el agua absorberá 2 volúmenes de gas y por cada atmósfera

adicional, un volumen de gas será absorbido. La reducción de la temperatura permitirá que el agua pueda absorber grandes cantidades de  $\text{CO}_2$ . Si se reduce la temperatura a  $0^\circ\text{C}$ , 1.7 volúmenes de  $\text{CO}_2$  podrán ser adsorbidos por cada incremento de una atmósfera, se tendrá una absorción adicional de 1.7 volúmenes de  $\text{CO}_2$  disuelto en agua será:

$$1.7 \times 3 = 5.1 \text{ volúmenes}$$

El número de volúmenes de gas en la bebida terminada tiene una relación directa definitiva con el gusto del producto. Una carbonatación correcta significa una bebida burbujeante y estimulante, que apaga la sed, refresca y además satisface al consumidor. Por otra parte, la insuficiente carbonatación de la bebida sosa e insípida.

Método para determinar el volumen de carbonatación.

Para medir los volúmenes de  $\text{CO}_2$  en una botella de bebida carbonatada, se necesita conocer la temperatura de la bebida y la presión del contenido de la botella. Estos datos se determinan con el termómetro y el manómetro.

El procedimiento es el siguiente: se sujeta la botella en el marco del aparato probador. Se perfora la tapa corona sin agitar. Se desaloja rápidamente el gas de la parte superior de la botella hasta que la lectura del aparato llegue a cero. Se asegura que la válvula quede cerrada cuando se marque el cero. Se agita vigorosamente la botella hasta que el aparato de una lectura estable. Se anota la presión y la temperatura, y se obtiene el volumen de carbonatación mediante la tabla 20 \*.

Los valores que aparecen en esta tabla (volúmenes de  $\text{CO}_2$ ) han sido calculados a la presión atmosférica del nivel del mar. Por tanto la presión atmosférica del lugar afectará las pruebas de carbonatación. De acuerdo a la altitud de la ciudad donde se efectúe la determinación del volumen, se tiene una cifra específica que servirá para hacer la corrección de la presión manométrica, esta cifra será restada del valor obtenido en la determinación con el manómetro en  $\text{Kg/cm}^2$  ver tabla 7.

En la determinación de volumen de carbonatación se recomienda que la bebida tenga una temperatura de  $10^\circ\text{C}$ , pues de lo contrario se tendrá que aplicar el factor de corrección

\* Anexo.

por compensar la cantidad perdida de CO<sub>2</sub> durante la descompresión del espacio libre de las botellas. Ver tabla 6.

TABLA 7

CORRECCION DE VOLUMEN POR LA ALTITUD (35)

Altitud (metros)	Corrección en el manómetro (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0
305	0.036
610	0.072
914	0.107
1219	0.140
1524	0.174
1829	0.205
2134	0.236

TABLA 8

CORRECCION DE VOLUMEN POR TEMPERATURA (35)

Temperatura (°C)	Factor de corrección
4.4	Restar 0.1 de volumen
10.0	Restar 0.0 (estandar)
15.5	Sumar 0.1 de volumen
21.1	Sumar 0.2 de volumen
26.6	Sumar 0.3 de volumen

## CARBONATACION

Como se mencionó anteriormente la carbonatación consiste en incorporar suficiente  $\text{CO}_2$  al agua o a la bebida con el fin de que el gas escape bajo la forma de burbujas finas y para que tenga ese sabor "picante" de las bebidas carbonatadas.

Es conveniente que antes de carbonatar el agua o la bebida se enfríe previamente ya que esto mejora la economía y la uniformidad del producto.

Para obtener las cantidades necesarias de  $\text{CO}_2$  en solución para una buena bebida, se emplea el dispositivo mecánico, llamado carbonatadora, para lograr la carbonatación adecuada del agua refrigerada bajo una presión controlada de gas.

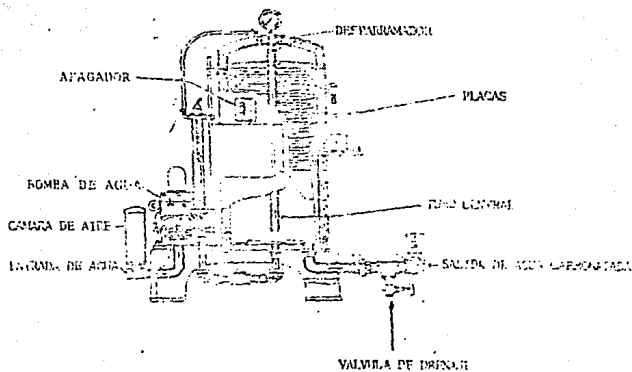
Las carbonatadoras comerciales varían en capacidad de 950 a 13,626 litros por hora.

Hay dos tipos principales: uno en el que al agua es carbonatada y el segundo en el que el agua se enfría y carbonata simultáneamente.

### a) Carbonatador

Conocido como "Cem-Saturador" trabaja con los principios mencionados anteriormente. No contiene aparatos de agitación, como paletas. 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 da 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 este, 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.

FIGURA 14  
CARBONATADOR " CEM-SATURADOR " \*  
(26)

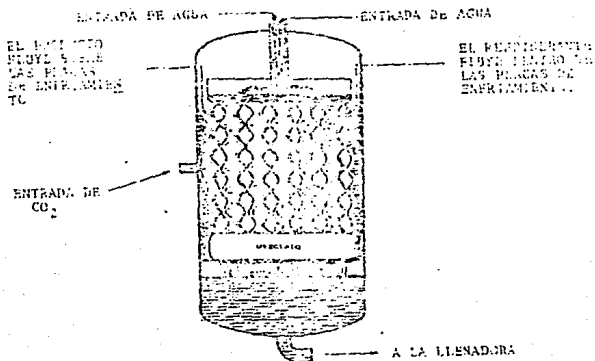


b) Carbonatador y Enfriador.

El tipo representativo del carbonatador que enfría y carbonata al mismo tiempo es el "Carbo-Enfriador". 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 15

\* CARBO - ENFRIADOR \*  
(26)

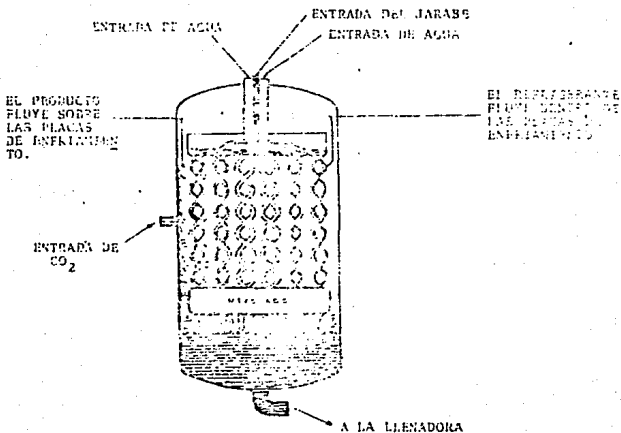


c) Carbo-Enfriador Premix.

Una modificación al equipo es el mostrado en la figura siguiente, aquí el agua y el jarabe, medidos con un sincrómetro, entran en 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 jarabe y el agua fluyendo hacia una cámara de mezclado dónde 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 16

\* CARBO-ENFRIADOR PREMIX \*  
(26)



En ambos métodos el enfriamiento se efectúa en una atmósfera de  $CO_2$ , de esta manera no se absorbe ningún otro gas mientras que el agua y el jarabe se carbonatan y enfrían.

#### Irregularidades en la carbonatación.

A fin de obtener una buena carbonatación todas las operaciones deben ser controladas cuidadosamente. Es esencial que el agua este enriada con uniformidad y que la presión del gas permanezca constante. También es importante que el agua no contenga materia suspendida, aire atrapado en aceite y otras impurezas. Estas son una de las cuantas dificultades encontradas cuando se requiere una correcta cantidad de gas en el agua.

Con frecuencia se observa que el gas se escapa con rapidez cuando se abre la botella. Las causas principales de la perdida rápida de  $CO_2$  son:

- Exceso de aire en la bebida.
- Agitación innecesaria.
- Almacenamiento no apropiado (congelado).
- Estratificación del contenido.
- Períodos largos del almacenamiento.

El aire en la bebida produce en poco tiempo un sabor "pasado" o rancio. Con frecuencia el aire o el oxígeno se introducen a la bebida terminada por la agitación excesiva del jarabe y del agua, por culpa de las carbonatadoras que no han sido desaeradas con propiedad o por fugas con bombas. Otros problemas que ocasiona la presencia de aire en las bebidas carbonatadas son: interferir con las pruebas de volumen caseoso ya que el  $CO_2$  escapa más rápidamente y favorecer el crecimiento de ciertos microorganismos, por la presencia de oxígeno, también puede haber una oxidación del sabor y color.

Las partículas extrañas y materia suspendida afectan también la carbonatación.

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 tapa corona. Si se trata de refrescos enlatados el incremento en la presión más allá de los límites permitidos, puede ocasionar que la lata se distorsione.



TABLA 9  
CARBONATACION DE DIFERENTES REFRESCOS  
(26)

SABOR	VOLUMEN DE CO <sub>2</sub>
Ginger Ale	4.0 - 4.5
Cola	3.5 - 3.7
Root Beer	3.0 - 3.5
Limon	2.5 - 3.0
Lima	2.5 - 3.5
Toronja	1.0 - 2.5
Fresa	1.0 - 2.5
Piña	1.0 - 2.5
Uva	1.0 - 2.5
Naranja	1.0 - 2.5

## 1.2.2.0 AGENTES ENTURBIANTES

Las bebidas cítricas turbias son muy populares; el aceite puede no permanecer en suspensión después de que la bebida es preparada y por lo tanto forma un anillo en el cuello.

Algunos extractos de frutas, particularmente los de cítricos, son turbios por naturaleza debido a la suspensión de fragmentos celulares.

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

Algunos agentes enturbiantes:

- a) Aceite vegetal bromado (BVO).
- b) Esteres de resina como el abietato de glicerilo.
- c) Poliolbenzoatos como propilen-glicol de benzoatos.
- d) Proteínas como la de soya y leche.
- e) Emulsificantes como hidrotaloides, pectinas, celulosa, polisorbatos, ésteres de sorbitol, propilen-glicol, alginatos etc.
- f) Otros como sílica y dióxido de titanio.

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

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

Los agentes enturbiantes deben darle los siguientes atributos a las bebidas:

- 1) El producto permanecerá estable sin separación ni formación de anillo.
- 2) No deberá interferir con el color, sabor y olor de la bebida.
- 3) Los agentes enturbiantes deberán ser seguros y cubrir con los requerimientos legales del país en el que se consume la bebida.

Uno de los métodos para estabilizar una emulsión es mezclar las dos fases, es decir la fase oleosa y la fase acuosa, igualándose las gravedades específicas de ambas fases. Para lograr un efecto estabilizante por gravedades específicas iguales de las fases, es necesario subir la gravedad específica del aceite esencial (sabor).

También el tamaño de los glóbulos de aceite dispersos es responsable de la sedimentación o formación de anillo en el refresco. Por lo que para lograr el tamaño de partícula adecuada, se pasa la emulsión por un homogenizador hasta tener un diámetro de 0.5 - 1.5 micras. La viscosidad también influye en la velocidad de separación.

#### ACEITE VEGETAL BROMADO (BVO)

El BVO es el producto de la bromación de los ácidos grasos insaturados de los aceites vegetales. Un gran número de aceites vegetales bromados están disponibles en el mercado. Estos son líquidos color café y viscosos.

Tiene poco sabor y olor. Los aceites vegetales bromados son miscibles con los aceites cítricos e insolubles en agua.

Obtención del (BVO).

Los aceites vegetales que se utilizan para la obtención de BVO están constituidos principalmente por los glicéridos de los ácidos grasos siguientes:

#### SATURADOS

$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$	Acido Palmítico.
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{COOH}$	Acido Estéarico.

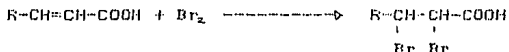
#### NO SATURADOS

$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}=\text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	Acido Oléico.
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}=\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}=\text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$	Acido Linoléico.

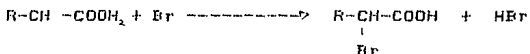
La bromación se lleva a cabo mediante dos reacciones:

- a) Adición
- b) Sustitución

Adición:



Sustitución:



#### ABIETATO DE GLICERILO.

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

Este compuesto da un excelente estabilidad a las emulsiones y bebidas.

#### NIVELES DE USO DE ALGUNOS AGENTES ENTURBIANTES. (13)

	(p.p.m.)
Acetisobutirato de Sacarosa	50-500
Abietato de Glicerilo	100-150
Aceite Vegetal Bromado	14-15
Propilenoalcol dibenzoato	85-120
Glicerol Tribenzoato	40-190

## EMULSIONES Y ESTABILIZANTES

Muchas bebidas carbonatadas están elaborados con sabores emulsionados. Estos sabores fueron originalmente preparados como sustitutos de los extractos de sabor en alcohol, pero ahora no se considera como sustitutos.

Jacobs\* señaló que los sabores emulsionados tienen varias ventajas, como son:

- 1) Son mucho más baratos de preparar que los extractos alcohólicos.
- 2) No debe considerarse la pérdida de solvente en la formulación.
- 3) Generalmente son preparados en forma más concentrada, consecuentemente ocupan menos espacio al almacenarse que los extractos alcohólicos y el empaqueo y costo laboral son menores por que su volumen es menor.
- 4) La duplicación, estandarización y control de calidad del producto se simplifica.
- 5) La pérdida por volatilización de varios de los componentes del sabor es disminuida.

Además de estas ventajas, la manufactura de bebidas con turbidez estable y sin unillos se hace más sencilla por el uso de cierto tipo de sabores emulsionados.

Los sabores emulsionados, sin embargo, también poseen desventajas como:

- 1) Ya que no contienen alcohol, no tienen la ayuda extra de levantar o aumentar el aroma que el alcohol da.
- 2) Deben ser preparados apropiadamente, puesto que de otra forma pueden asentarse o separarse.
- 3) Es indispensable incluir un conservador para prevenir su descompensación.

Un gran número de agentes emulsificantes están disponibles para preparar emulsiones. Estas son gomas solubles

\* (26)

en agua, principalmente, goma arábiga, goma de tragacanto y goma Karaya.

En la preparación de bebidas con sabores emulsionados, la goma arábiga se considera el agente emulsificante de preferencia.

#### GOMA ARABIGA.

La goma arábiga, o goma acacia, es el exudado seco de varias especies del genero Acacia, subfamilia Mimosoidea y familia Leguminosae.

El uso de la goma arábiga se remonta a mas de 4000 años, donde los antiguos Egipcios la utilizaban para elaborar pinturas de colores.

Químicamente, la goma arábiga es un polímero complejo neutro o ligeramente ácido, que contiene calcio, magnesio y potasio.

La propiedad más distintiva de la goma arábiga es su extremada solubilidad, soluciones de goma arábiga de buen grado son prácticamente inodoras, incoloras e insaboras; la goma arábiga es insoluble en alcohol y en cualquiera de los disolventes orgánicos. Sus soluciones acuosas son ligeramente ácidas con un rango de pH de 4.5-5.5. La viscosidad es relativamente baja.

La goma arábiga es ampliamente utilizada en alimentos y bebidas para elaborar emulsiones de aceites cítricos, sabores emulsionados, y para preparar sabores secos, es usada en la industria confitera, espesante en dulce y mermeladas, es estabilizante de la espuma de cerveza y como adhesivo en productos de panadería.

### 1.2.3 DETERIORO

El deterioro de las bebidas carbonatadas, para materia prima de cualquier alimento o producto alimenticio se puede definir como cualquier cambio de una condición deseable, grado o estándar del producto. Estos cambios pueden resultar por causas o acciones: físicas, químicas, bioquímicas o microbiológicas.

El deterioro no solo afecta a la bebida terminada sino que también afecta a las materias primas. Muchas pérdidas pueden resultar a partir de materias primas deterioradas y puede ser imposible recobrar la materia prima deteriorada o realizar bebidas que no estén contaminadas.

#### 1) Deterioro Físico

Los efectos del deterioro por la luz y el color en las bebidas carbonatadas son consideradas como deterioros físicos. Otros tipos de deterioro físico son apariencia pobre, resultado de la presencia de precipitados o materia extraña.

##### a) Luz

Los efectos del deterioro causados por la luz se consideran en dos grandes grupos: (a) cambios indeseables en el sabor, caracterizados como terpenos, aceites, etc.. (b) sabores y olores extraños en bebidas hechas con bases frutales. Los terpenos y sabores oleosos se encuentran principalmente en bebidas con sabores cítricos. La luz induce rancidez en productos que contienen aceites vegetales, incluyendo los aceites vegetales bromados.

##### b) Cambios de Temperatura

Las variaciones en la temperatura pueden causar cambios indeseables en las bebidas carbonatadas, temperaturas altas (del orden 100°C), puede afectar el sabor, tiende a escapar el gas de la botella.

Temperaturas bajas también pueden causar deterioros; algunos colorantes y sabores son mucho menos solubles a temperaturas muy bajas. Esto pueden precipitar y pueden no entrar en solución cuando la temperatura se suba, o si regresan a la solución puede cambiar el sabor y el color.

### c) Apariencia

La apariencia de una bebida es considerada una propiedad física y si la apariencia esta fuera del estandar, la bebida se considera como deteriorada.

La apariencia de un anillo en el cuello de la botella de una bebida turbia indica que la emulsión se ha roto y es el resultado de una inadecuada homogenización durante la manufactura del sabor. Los anillos café o rojizos en el cuello de la botella o en cualquier otra parte puede deberse a la precipitación de hidróxido de hierro.

Precipitados floculentos pueden ser resultado de un tratamiento pobre de aguas, por una filtración inadecuado o también por actividad microbiana por la precipitación de materias colorantes.

### 2) Deterioro Químico

El deterioro químico de las bebidas carbonatadas, es el resultado de las reacciones de los ingredientes de la bebida con el oxígeno, por el aire o por reacciones entre ingredientes incompatibles. Algunas de estas reacciones indeseables pueden ser inducidos a aceleradas por causas físicas como luz, calor.

Toulouse\* ha discutido un número de causas por exceso de aire en las botellas de las bebidas carbonatadas. El cuál el exceso de aire puede estar presente por falla en la técnica del llenado o falla en la carbonatación del agua; esto puede ser vencido por el uso de aerador, o el agua que se va a usar debe almacenarse en tanques abiertos antes de la carbonatación, esta práctica permite que el aire escape antes de que esta pueda ser usada.

En cuanto a las reacciones oxidativas son catalizadas por la luz y son aceleradas por el calor. Estas reacciones indeseables pueden ser evitadas o minimizadas por la deaeración de el agua usada para la carbonatación y cuidando la cantidad de aire en el cuello o en el espacio de arriba de la botella.

\* (26)



El deterioro atribuido a reacciones aceleradas por el calor, puede ser parado a un mínimo por un almacenamiento a temperaturas apropiadas.

Los efectos del deterioro químico también puede ser por mucho hierro o mucho cobre en el agua.

Otras reacciones químicas adversas pueden ser causadas por pH bajo esto es, acidez alta. En efecto, si también es usado mucho ácido el producto será deteriorado; así mismo mucha dureza en el agua es indeseable y puede causar deterioro; ya que si la concentración de calcio es alta y si el ácido tartárico es usado como acidulante puede haber una precipitación de tartrato de calcio.

### 3) Deterioro Bioquímico

La principal forma de deterioro a las cuales son sujetas las bebidas carbonatadas son las causadas por la actividad enzimática. Las enzimas son sustancias orgánicas solubles, coloides, que catalizan reacciones específicas. Las principales enzimas que afectan las bebidas carbonatadas son las carbohidrasas y las lipasas.

Las enzimas pueden estar presentes en los productos naturales usados en la manufactura de bebidas carbonatadas, tales como jugos de frutas, concentrados de frutas, goma arábiga y otras gomas naturales etc. Tales enzimas pueden causar cambios indispensables en la materia prima o en la bebida final. La invertasa y la amilosa pueden acelerar la inversión de la sacarosa. Esto es deseable algunas veces, pero pueden ser totalmente indeseable en otras ocasiones.

Grandes desventajas se pueden tener por la presencia de lipasas en productos naturales. Estas enzimas hidrolizan no solo las grasas sino también a veces los ésteres. Como consecuencia de la acción de estas enzimas, se puede tener rancidez y olores extraños en bebidas que contienen grasas, aceites vegetales bromados. Puesto que la mayoría de los componentes saborizantes, ya sea naturales o sintéticos son ésteres, se puede ver que la actividad de la esterasa podrá romper dichos ésteres y reducir la intensidad del sabor o producir sabores y olores extraños.

#### 4) Deterioro Microbiológico

Indudablemente el deterioro atribuido a la actividad de microorganismos es el problema más serio de la manufactura de las bebidas.

El grupo fungi es el más importante en el deterioro de bebidas carbonatadas.

##### a) Levaduras

Las levaduras entran dentro del proceso de manufacturación por los siguientes caminos: 1) empaques de materias primas, tales como sacos de azúcar; 2) sabores y colores contaminados; 3) polvo y suciedad recoñida durante la manufactura; 4) operaciones insanitarias de la planta; 5) equipo y líneas de tubería también contaminadas; 6) latas y botellas incorrectamente esterilizadas; 7) coronas polvorientas.

##### b) Hongos

Las bebidas carbonatadas propiamente no tienen el suficiente aire para ayudar el crecimiento de los hongos. Sin embargo los hongos pueden tolerar los ácidos, y pueden crecer en soluciones de ácido cítrico y en jarabes acidulados. Pueden crecer en el corcho de las coronas, en papel y en cajas, en botellas, madera y consecuentemente pueden causar una cantidad considerable de deterioro en las materias primas utilizadas para las bebidas.

Si se encuentran hongos dentro de las bebidas, producen un olor y sabor característico enmohecido.

##### c) Bacterias

Cuando crecen en las bebidas y causan deterioro, su crecimiento se hace evidente por los sabores y olores extraños.

Un organismo considerado como característico de la contaminación fecal es Escherichia Coli; la presencia de este organismo en alimentos, agua y bebidas de cualquier tipo es considerado como una indicación de que tales productos o el agua estaban contaminados con aguas negras.

Se ha encontrado que el índice del grupo coliforme es bajo debido a que hay un efecto bactericida por la combinación de las concentraciones de ácido y dióxido de carbono.

d) Algas

Cuando las condiciones son favorables para su crecimiento, esto es, cuando tiene agua, luz, carbono e hidrógeno, estas crecen rápidamente. Después de acumularse en grandes masas, mueren y dan al agua un olor y sabor desagradable. Aún cuando estas aguas no son peligrosas, son indeseables y si no se practica al agua un tratamiento adecuado las algas pueden vivir y morir dentro de la bebida y dar sabor y olor extraño.

e) Protozoarios

Si estos microorganismos están presentes en el agua y si esta no está tratada apropiadamente, los protozoarios pueden estar en la bebida y deteriorarla, dándole sabores y olores extraños.

ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS DE LA BEBIDA\*

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

\* NOM-F-439-1983

#### 1.2.4 ENVASES

##### Botellas de Vidrio .

La mayoría de las botellas usadas en la industria refresquera son de vidrio. La manufactura del vidrio ha permitido la creación de muchas botellas distintivas las cuales llevan grabados permanentes y decoraciones especiales.

Las ventajas de los envases de vidrio son: a) economía, b) están relativamente libres de corrosión y c) la vida de una botella es de 4 a 6 años, durante los cuales se usa la botella de 30 a 35 veces.

##### Latas.

Las bebidas carbonatadas deben ser envasadas en latas capaces de resistir el ataque ácido. Se requiere además que la lata tenga mucha resistencia ya que el dióxido de carbono ejerce presión. Existe una gran variedad de latas, como resultado de la gran variedad de bebidas carbonatadas y las diferentes formulaciones en sabores iguales de un producto a otro.

Las ventajas del uso de latas son: a) no requieren depósito; b) eliminan espacios de almacenamiento; c) se enfrían más rápidamente que los envases de vidrio; d) son más fáciles de manipular, debido a que pesan menos que las botellas, e) no tienen peligro de romperse y causar cortaduras.

Las desventajas del uso de latas son: a) la bebida enlatada es de mayor costo, b) no tienen la apariencia o aspecto visual de las bebidas embotelladas y c) la vida de anaquel de las bebidas enlatadas es menor a la de las bebidas embotelladas.

##### Requerimientos de los materiales de empaque:

- 1) No deben dar sabor.
- 2) No deben permitir el deterioro de la bebida por la acción de la luz.
- 3) No deben permitir la pérdida de carbonatación.

- 4) No deben de permitir la oxidación del contenido, debido al ingreso de oxígeno.
- 5) Debe ser económico y seguro.
- 6) Debe de poderse colocar sobre ellos el nombre del producto y otros informes necesarios.
- 7) No debe presentar problemas en el transporte, destapado y consumo del producto.

#### Lavado de Botellas.

Las botellas retornables son regresadas a la planta embotelladora en condiciones de limpieza poco favorables. Algunos contienen un poco de bebida, otras pueden contener basura, colillas de cigarro e inclusive cemento. También se dan casos en el que las botellas fueron usadas para almacenar sustancias químicas, petróleo, etc. Por lo que es necesario que las botellas salgan limpias, estériles y sin daños de las maquinas lavadoras.

Los factores que deben controlarse en la operación de lavado de botellas son: a) adecuada concentración de agentes esterilizantes y detergentes; b) composición adecuada de los agentes esterilizantes; c) temperatura adecuada de la solución de lavado; d) tiempo suficiente de exposición de la botella con los agentes esterilizantes; e) suficiente cantidad de agua para enjuagar y f) mantenimiento apropiado al equipo de lavado de botellas.

Generalmente el lavado de botellas comprende la desinfección de la botella con solución de NaOH, en combinación con otros agentes, tales como  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , aluminato de sodio, fosfato trisódico, varios polifosfatos, borato de sodio y otros compuestos alcalinos. Posteriormente se lavan las botellas por fuera y por dentro; finalmente se enjuagan con suficiente agua potable.

Para esterilizar las botellas con propiedad, deben de estar expuestas a una solución de alcali al 3%, de la cual no menos del 60% es sosa cáustica (NaOH) por un periodo no menor de cinco minutos y a una temperatura de no menos de 40°C.

Ya lavada la botella es sometida a una inspección en la que se verifica la ausencia de alcali, detectandola visualmente con indicador (fenoftaleína 1%) por el cambio de color.

Las botellas despostilladas y estrelladas y las que permanecen sucias aun después del lavado son separadas por una persona.

## 1.2.5 PROCESO DE ELABORACION DE UNA BEBIDA CARBONATADA

El proceso de elaboración de una bebida carbonatada (refresco) comprende 1) la preparación de jarabe con agua y azúcar o jarabes concentrados, adicionados de acidulantes y saborizantes; 2) mezcla de los ingredientes; 3) transferencia de un volumen definido de jarabe a las botellas o latas; 4) adición de agua carbonatada; 5) sellado de las botellas y 6) etiquetado y distribución.

### Preparación de Jarabes.

Habiendo seleccionado el azúcar o el jarabe más apropiado, se pueden emplear 5 métodos para la preparación de jarabe.

En todos los métodos el objetivo principal es obtener un jarabe con la concentración de azúcar apropiada, que este libre de contaminación entre otras cosas. Es necesario utilizar materias primas libres de contaminación debido a que el producto final no recibe tratamiento térmico.

Los principales métodos para la elaboración de jarabes son:

#### 1) Proceso en frío.

Consiste en mezclar y disolver el azúcar en agua a temperatura ambiente. Este proceso tiene la ventaja de que necesita equipos menos costosos y se elimina además el costo del calentamiento y el enfriamiento subsecuente. Las desventajas de este método son dos: 1) el jarabe es más viscoso y por lo tanto se necesita más potencia de las máquinas mezcladoras y 2) el jarabe tendrá más peligro de contaminación.

#### 2) Proceso en caliente.

El agua y el azúcar son calentados para facilitar la disolución del azúcar. Hay dos submétodos para la elaboración de estos jarabes, uno es el método de ebullición y el otro es el método de pasteurización. Este método se usa preferiblemente cuando los jarabes van a ser almacenados por varios días.

### 3) Proceso en frío acidificado.

Este proceso es una variante del proceso en frío, la única diferencia es la adición del ácido. El jarabe resultante es menos susceptible al ataque microbiano, que el jarabe simple no acidificado.

### 4) Proceso acidificado en caliente.

Este jarabe se prepara adicionando el ácido antes o durante el calentamiento. Esto da como resultado la inversión del jarabe, lo que hace que posteriormente la bebida no presente ningún cambio de sabor.

### 5) Jarabes de alta densidad.

Estos jarabes tienen una densidad de 36 °Be, esto es, jarabes con una concentración de 67% de azúcar. Los jarabes comúnmente preparados tienen una concentración aproximada de 48 a 59% de azúcar, es decir 26-32 °Be.

El agua que se emplea en el proceso, previamente tratada, se pasa por un decarador con objeto de:

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

Después de que el agua se pasa por el decarador, se transfiere a la sala de preparación de jarabe. Después de preparado el jarabe se le adiciona un filtro ayuda (tierra de diatomeas), esta solución pasa por un filtro prensa. Posteriormente se le adicionan los demás ingredientes: saborizantes, colorantes, jugo, emulsión, ácido, etc. dependiendo de la bebida carbonatada que se vaya a preparar. Esta mezcla se homogeniza perfectamente y se pasa al sincrómetro.



El sincrómetro consiste en una bomba de agua y otra de jarabe, conectada cada una a su respectivo medidor; los medidores tienen dispositivos para controlar el flujo, en la proporción determinada previamente.

El agua y el jarabe entran al carbonatador-enfriador, por la parte superior, pasando por una artesa distribuidora en donde se mezclan parcialmente; de aquí el producto se distribuye en capas delgadas sobre platos enfriadores del tanque, para pasar posteriormente a la charola mezcladora, en la que existen placas deflectoras que permiten el cambio de dirección del flujo, consiguiendo una mezcla homogénea del agua, jarabe y dióxido de carbono, por último esta mezcla pasa a la parte inferior del tanque en donde se colecta para posteriormente pasar a la llenadora.

Las botellas llegan a la llenadora por medio de un transportador y ahí reciben al producto. Una vez que la botella se llena a un nivel fijado, se pasa al coronador, en donde se tapa la botella con una corona.

Una vez que las botellas se han coronado se realiza una inspección para evitar la salida de botellas con defectos en el nivel de llenado y en el sellado.

Finalmente las botellas, ya revisadas, se colocan en cajas para su distribución.

## 2. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental de este trabajo comprende tres etapas importantes: 1) Elaboración de cerveza, 2) Elaboración de bebida carbonatada con sabor limón y, 3) Elaboración de la mezcla cerveza-bebida carbonatada sabor limón.

#### 1. Elaboración de cerveza.

Es necesario definir el tipo de cerveza que se va a realizar ya que difieren en lo que se ha dado a llamar "carácter" del producto ( "cuerpo" o viscosidad, grado alcohólico, etc.) el cual se debe a ligeras modificaciones del proceso o al empleo de distintos microorganismos. Los ingredientes básicos para la elaboración de una cerveza son: cebada malteada (malta), agua, lúpulo y levaduras, pudiéndose incluir otros materiales como son los adjuntos

En este trabajo se pretende realizar una cerveza tipo lager (fermentación de fondo) para la cual se emplea como materia prima: mosto, que consiste en un extracto dulce resultado del proceso de maceración, lúpulo y las levaduras *S.cerviseae* y *S.carlsbergensis*, las cuales reciben un acondicionamiento para su adaptación a las condiciones de fermentación.

A el mosto se le realizan análisis Físicoquímicos y Microbiológicos para ver la calidad de este.

En lo que respecta a las levaduras se realizan observaciones al microscopio (Tinción con azul de metileno 40x) para asegurar el uso de un cultivo puro.

Al conocer el proceso de elaboración de cerveza, el punto que requiere mas atención sin olvidar los otros puntos, es la fermentación, ya que nos encontramos con cambios metabólicos de la levadura, por lo tanto a diferentes tiempos se toman muestras y se les hacen análisis Físicoquímicos para ver como transcurre dicha fermentación.

El control de calidad de bebida terminada consiste en análisis Físicoquímicos tales como azúcares reductores totales, pH, alcohol, acidez, etc.

#### 2. Elaboración de bebida carbonatada.

Es indispensable conocer el proceso de elaboración y

saber que esta constituido por un jarabe simple (azúcar, saborizante, acidulante, conservador etc.) y agua carbonatada.

Posteriormente se definen las materias primas y las características finales de la bebida carbonatada; por lo que se tuvieron que hacer pequeños ensayos tanto de sabor como de acidez con el objeto de verificar el grado de aceptación de estas con respecto a un refresco comercial.

A la materia prima (azúcar, agua) se le hace un análisis Microbiológico para verificar que cada una de ellas cumpla con las especificaciones estipuladas.

El paso siguiente es la elaboración de la bebida, realizando las operaciones necesarios para obtener dicho producto.

El Control de Calidad en bebida terminada consiste en la determinación de pH, volumen de carbonatación, acidez etc. y también de análisis Microbiológico.

### 3. Elaboración de la mezcla.

Ya familiarizados con el proceso de elaboración de cerveza y el de bebida carbonatada con sabor limón, el proceso de elaboración de la mezcla resulta sencillo y consiste simplemente en mezclar jarabe simple, agua carbonatada y cerveza. Se realizaron ensayos a diferentes concentraciones de cada uno de los componentes para así poder llegar a la formulación final; a este producto se le hacen análisis Físicoquímicos como control de calidad.

El punto final del trabajo experimental es el de realizar un análisis sensorial con una escala hedónica para ver la aceptación de este nuevo producto.

## 2.1 PROCESO DE ELABORACION DE LA CERVEZA

### A) RECEPCION DEL MOSTO.

El mosto se obtiene de la Cía. Extractos y Maltas S.A. de C.V.; este mosto es un extracto dulce resultado del proceso de maceración realizado en esta Cía. En nuestro caso se reciben 6 litros de mosto.

Como primer paso en esta etapa es hacer un análisis microbiológico (cuenta total, coliformes, hongos, y levaduras), y una prueba organoléptica (cuerpo, olor, sabor, color, etc) para así poder ver la calidad del mosto recibido.

### B) ADICION DEL LUPULO

El lúpulo se adquiere en el mercado de Sonora de la Ciudad de México; la cantidad de lúpulo que se adiciona es aproximadamente 2.26 g/litro del mosto, se esteriliza en un autoclave antes de utilizarse.

El lúpulo proporciona a la cerveza las siguientes características:

- Sabor y aroma peculiares, dados por las resinas amargas y ácidas.
- Aumento de carácter refrescante.
- Acción clarificante, por la presencia de taninos que ayuda a la precipitación de proteínas durante el cocimiento.

### C) COCCION DEL MOSTO.

El mosto dulce se lleva a ebullición durante una hora. El lúpulo esterilizado se adiciona en dos partes iguales: la primera parte se adiciona cuando el mosto dulce empieza a hervir, la segunda parte se adiciona quince minutos antes de terminar la hora de cocción. Durante este tiempo se aerea constantemente para acelerar la formación de los complejos proteínas-taninos.

Objetivos de la operación:

- Una mayor concentración por evaporación de agua.

- Una esterilización, con lo que se puede controlar la fermentación con cultivos puros.
- Inactivación enzimática que asegura la correcta proporción de los componentes del mosto conseguida en la maceración.
- Una extracción de las sustancias solubles del lúpulo.
- Precipitación de las proteínas coaguladas.
- Una caramelización en cierto grado de los azúcares, para la obtención del color deseado.

#### D) ENFRIAMIENTO

Se enfría el mosto lupulado hasta 6°C con el objeto de precipitar los complejos de proteína-taninos formados y a su vez inducir la precipitación de otras proteínas y resinas del lúpulo absorbidas en la superficie.

En esta etapa se mide el volumen del mosto lupulado para así poder ver el volumen real; en nuestro caso son 4 litros.

#### E) FILTRACION

La filtración se realiza en una zona estéril (campana de flujo laminar) de ser posible con un ayudafiltros para agilizar este paso y evitar contaminaciones.

En esta operación se separan las sustancias sólidas ya que dan mal aspecto al producto.

#### F) ADICION DEL INOCULO

Se eligen las variedades de *Saccharomyces carlsbergensis* y *Saccharomyces cereviceae* debido a que son las utilizadas en las fermentaciones tipo lager.

La levadura *S.carlsbergensis* se obtiene del cepario de la Facultad de Química y la levadura *S.cereviceae* de la Industria SAFMEX S.A. de C.V.

#### PREPARACION DEL INOCULO:

- S.cereviceae*.- Se pesa 1.6g de levadura liofilizada y se añade a 200ml de una solución de sacarosa al 20% estéril.
- S.carlsbergensis*.- Se inoculan dos azadas de levadura en 250 mililitros de mosto previamente esterilizado.

Los dos inóculos se colocan en una incubadora tipo (Controlled Environment Incubator Shaker, Manufacturado by New Brunswick Scientific Co. Inc. N.Y. USA), se ajusta la temperatura a 20°C con agitación continua durante 17 horas y se va disminuyendo la temperatura hasta llegar a 10°C  $\pm$  1 y se mantiene así durante 8 horas aproximadamente. Esta operación se realiza con el fin de acondicionar las cepas.

Una vez pasado este tiempo se prosigue a separar en partes iguales el mosto lupulado ya que tenemos dos levaduras diferentes; se le adiciona el inóculo de *S.carlsbergensis* en una proporción de 7.5%, en nuestro caso es 150 ml de inóculo para un volumen total de 2 litros. En cuanto al inóculo de *S.cereviceae* se agrega en proporción de 1.2%, es decir, a dos litros de el mosto lupulado se le agregan 24ml. del inóculo.

#### G) LAVADO DE BOTELLAS.

Las botellas son lavadas perfectamente y desinfectadas con una solución de sosa cáustica a una concentración de 2.9% durante 3 minutos a una temperatura de 130°F; el objeto del lavado de las botellas es el producir un envase limpio y estéril.

#### H) FERMENTACION.

Una vez lavadas las botellas y adicionado el inóculo al mosto lupulado, se procede a fermentar en las botellas de vidrio cerradas herméticamente, con el fin de evitar el escape de CO<sub>2</sub>.

Se colocan en un refrigerador controlando la temperatura ( 10 °C  $\pm$  1 ) ya que es la temperatura de fermentación; en

dicha temperatura la levadura realiza sus procesos metabólicos normalmente y además evitamos que el CO<sub>2</sub> se escape ya que se solubiliza a bajas temperaturas.

Durante este tiempo se toman muestras (aproximadamente 200 ml) cada tercer día para medir los parámetros de pH y azúcares reductores totales; el contenido de alcohol se mide al inicio, a la mitad y al final de la fermentación para así poder ver el transcurso de la fermentación.

La fermentación se detiene cuando se observa que ya no hay producción de gas (CO<sub>2</sub>), los azúcares reductores totales son bajos, el porcentaje de alcohol es elevado, además de la presencia de un sedimento en el fondo de la botella (levaduras) que nos indica el fin de la fermentación.

La duración de la fermentación es de 28 días aproximadamente; tiempo durante el cual tiene lugar en el mosto una serie de transformaciones: gran parte de los azúcares se transforman en alcohol etílico, dióxido de carbono, glicerina y ácido acético, a partir de proteínas y derivados grasos se producen alcoholes y ácidos superiores.

#### I) MADURACION DE LA CERVEZA.

El producto obtenido se somete a un proceso de maduración en las mismas botellas, a una temperatura de 0°C durante 30 días.

Con esto se permite la precipitación de proteínas inestables, levaduras, resina y otros materiales indeseables. Durante este período se forman ésteres y desaparece la aspereza del producto verde.

#### J) FILTRACION .

Después de la maduración de la cerveza se procede a filtrarla con tierra de diatomeas o infusorios si es posible, si esto no es posible puede usarse filtro millipore, cuidando que la temperatura se conserve baja, para perder lo menos posible de CO<sub>2</sub>. En nuestro caso se filtra con filtro millipore.

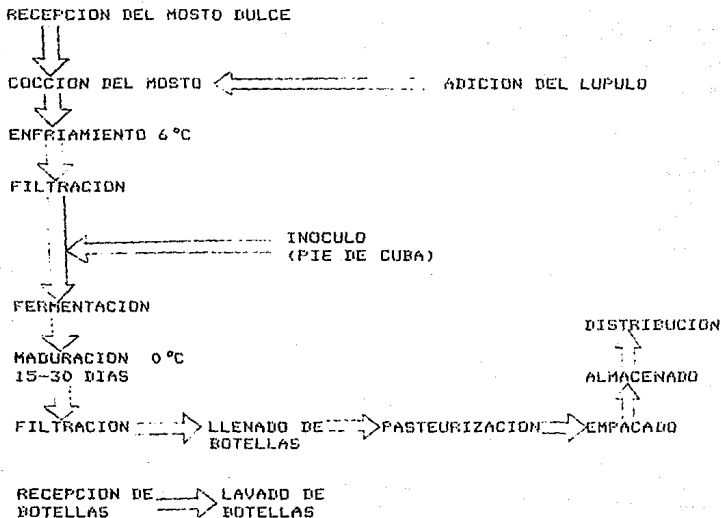


La filtración permite la separación definitiva de todos los materiales en suspensión, y si se utiliza filtro de membrana (millipore) se ahorra el siguiente paso que es el de pasteurización, y que tiene como objeto eliminar microorganismos que pueden causar deterioros.

#### K) PASTEURIZACION.

La cerveza se envasa en las mismas botellas en donde se lleva a cabo la fermentación y se procede a pasteurizar (siempre y cuando no se haya filtrado con millipore) empleando una temperatura de 65°C durante 15 minutos, con esto se logra eliminar microorganismos capaces de deteriorar la cerveza.

2.1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACION DE CERVEZA



### 2.1.2 CONTROL DE CALIDAD EN CERVEZA TERMINADA.

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

#### 1) FISICOQUIMICAS.

- a) Peso Específico
- b) Extracto Aparente
- c) Alcohol
- d) Extracto Real
- e) Extracto Mosto Original.
- f) Grado Real de Fermentación
- g) Grado Aparente de Fermentación
- h) Acidez Total
- i) pH
- j) Color
- k) Proteínas
- l) Azúcares Reductores
- m) Cenizas
- n) Dextrinas.

## 2.2 PROCESO DE ELABORACION DE UNA BEBIDA CARBONATADA CON SABOR LIMON

La elaboración de un refresco tipo cítrico, consta de la preparación de un jarabe; se establece primero la cantidad de bebida terminada a elaborar o "unidad". Tomando como base la unidad, se sigue una metodología para determinar la cantidad de sólidos y agua necesarios para elaborar los jarabes simple y terminado.

Con la unidad y el porcentaje de sólidos totales (°Bx) para ella, y con la ayuda de la tabla No.19 \* se obtiene la densidad aparente para el porcentaje de sólidos previamente establecidos.

Se procede a la obtención del peso de la bebida; utilizando para ello la densidad aparente anteriormente obtenida y despejando de la fórmula de densidad.

A continuación se determinan los sólidos totales mediante las relaciones siguientes:

$$\text{Unidad (lt)} \times \frac{\text{°Bx bebida terminada} \times \text{bebida final}}{100}$$

o

$$\text{Peso bebida} \times \frac{\text{°Bx bebida final}}{100}$$

Posteriormente se hace la suma de los sólidos presentes en la formulación; es decir se suman las cantidades de cada constituyente sólido (ac.cítrico, benzoato de sodio etc); la cantidad de azúcar se obtiene en seguida al restar de los sólidos totales, los sólidos de la formulación.

Después se determina el peso del jarabe de la siguiente manera:

\* Anexo.

a) Buscando los °Bx de la bebida en la tabla No. 19 \* se obtienen los gramos de sacarosa/ 100 ml; esta cantidad se multiplica por la relación agua-jarabe, dando como resultado los gramos de sacarosa que consultando nuevamente en la tabla No. 19 dan los °Bx que corresponden a esta cantidad de sacarosa.

b) En seguida se determina el peso del jarabe mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Peso del Jarabe} = \frac{\text{Sólidos Totales (kg)} \times 100}{\text{°Bx del Jarabe}}$$

A continuación se determina el peso del agua. Para ello es necesario determinar: a) Las partes de la formulación (azúcar, ácido cítrico, benzoato de sodio, saborizante etc.) en Kg y b) El peso del agua se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Peso de Agua} = \text{Peso del Jarabe} - \text{Partes de Formulación}$$

Se calcula después el volumen del jarabe; para ello, en la tabla No. 19 se localiza la densidad aparente para los °Bx del jarabe utilizando después la relación:

$$\text{Volumen del Jarabe} = \frac{\text{Peso del Jarabe}}{\text{Densidad Aparente}}$$

A modo de comprobación de que los pesos secuidos fueron los correctos; se obtiene el volumen de la bebida que se establece inicialmente de la siguiente manera:

$$\text{Unidad} = \text{Volumen de Jarabe} \times \text{Relación Agua-Jarabe}$$

Al igual comprueba los °Bx de la bebida terminado a partir de la siguiente relación:

$$\text{°Bx} = \frac{\text{Sólidos Totales} \times 100}{\text{Peso Bebida}}$$

Por último se obtiene el peso del jarabe correspondiente por botella utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{Peso de Jarabe} = \frac{\text{Densidad Aparente del Jarabe} \times \text{Vol. Botella}}{\text{Relación agua-jarabe}}$$

\* Anexo.

## PREPARACION DEL SABORIZANTE

MATERIAS PRIMAS	PORCENTAJE
Alcohol 96°GL	50%
Aceites de limón	8%
Agua	41.75%
Cloruro de Sodio	0.25%

### Aceites Esenciales de Limón.

Limón variedad Mexicano Cent. tipo B.	50%
Limón variedad Persa	25%
Limón variedad Mexicano Destilado	25%

Se mezclan todas las materias primas en la proporción mencionada y se deja reposar un día, pasado este tiempo se filtra con un equipo de Millipore y se ayuda esta filtración con tierra de diatomáceas; el filtrado se transfiere a un embudo de separación para así obtener el extracto de limón desterpenado.

### Especificaciones de los Aceites Desterpenados.

Los aceites de limón desterpenados o sesquidesterpenados son líquidos de color amarillo, azucarados. Son estables, contienen de 60 a 72% de aldehídos y aceite de citral.

El efecto de sabor de los aceites desterpenados es de 15 a 25 veces más fuerte que el aceite natural.

El nivel de uso sugerido es de 0.10 a 0.50% .

#### DOSIFICACION DE SABORIZANTE

Se prepara una solucion de saborizante de tres gramos en cien mililitros. Posteriormente se adiciona volúmenes de esta solucion, a cien mililitros de jarabe que contienen el mismo porcentaje de solidos totales que el producto final (12 Bx) ; probando despues de cada adicion, hasta encontrar el sabor deseado.

#### DOSIFICACION DE ACIDULANTE

Se prepara una solucion de acido citrico al 25%. Posteriormente se adiciona volúmenes de esta solucion a un jarabe de 12 Bx ; probando despues de cada adicion para encontrar la acidez adecuada.

## BEBIDA DE LIMON

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

### 1. Unidad y Porcentaje de Sólidos Totales (°Bx).

Una caja de refrescos (con 24 botellas, volumen de 355ml/bot.)

$$\begin{array}{r} 355 \text{ ml} - 1 \text{ botella} \\ \times \quad \quad - 24 \text{ botellas} \end{array}$$

$$x = 8.520 \text{ ltos. de bebida } 12^\circ \text{Bx.}$$

### 2. Densidad Aparente

$$\begin{array}{l} 12^\circ \text{Bx} - \text{de la tabla No. 19*} \\ 1.04541 \text{ kg/lt.} \end{array}$$

### 3. Peso de la Bebida

$$m = \rho \times V$$

$$m = 8.520 \text{ lt.} \times 1.04541 \text{ kg/lt.}$$

$$m = 8.907 \text{ kg bebida } 12^\circ \text{Bx.}$$

### 4. Sólidos Totales

$$\text{Unidad (lt)} \times \frac{^\circ \text{Bx}}{100} \text{ bebida final} \times \rho = \text{S.T.}$$

\*Anexo.



$$\text{peso de bebida} \times \frac{\text{°Bx bebida final}}{100} = \text{S.T.}$$

$$\frac{8.907 \text{ Kg} \times 12 \text{ °Bx}}{100} = 1.069 \text{ Kg}$$

$$\text{S.T.} = 1.069 \text{ Kg}$$

#### 5. Sólidos en la Formulación

Acido Cítrico	0.0432 Kg
Benzoato de Sodio	0.0017 Kg

Azúcar

Sólidos Totales - Sólidos en la Formulación

$$1.069 - 0.0449$$

$$\text{Azúcar} = 1.0241 \text{ Kg.}$$

#### 6. Peso Jarabe

a) °Bx del jarabe

12 °Bx - De la tabla No. 19 ---- 12.558 g sacarosa/100 ml.

Relación Agua - Jarabe 1 + 5 = 6

$$\frac{12.558 \text{ g sacarosa}}{100 \text{ ml}} \times 6 = 75.348 \text{ g sacarosa/100 ml}$$

75.348 g sacarosa / 100 ml - De la Tabla No. 19 ---- 58.9 °Bx

b) Peso Jarabe

$$\frac{\text{Sólidos Totales (Kg)} \times 100}{\text{°Bx jarabe}} = \text{Peso Jarabe}$$

$$1.069 \times \frac{100}{58.9}$$

Peso Jarabe 1.815 kg

## 7. Peso Agua

### a) Partes de Formulación

Azúcar	1.0241	Kg
Benzoato de Sodio	0.0017	Kg
Acido Cítrico	0.0432	Kg
Saborizante	0.00718	Kg
	-----	
	1.07618	Kg

### b) Agua

Peso Jarabe - Partes de Formulación

1.815 kg - 1.07618 kg

Agua 0.7388 kg

## B. Volumen del Jarabe

De la Tabla No. 19\* 58.9 °Bx ----- 1.279 Densidad Aparente

$\frac{\text{Peso del Jarabe}}{\text{Densidad Aparente}} = \text{Volumen del Jarabe}$

$$\frac{1.815}{1.279}$$

Volumen del Jarabe = 1.419 lt.

## 9. Volumen de Bebida Terminada

Volumen del Jarabe x Relación Agua - Jarabe = UNIDAD

$$1.419 \times 6 = 8.514 \text{ lt.} \approx 8.520 \text{ lt.}$$

% Anexo

10. °Bx de Bebida Terminada

$$\frac{\text{Sólidos Totales}}{\text{Peso Bebida}} \times 100 = \text{°Bx}$$

$$\frac{1.069 \text{ Kg}}{8.907 \text{ Kg}} \times 100 = \text{°Bx}$$

11. Peso del Jarabe por Botella

$$\frac{\text{aparente del jarabe} \times \text{volumen de la Botella}}{\text{Relación Agua-Jarabe}} = \text{Peso jarabe} \times \text{Botella}$$

$$\frac{1.279 \times 355 \text{ ml}}{6}$$

75.67g Jarabe / botella

12. Volumen de Agua Carbonatada por Botella

$$\text{Volumen de Bebida Total} - \text{Volumen de Jarabe} = \text{Vol. Agua Carbonatada total}$$

$$8.520 - 1.419 = 7.101 \text{ lt.}$$

$$\frac{\text{Volumen de Agua Carbonatada} \times \text{Volumen de la Botella}}{\text{Unidad}}$$

$$\frac{7.101 \text{ lt.} \times 355 \text{ lt}}{8.520 \text{ lt.}}$$

295.87 ml Agua Carbonatada / botella.

FORMULACIONES DE LA BEBIDA CARBONATADA CON SABOR LIMON

1. Bebida de Limon

12 Brix  
 pH= 2.5  
 Unidad= 0.520 lt.  
 Relacion= 1/5  
 Jarabe= 58.9 Brix

Materia Prima	Cantidad
Azúcar	1.0241 Kg
Acido cítrico	0.0432 Kg
Benzoato de sodio	0.0017 Kg
Saborizante	0.00718 Kg
Agua	0.7388 Kg

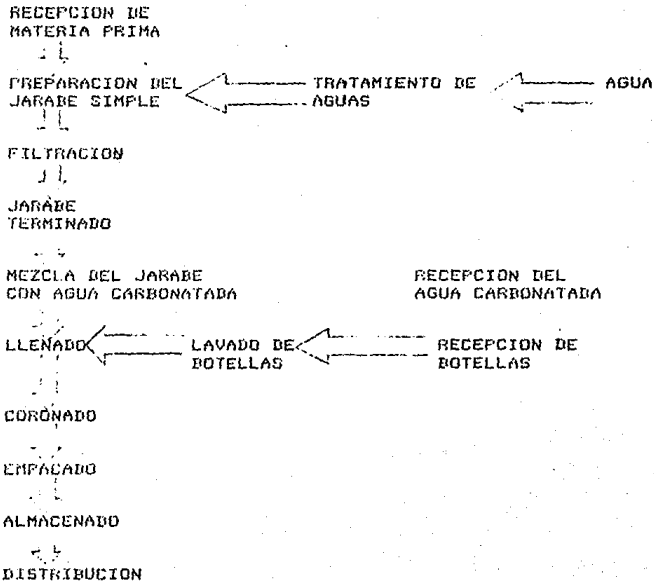
2. Bebida de Limon

10 Brix  
 pH= 3.2  
 Unidad= 0.520 lt.  
 Relacion= 1/5  
 Jarabe= 50.5 Brix

Materia Prima	Cantidad
Azúcar	0.8387 Kg
Acido cítrico	0.0432 Kg
Benzoato de sodio	0.0017 Kg
Saborizante	0.00718 Kg
Agua	0.8589 Kg

Se tomo la formulación No. 1 ya que obtuvo la mayor aceptación.

2.2.1 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACION DE LA BEBIDA CARBONATADA CON SABOR LIMON



## 2.2.2 CONTROL DE CALIDAD DE LA BEBIDA CARBONATA DA CON SABOR LIMON

### análisis de materia prima

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

A continuación se mencionan las pruebas, como los métodos usados:

#### 1. Agua

- a) pH - Potenciométricamente
- b) Propiedades Físicas - Organolépticamente
- c) Análisis Microbiológico - Cuenta de microorganismos por el método del número más probable (NMP)

#### 2. Azúcar

##### a) Análisis Microbiológico

Cuenta total ( en placa de agar nutritivo), Hongos y Levaduras (en placa de agar papa dextrosa).

### Análisis del Producto Terminado.

Para el control de calidad de la bebida terminada se realizaron las siguientes pruebas de rutina:

#### 1. Fisicoquímicas

- a) Determinación del porcentaje de sólidos totales ( °Bx ) con un refractómetro de campo.
- b) Utilizando un potenciómetro se obtuvo el pH de la bebida.

Ambas pruebas realizadas por duplicado con el objeto de asegurar la veracidad del resultado.

- c) La determinación del volumen de carbonatación se hizo utilizando el carbotester o probador de volumen de gas.

## 2. Microbiológicas

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

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

Todas estas pruebas realizadas por cuenta en placa.

### 2.3 PROCESO DE ELABORACION DE LA MEZCLA: CERVEZA - BEBIDA CARBONATADA CON SABOR LIMON

El desarrollo de esta mezcla se basa en los procesos seguidos para la elaboración de la bebida carbonatada con sabor limón y en el de elaboración de cerveza.

El proceso de elaboración de esta mezcla consiste simplemente en combinar en diferentes proporciones; las materias primas de que se compone: cerveza, agua carbonatada y jarabe (jarabe base de la bebida carbonatada).

Para realizar la mezcla se enfrían tanto la cerveza como el agua carbonatada para así evitar pérdida de CO<sub>2</sub>.

Se coloca en la botella primero jarabe, luego el agua carbonatada y por último cerveza, se corona, se mezclan los ingredientes y finalmente se pasteuriza.

Al producto obtenido se le realiza un control de calidad de pruebas fisicoquímicas para ver la calidad de la bebida.

Para ver la aceptación de la bebida se realizó una encuesta en donde se pide a los panelistas que califiquen la bebida y los atributos de ésta por medio de una escala hedónica (cuestionario).

Se da a calificar a 100 panelistas (50 sexo masculino y 50 sexo femenino) cuyas edades fluctuaron entre 20 y 30 años.

El estudio estadístico se realiza por el método de estimación de la media real de población para un universo mayor.



CUESTIONARIO

SEXO \_\_\_\_\_

EDAD \_\_\_\_\_

Califique usted cada uno de los atributos mencionados, conforme a la escala siguiente:

1. Gusta Mucho
2. Gusta
3. Ni Gusta - Ni Disgusta
4. Disgusta
5. Disgusta Mucho

ATRIBUTOS

Apariencia \_\_\_\_\_

Color \_\_\_\_\_

Sabor \_\_\_\_\_

Acidez \_\_\_\_\_

Dulzor \_\_\_\_\_

Amaror \_\_\_\_\_

Alcohol \_\_\_\_\_

Gas \_\_\_\_\_

COMENTARIOS:

## FORMULAS

estimación de la media real de la población por intervalo.

$$\bar{X} = \sum f_k x_k / M$$

$$S = \sqrt{\sum f \frac{(x_k - \bar{X})^2}{M-1}}$$

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{M}}$$

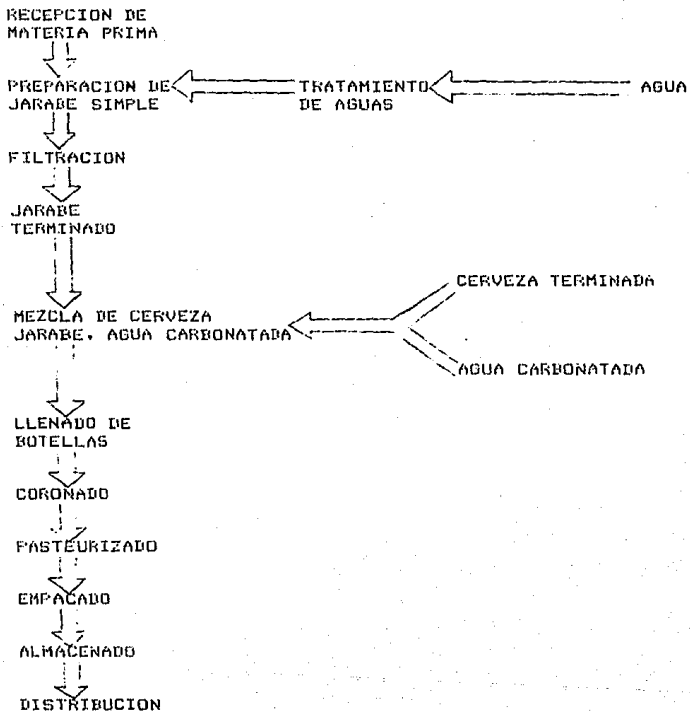
$$\bar{X} - 3 S_{\bar{X}} \leq \dots \leq \bar{X} + 3 S_{\bar{X}}$$

FORMULACIONES DE LA MEZCLA CERVEZA- BEBIDA CARBONATADA CON  
SABOR LIMON

1. 48.66% Bebida carbonatada de limón.  
51.33% Cerveza.
2. 66.67% Bebida carbonatada de limón.  
33.33% Cerveza.
3. 27.54% Bebida carbonatada de limón.  
72.45% Cerveza.

Como ensayo preliminar se realiza un análisis sensorial, tomando como jueces a 10 panelistas, observando los resultados obtenidos, resultó que la formulación No. 2 fue la más aceptada; para así posteriormente hacer un ensayo con una población mayor.

2.3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA ELABORACION DE LA MEZCLA DE  
CERVEZA - BEBIDA CARBONATADA CON SABOR LIMON



### 2.3.2 CONTROL DE CALIDAD EN BEBIDA TERMINADA

El control de calidad de la bebida terminada consta de las siguientes pruebas:

#### FISICOQUIMICAS

- A) °Bx por medio del Refractómetro de Campo
- B) pH utilizando un Potenciómetro
- C) Volumen de carbonatación por medio del Carbotester
- D) Grado Alcohólico por el método de destilación alcohólica
- E) Acidez: Titulación ácido-base

## 2.4 MATERIALES Y METODOS

## 2.4.1 ANALISIS FISICOQUIMICOS REALIZADOS A LA CERVEZA

### PREPARACION DE LA MUESTRA. ( A.O.A.C. 10.001 )

Poner la cerveza a una temperatura entre 15 y 20 °C. Eliminar el CO<sub>2</sub> transfiriendo la muestra a una matraz Erlen-Meyer grande y agitarlo suavemente hasta que ya no se desprendan gases de la cerveza. Si es necesario elimínese cualquier material suspendido o espuma por filtración através de papel filtro seco, cubriendo el embudo de filtración con un vidrio de reloj para reducir la evaporación. La muestra debe tener una temperatura aproximadamente de 20°C.

### PESO-ESPECIFICO

Fundamento.- La determinación del peso específico está basada en la obtención de la relación masa/masa de una muestra de cerveza con respecto al agua destilada, a una temperatura dada.

Determinar el peso específico a 20 °C usando un picnómetro. Limpiar tanto el interior como el exterior del picnómetro con mezcla crómica. Eliminar la mezcla crómica con cuidado, lavar varias veces con agua, después con alcohol y finalmente con eter. Eliminar las últimas trazas de eter con vacío de uno a dos minutos; poner el picnómetro a peso constante en una estufa a temperatura de 100 °C, sacar el picnómetro y colocarlo en un desecador a que llegue a una temperatura de 20 °C y determinar su peso en la balanza.

Llenar el picnómetro tarado con agua recientemente destilada y colocarlo en un baño de agua a 20 °C  $\pm$  0.05 , durante 30 minutos. Una vez que ha alcanzado esta temperatura se seca el picnómetro por fuera, inmediatamente se pesa, a este peso se resta el peso del picnómetro vacío; la diferencia representa el peso del agua a 20°C. Enjuagar el picnómetro con la cerveza libre de CO<sub>2</sub> dos veces, luego se llena el picnómetro con la cerveza, se coloca en un baño de agua a 20°C durante 30 minutos y determinar el peso de la cerveza en la misma forma en que se determinó el peso del agua.

## Cálculos

Dividir el peso de la cerveza entre el peso del agua.  
Reportar el peso específico con cuatro cifras decimales.

$$\rho = \frac{\text{peso cerveza}}{\text{peso agua}}$$

## EXTRACTO APARENTE ( A.O.A.C. 10.017 )

Fundamento.- Cuando más alto es el contenido inicial de azúcar del mosto, tanto mayor es el residuo no alcohólico de la cerveza resultante. Así pues, el contenido de extracto de una cerveza es una indicación del contenido de azúcar en el mosto original. El extracto lo definen como el conjunto de productos no volátiles en el cual se deben fijar las condiciones físicas exactamente para definir estos compuestos.

Usese la Tabla 43.004 del A.O.A.C. para obtener el valor de extracto que corresponde al peso específico de la cerveza 20 °C/ 20°C. Reportar Extracto Aparente en % con dos cifras decimales.

## ALCOHOL

Fundamento.- La determinación del grado alcohólico está basada en un proceso de destilación simple del que se recupera un destilado hidroalcohólico en el cual se determina la densidad.

Tanto la cerveza como el destilado se miden volumétricamente.

## Material.

- Matraz de destilación de 300 a 500 ml.
- Trampa de condensación que conecta con el matraz de destilación a) y con el condensador recto c) Puede emplearse una trampa Kjeldahl esférica o cilíndrica.
- Condensador recto. Se hace una adaptación en la parte terminal del condensador de manera que llegue al interior del matraz receptor.



- d) Matraz volumétrico de 100 ml que actúa como receptor del destilado.
- e) Picnómetro.
- f) Termómetro.
- g) Balanza analítica.
- h) Pipeta de 100 ml ( $\pm 0.1$  ml).

#### Método

Aforar 100ml de cerveza libre de  $CO_2$  a  $20^\circ C$  y pasarlo al matraz de destilación de 500 ml. Agregar 50 ml de agua, en varias porciones para enjuagar el matraz volumétrico y añadiéndose los lavados al matraz de destilación. Conectar el matraz de destilación a la trampa de condensación y al condensador vertical, el cual tiene una adaptación que llega hasta un matraz volumétrico de 100 ml, que actúa como receptor. El matraz volumétrico debe estar dentro de un recipiente con hielo. La temperatura del agua que sale de la chaqueta del condensador no debe exceder de  $25^\circ C$ . Destilar 96 ml y mezclar bien el destilado, ajustar su temperatura a  $20^\circ C$  y completar a 100 con agua destilada. Determinar el peso específico del destilado a  $20^\circ C$  según el método descrito anteriormente. De la tabla 43,024 del A.D.A.C. ver los gramos de alcohol por 100 ml que corresponden al peso específico del destilado.

#### Cálculos

Calcular el % de alcohol en peso en la cerveza con la siguiente fórmula.

$$\text{ALCOHOL \% EN PESO} = \frac{\text{gr. alcohol por 100 ml. del destilado}}{\text{peso específico de la cerveza}}$$

$$\text{ALCOHOL \% EN VOLUMEN} = \text{Vol. de alcohol por 100 ml de destilado}$$

Reportar alcohol % en peso y % en volumen con dos cifras decimales.

## EXTRACTO REAL

Evaporar 75 a 100 ml de muestra (pesados con precisión) en un baño de vapor o en una placa de asbestos a una temperatura no mayor de 80 °C hasta tener una tercera parte del volumen original. Enfriar, llevar al peso original con agua y determinar el peso específico con picnómetro a 20 °C. Determinar el extracto real que corresponde a los pesos específicos según la tabla 43.004 del A.O.A.C.

## EXTRACTO MOSTO ORIGINAL (A.O.A.C. 10.020).

Calcularlo usando la siguiente fórmula:

$$D = \frac{2.0665 A + E}{100 + 1.0665 A} \times 100$$

En donde:

D = Extracto mosto original °Plato.

A = Alcohol, % en peso.

E = Extracto real de la cerveza %.

## GRADO REAL DE FERMENTACION (A.O.A.C. 10.021).

Calcularlo usando la siguiente fórmula:

$$GRF = \frac{100(D - E)}{D}$$

Reportar como grado real de fermentación (GRF) con una cifra decimal.

GRADO APARENTE DE FERMENTACION (A.O.A.C. 10.022).

Calcularlo usando la siguiente fórmula:

$$GAF = \frac{100}{D} (O - \text{Extracto Aparente})$$

Reportar grado aparente de fermentación (GAF) con un cifra decimal.

ACIDEZ TOTAL (A.O.A.C. 10.023).

Determinar la acidez total con el siguiente método: Titulación de la cerveza diluida usando fenoftaleína como indicador.

Reactivos.

- a) Solución de fenoftaleína al 0.5% en alcohol etílico al 95%.
- b) Solución de NaOH 0.1N

Material.

- a) Matraz Erlen-Meyer de 500 ml.
- b) Pipeta volumétrica de 25ml.
- c) Bureta.

Método.

Llevar 250 ml de agua destilada a la temperatura de ebullición en un matraz de 500 ml y continuar hirviendo durante dos minutos. Añadir 25 ml de cerveza libre de CO<sub>2</sub> con una pipeta volumétrica. Continuar el calentamiento de la solución durante 60 segundos más; regulando la fuente de calor de manera que la ebullición se reanude durante los últimos 30 segundos del calentamiento. Retirar de la fuente calorífica, agitar 5 segundos y enfriar rápidamente hasta temperatura ambiente. Añadir 0.5 ml de indicador de fenoftaleína. Titular con NaOH 0.1 N contra un fondo blanco. Titular hasta la apariencia de un color rosa pálido y leer en la bureta. Añadir 0.2 ml de alcali, el color debe ser permanente, indicando una sobretitulación. Tomar la primera

lectura de la bureta como lectura final; Se pueden usar 100 ml de agua, 10 ml de cerveza y 0.2 ml de indicador en vez de las cantidades especificadas anteriormente.

#### Cálculos

$$\text{ACIDEZ TOTAL (Acido Láctico)} = \frac{\text{ml. NaOH} \times N \times 0.09 \times 100}{\text{ml. cerveza} \times \text{peso esp.}}$$

Reportar acidez de la cerveza como Acido Láctico con dos cifras decimales.

pH. Concentración de iones H<sup>+</sup> (A.O.A.C. 10.025).

Fundamento .- La determinación de pH esta basada en la medición de la FEM\*de una celda galvánica utilizando un par de electrodos, uno de los cuales es de referencia ya que mantienen un potencial constante y el otro es de medida o indicador, ya que su potencial depende de la composición de la disolución electrolítica. Todas las sustancias, por lo general, son constituyentes ácidos o básicos que al estar en solución acuosa, se disocian ligeramente. El pH es el logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno.

\* Fuerza Electro Motriz.

#### Reactivos

a) Buffer de pH 4. Disolver 10.21g de ftalato ácido de potasio  $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$  en agua destilada y diluir la solución a un litro. Pueden utilizarse buffer comerciales.

#### Aparatos

a) Potenciómetro electrométrico, con electrodos de vidrio y calomel saturado.

b) Termómetro

#### Método

Estandarizar el potenciómetro a pH 4 sumergiendo los electrodos en la solución buffer y enjuagarlos con agua destilada empleando una piceta. Sumergirlos en la muestra de

cerveza y después de ajustar el potenciómetro a la temperatura de la cerveza leer el pH. Enjuagar los electrodos con agua destilada entre las mediciones sucesivas y volver a ajustar el aparato con la solución buffer después de una serie de determinaciones.

Reportar el pH con dos cifras decimales aproximando al 0.05 más próximo.

## COLOR

Determinar el color usando el siguiente método espectrofotométrico.

Fundamento.-- La intensidad de color de la cerveza es diez veces la densidad óptica de la cerveza, medida en una celda de 1/2 pulgada, con luz monocromática con una longitud de onda de 430 nm en una muestra libre de turbidez.

## METODO DE REFERENCIA STANDARD

### Aparatos

a) Espectrofotómetro de precisión.

### Método

Con cerveza libre de CO<sub>2</sub> llenar una celda del espectrofotómetro y determinar la densidad óptica (D.O.) de la cerveza a 430 nm y a 700 nm. Calcular las densidades ópticas de la cerveza para un paso de luz de 1/2 pulgada que es el espesor de la columna de cerveza en la celda. Si la densidad óptica a 700 nm es igual o menor que 0.039 veces la densidad óptica a 430 nm la cerveza se encuentra libre de turbidez y el color de la cerveza se determina con su densidad óptica a 430 nm. Si la cerveza no esta libre de turbidez clarifíquela por centrifugación o filtración y repita la medición de la densidad óptica a 430 nm en estos casos reporte que fue necesaria la clarificación o filtración junto con el valor del color.

## Cálculos

### Color de la Cerveza.

$$10 \left( D_{0} \times \frac{1}{2} , 430 \text{ nm} \right).$$

Reportar color de la cerveza como grados Método de Referencia Estandar con una cifra decimal.

## PROTEINAS

Fundamento.- Las proteínas y demás materia orgánica son oxidadas por el ácido sulfúrico; el nitrógeno que se encuentra en forma orgánica se fija como sulfato de amonio. Al hacer reaccionar esta sal con una base fuerte se desprende amoniaco que se destila y se recibe en un volumen conocido de ácido valorado. Por titulación del ácido no neutralizado se calcula la cantidad de amoniaco desprendido y así, la cantidad de nitrógeno de la muestra. El porcentaje de nitrógeno multiplicado por el factor 6.25 nos da el porcentaje de proteína cruda.

### Reactivos

- a) Acido sulfúrico o acido clorhídrico 0.1N.
- b) Hidróxido de sodio 0.1N.
- c) Acido Sulfúrico 96%.
- d) Oxido mercurico o mercurio.
- e) Solución de tiosulfato de sodio. Disolver 80g de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  en un litro de agua destilada.
- f) Sulfato de potasio o sulfato de sodio anhidro.
- g) Solución de hidróxido de sodio. Disolver 450g de NaOH en lentejas en 1 lt. de agua. La solución debe tener un peso específico de 1.36 o mas.
- h) Granallas de zinc.
- i) Rojo de metilo. Disolver 1g de rojo de metilo en 200 ml de alcohol.

## Material.

- a) Un soporte para matraz Kjeldahl, con adaptación para atrapar humos de ácido sulfúrico.
- b) Una unidad de destilación Kjeldahl con trampa, de condensación y condensador vertical de vidrio alcali resistente.
- c) Matraces Kjeldahl, 500 a 800 ml.
- d) Matraces Erlenmeyer de 500 ml.
- e) Pipeta de 25 ml ( $\pm 0.1$  ml).
- f) Bureta de 50 ml para medir el ácido y para titular el exceso de ácido con álcali.

## Método

Con una pipeta añadir 25 ml. de cerveza libre de  $\text{CO}_2$  a  $20^\circ\text{C}$  a un matraz de digestión Kjeldahl, añadir 1 a 2 ml. de ácido sulfúrico concentrado. Agregar 0.7 g de óxido mercurico o 0.65 g de mercurio, 10 g. de sulfato de potasio pulverizado o sulfato de sodio anhidro y 25 ml de ácido sulfúrico al 96%, colocar el matraz en posición inclinada sobre el soporte de digestión y calentar hasta el punto de ebullición del ácido hasta que desaparezca la espuma. Prosiga el calentamiento hasta que el ácido hierva vigorosamente y la solución se aclare. Continuar la digestión por lo menos treinta minutos más.

Mientras el matraz Kjeldahl y su contenido se pone a la temperatura ambiente, colocar 25 ml de ácido 0.1 N en un matraz de 500 ml y adaptarlo de forma que la punta del condensador quede sumergido dentro de la solución en el receptor.

Una vez que el matraz Kjeldahl y su contenido se han enfriado casi a la temperatura ambiente con cuidado añadir 200 ml de agua y mezclar bien. Enfríar debajo de  $25^\circ\text{C}$ , añadir 25ml. de solución de tiosulfato y mezclar para precipitar el mercurio. Añadir unas granallas de zinc para regular la ebullición. Añadir 70 ml de solución de hidróxido de sodio al matraz de digestión escurriéndolo por el cuello del matraz de manera que se estratifique debajo de la solución ácida pero no se mezcla con ella. Conectar el matraz al condensador, a través de la trampa y mezclar el contenido del matraz por agitación. Calentar hasta que todo el amoníaco ha destilado al matraz receptor que contiene ácido clorhídrico 0.1N, titular con NaOH 0.1N usando rojo de metilo como indicador.

Hacer una determinación de un blanco con los reactivos añadiendo 2g de sacarosa a un matraz Kjeldahl y siguiendo el método anterior desde donde empieza "Añadir 0.7g de óxido mercúrico....."

#### Cálculos

Restar el número de ml. de álcali 0.1N usados para titular el ácido 0.1N en la determinación del blanco de los ml. de ácido 0.1N tomados. Esta diferencia es 'a' y es la corrección del blanco la cual se resta de los ml. de ácido 0.1N en los cuáles se recibió el destilado.

$$\text{PROTEINAS \%} = \frac{0.875 (A - a) - E}{\text{peso específico} \times m}$$

En dónde:

$$0.875 = \frac{1.4 \times 6.25 \times 100}{1000}$$

A = ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o HCl 0.1N.

a = corrección del blanco.

E = ml de NaOH 0.1N usados en la titulación.

peso específico = peso específico de la cerveza

m = ml. de cerveza empleados como muestra

Reportar proteínas, % con dos cifras decimales.

#### AZUCARES REDUCTORES (A.O.A.C. 10.027;29.064).

Fundamento.- La determinación de los azúcares reductores está basada en la propiedad que tienen los grupos aldehídicos y cetónicos de la glucosa y la fructosa de reducir las soluciones alcalinas de ciertas sales metálicas (cobre, platino, mercurio y bismuto) de acuerdo a la siguiente reacción general:





en donde la cantidad de  $Cu_2O$  formado es proporcional a la cantidad de azúcar presente. Como indicador se usa el azul de metileno, ya que cambia de azul a incoloro a un potencial de óxido reducción igual a aquel en que se verifica completamente la reacción azul-cobre.

Método de Lane-Eynon.- Consiste en determinar primero que cantidad de una disolución patrón de azúcar se necesita para reaccionar, bajo condiciones específicas, con un volumen medido de disolución alcalina de sulfato de cobre, el llamado reactivo de Soxhlet.

En la segunda parte de la determinación se añade el mismo volumen de reactivo de Soxhlet, un volumen de cerveza defecado y clarificado, se determina el volumen de disolución patrón de azúcar que reacciona con el reactivo de Soxhlet en exceso.

En general las cervezas no requieren clarificación antes de la determinación de azúcares reductores. Sin embargo si la cerveza contiene material de suspensión debe filtrarse y si es necesario clarificarse.

#### Reactivos

- a) Carbonato de sodio anhidro.
- b) Solución de acetato de plomo (solución saturada).

Preparación de la cerveza para clarificación. Con una pipeta transferir 50 o 100 ml de cerveza a un matraz volumétrico de 250 ml. Añadir solución de acetato de plomo para clarificar evitando un exceso de cualquier reactivo y llevar a 250 ml con agua destilada a 20°C. Mezclar bien y centrifugar o filtrar hasta obtener un filtrado claro. Si se uso acetato de plomo para clarificar se elimina el exceso de plomo en el filtrado añadiendo un ligero exceso de carbonato de sodio. Filtrar para eliminar el precipitado de carbonato de plomo.

Determinar los azúcares reductores por el siguiente método:

## METODO VOLUMETRICO DE LANE-EYNON

### Reactivos

a) Modificación de Soxhlet de la solución de Fehling. Preparese por mezcla de volúmenes iguales de las soluciones A y B inmediatamente antes de usarse.

A. Solución de sulfato de cobre. Disolver 34.639 g. de  $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$  en 500 ml. de agua; filtrar en asbestos preparados.

B. Solución de tartrato alcalino. Disolver 173g. de sal de Rochella y 50g de NaOH en agua y llevar a 500 ml. de agua dejar reposar durante dos días y filtrar a través de asbesto preparado.

b) Solución de azul de metileno al 1% en agua.

### Material

- a) Bureta de 50 ml
- b) Matraces Erlenmeyer de 300 a 400 ml.
- c) Tripie con tela de alambre y mechero Bunsen
- d) Pipeta volumétrica de 25ml.
- e) Matraz volumétrico de 100 ml.

### Método

Diluir 50 ml de cerveza libre de  $\text{CO}_2$  hasta 100 ml en un matraz volumétrico de 100 ml. Mezclar bien y llenar una bureta de 50ml con la cerveza diluida. Con una pipeta agregar 10 ml de solución de Soxhlet acabada de mezclar a un matraz Erlenmeyer de 300 a 400 ml y agregar 15 ml de la cerveza diluida desde la bureta. Calentar la mezcla hasta la ebullición sobre una tela de alambre. Hervir cerca de 15 segundos y añadir rápidamente mayores cantidades de la cerveza diluida, hirviendo unos segundos despues cada adición hasta que permanezca un color tenue. Luego agregar 2 a 5 gotas de azul de metileno y completar la titulación añadiendo la solución de cerveza gota a gota. Para mayor exactitud repetir la titulación añadiendo casi toda la solución de cerveza requerida para reducir todo el cobre y terminar la titulación en la forma que se explico anteriormente. El punto final debe

caer dentro de 15 a 50 ml. Si el punto final se encuentra fuera de este rango debe cambiarse la dilución de la cerveza.

De la Tabla 43.018 del A.O.A.C. obtener el factor de Lane-Eynon que corresponde a los ml. de cerveza diluida empleados en la titulación.

#### Cálculos

$$\text{Maltosa Anhidra, \% en peso} = \frac{Ld}{T \times \text{peso específico}}$$

En donde:

L = Factor de Lane-Eynon en mg. de maltosa.

d = Factor de dilución  $\frac{\text{ml. de cerveza diluida}}{\text{ml. de cerveza} \times 10}$

T = ml. de cerveza diluida usada para la titulación de 10ml de solución Soxhlet.

peso específico = peso específico de la cerveza.

Reportar maltosa anhidra, % con dos cifras decimales.

#### METODO PARA LA ESTANDARIZACION DE LA SOLUCION DE SOXHLET.

Preparar una solución de glucosa para que contenga 1.265g en un litro ; 40 ml. de esta solución deben reducir exactamente 10 ml. de la solución de Soxhlet (Table of "Factors for 10 ml Soxhlet solution to be used in connection with Lane-Eynon general volumetric method A.O.A.C.")

#### CENIZAS (A.O.A.C. 10.030)

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

#### Material

- a) Cápsula de porcelana de 100 ml.
- b) Baño de agua hirviendo.

- c) Mufla.
- d) Pipeta volumetrica de 50 ml.
- e) Balanza Analítica.

#### Metodo

Con una pipeta medir 50 ml. de cerveza, libre de CO<sub>2</sub> y ponerlos en la capsula de evaporación de 100 ml. taradas, y evaporar la cerveza sobre un baño de agua. Calcinar con calor que no exceda de 550 °C hasta que este libre de carbono. Enfriar en un desecador y pesar.

#### Cálculos

$$\text{Cenizas } \% \text{ en peso} = \frac{100 \times \text{peso de cenizas}}{50 \times \text{peso específico}}$$

Reportar % cenizas con dos cifras decimales.

#### DEXTRINAS (A.O.A.C. 10.02B)

##### Reactivos

- a) HCl, peso específico 1.125 (7.6N).
- b) Solución de NaOH al 50% .
- c) Reactivos para la determinación de azúcares reductores.

##### Material

- a) Matraz Erlen-Meyer de 500 ml.
- b) Condensador para reflujo unido al matraz.
- c) Baño de agua hirviendo.
- d) Matraz volumetrico de 250 ml.
- e) Pipeta volumetrica de 50 ml.

##### Método

Primero se efectúa la hidrólisis de las dextrinas. Con una pipeta agregar 50 ml. de cerveza, libre de CO<sub>2</sub>, al matraz de destilación Erlen-Meyer, luego agregar 175 ml. de agua y 15ml. de HCl (peso específico 1.125). Conectar el condensador de reflujo y calentar durante 2 horas en un baño de agua hirviendo. Enfriar, agregar una gota de fenoftaleína y casi neutralizar con NaOH al 50%. Transferir a un matraz volumétrico de 250 ml. Llevar hasta el aforo con agua y

filtrar. Se sigue el método volumétrico de Lane-Eynon usando 50 ml. de filtrado diluidos a 100 ml. para la titulación de la solución Soxhlet. De la tabla 43.012 del A.O.A.C. , obtener el factor de Lane-Eynon que corresponde a los ml. de solución utilizados para la titulación.

#### Cálculos

Calcular el contenido en dextrosa de la cerveza hidrolizada, expresada como porcentaje en peso en la cerveza original utilizando la fórmula:

$$\text{Dextrosa \% en peso} = \frac{L}{T \times p \text{ esp}} \times \frac{250 \times 100}{50 \times 50 \times 10} = \frac{L}{T \times p \text{ esp}}$$

En donde:

L = Factor mg. de dextrosa de la Tabla 43.012 del A.O.A.C. , factor de Lane-Eynon. (Anexo)

T = ml. de cerveza diluida hidrolizada usados para titular 10 ml. de solución Soxhlet.

Peso específico = Peso específico de la cerveza.

Para calcular las dextrinas contenidas en la cerveza úsese la siguiente fórmula:

$$\text{Dextrinas, \%} = 0.9 (D - 1.053 M)$$

En donde:

M = % de maltosa en la cerveza antes de hidrolizar.

D = % de dextrosa en la cerveza después de hidrolizar.

Fundamento.- La determinación de los azúcares reductores está basada en la propiedad que tienen los grupos aldehídicos y cetónicos de la glucosa y la fructosa de reducir las soluciones alcalinas de ciertas sales metálicas (cobre, platino, mercurio y bismuto) de acuerdo a la siguiente reacción general:



## 2.4.2 ANALISIS FISICOQUIMICOS REALIZADOS A LA BEBIDA CARBONATADA CON SABOR LIMON

### GRADO BRUX

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

#### Material

- a) Refractómetro de campo
- b) Probeta de 100 ml
- c) Densímetro 0-50 °Bx.

#### Metodo

Un volumen de muestra preparada de cerveza se coloca en una probeta y se introduce el densímetro. Para tomar la lectura se dejan salir las burbujas de aire del líquido, dejando que el densímetro flote libremente. La lectura se toma considerando el menisco cóncavo inferior.

Con el refractómetro de campo determinamos los grados Brux de la siguiente manera: se coloca una gota de la bebida (eliminando el gas previamente) en el refractómetro cerrándolo y observando contra luz, seleccionando la escala 0-50 o 51-100 según sea el caso.

#### pH

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

#### Material

- a) Potenciómetro Sargen Welch modelo LSX
- b) Un vaso p.p. de 250 ml.

#### metodo

El potenciómetro se estandariza previamente con solución valorada de ácido clorhídrico y/o NaOH a un pH conocido y se prepara una solución de la muestra con agua destilada al 15% p/v. Se mezcla perfectamente, se toma una muestra libre de burbujas y se lee en el potenciómetro.

#### VOLUMEN DE CARBONATACION

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

#### Material

- a) Probador de volúmenes de gas (carbotester)

#### Metodo

Se toma la botella sellada, se envuelve en una tela gruesa y con el probador de volúmenes de gas (carbotester), se perfora la tapa-corona y cuando el manómetro marque cero presión, se cierra la válvula de alivio agitando vigorosamente todo el conjunto, cuando la aguja del manómetro se quede estable se toma la lectura de presión. Inmediatamente después se toma la temperatura para conocer el volumen de carbonatación consultando la tabla 20. (Anexo)

### 2.4.3 ANALISIS FISICOQUIMICOS REALIZADOS A LA MEZCLA CERVEZA- BEBIDA CARBONATADA CON SABOR LIMON

Las determinaciones que se realizan son las siguientes:  
°Bx, pH y volumen de carbonatación, utilizando los mismos métodos que se mencionan en los análisis fisicoquímicos realizados al refresco (Sección 2.4.2 ); y para las determinaciones del grado alcohólico y acidez se utilizan los métodos que se mencionan en los análisis fisicoquímicos realizados a la cerveza (Sección 2.4.1 ).



## 2.4.4 METODOS MICROBIOLOGICOS

### ANALISIS MICROBIOLOGICOS

#### CUENTA TOTAL DE MICROORGANISMOS

##### Fundamento:

A diferencia de las bacterias que crecen en un medio líquido, las células bacterianas que se desarrollan sobre un medio sólido se encuentran inmóviles; por tanto, si unas cuantas células se colocan en o sobre un medio gelificado, cada célula crecerá dando una colonia aislada. Si la suspensión de células está lo suficientemente diluida, las colonias estarán separadas adecuadamente, de tal manera que cada una tiene una gran posibilidad de haberse derivado de una célula única; de ahí que los números más probables puedan calcularse mediante el término de concentración celular (no. de células por gramo); contando las colonias formadas por la siembra de diluciones decimales del problema, en medio adecuado, después de su incubación correcta.

El cálculo de número de bacterias de los productos se realizó en placa de agar nutritivo mediante el cuenta colonias Quebec.

##### a) Preparación del medio: Agar Peptona Extracto.

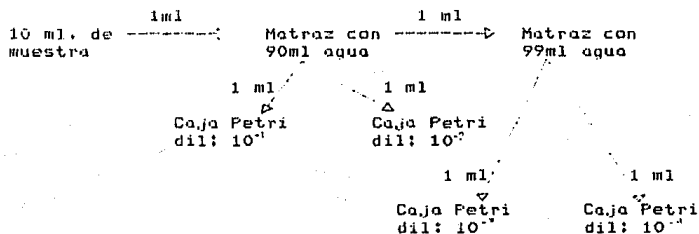
Se basó su preparación en la siguiente formulación:

Ingredientes	Gramos/Litro de agua
Peptona Gelysate	5.0
Extracto de carne de Res	3.0
Agar	15.0

pH final 6.8

Suspender 23g del polvo en un litro de agua destilada; mezclar bien y dejar reposar hasta que la mezcla sea uniforme. Se calienta suavemente agitando de vez en cuando y se hierve de 1 a 2 minutos o disolución completa. Distribuir y esterilizar a 121 °C / 15 minutos.

b) Preparación de la muestra



Dilucion

$10^{-1}$  = 0.1g de muestra  
 $10^{-2}$  = 0.01g de muestra  
 $10^{-3}$  = 0.001g de muestra  
 $10^{-4}$  = 0.0001g de muestra

A las cajas petri previamente inoculadas con las diluciones de la muestra como lo indica el esquema anterior, se le agregan de 15 a 20 ml del medio líquido, previamente enfriado en baño de agua a 45 °C. Se agitan cuidadosamente con movimientos circulares uniformes, y se incuba en posición invertida a 37 °C por 48 horas transcurrido este tiempo se lee en el cuentacolonias Quebec.

DETERMINACION DE MICROORGANISMOS COLIFORMES

Las bacterias de los géneros Escherichia, Aerobacter y Paracolobactrum se incluye en el grupo coliforme y en conjunto se les denomina microorganismos o bacterias coliformes, las

dos especies más importantes son Escherichia coli y Aerobacter aerogenes; los cuales son bacilos cortos, aerobios y anaerobios facultativos, gram (-), no forman esporas y fermentan los azúcares con producción de ácido y gas.

En general las bacterias coliformes son perjudiciales para alimentos, ya que su presencia se considera como signo de contaminación fecal y posiblemente por bacterias entericas patógenas.

Las bacterias coliformes se caracterizan por:

- a) Su capacidad por crecer bien en numerosos sustratos y para utilizar como fuente de energía un gran número de carbohidratos.
- b) Su capacidad para sintetizar la mayoría de las vitaminas que necesitan.
- c) La posibilidad de crecer bien a temperaturas comprendidas dentro de un amplio margen.
- d) Capacidad para producir a partir de los azúcares considerables cantidades de ácido y gas.
- e) Ocasionar sabores anormales en el producto.

#### 1. Preparación del medio:

##### Agar Bilis y Rojo Violeta

Las colonias de las bacterias fermentadoras de la lactosa son de color rosa; en ocasiones los cocos del contenido intestinal pueden desarrollarse en el medio colonias pequeñas, puntiformes y de color rosado.

Inredientes	Gramos/litro de agua
Extracto de Levadura	3.0
Extrato de gelatina	7.0
mezcla de sales biliares	1.5
Lactosa	10.0
Cloruro de sodio	5.0
agar	15.0
Solo neutro	0.03
Cristal violeta	0.002

pH final 7.4 0.2

Suspender 41.5g de medio deshidratado en un litro de agua destilada. Remojar de 10 a 15 minutos. Calentar quitando frecuentemente y hervir durante 1 minuta; Esterilizar a 121 °C por 15 minutos. Una vez esterilizada enfriar a 45 °C y vaciar en cajas petri.

## 2. Preparacion de la muestra:

Inocular las cajas petri con diluciones decimales de la muestra, en la forma como lo indica el anterior esquema. Ya preparado y enfriado el medio, se prosigue a distribuir de 15 a 20ml en cada una de las cajas petri. Agitar las cajas con cuidado mediante un movimiento circular uniforme y una vez solidificado el medio, se incuba en posición invertida a 37°C

## DETERMINACION DE HONGOS Y LEVADURAS

Es conocido el crecimiento fúngico en los alimentos, caracterizado por su aspecto algodonoso a veces coloreado como en el caso de *Penicillium* que produce manchas verdosas. Generalmente el alimento contaminado con hongos se desecha por considerarse inadecuado para el consumo.

### Características Generales:

1. En general los mohos utilizan diversos tipos de nutrientes, tanto sencillos como complejos.

2. Su crecimiento es más lento que el de las levaduras y las bacterias
3. En general necesitan menos humedad que la mayoría de las levaduras y las bacterias, aunque existen excepciones.
4. La mayoría pueden considerarse mesófilos; es decir, crecen bien a temperatura ambiente (25-30 °C).
5. La mayoría crecen en un intervalo de pH muy amplio (2-8.5) pero casi todos lo hacen mejor a un pH ácido.
6. Son aerobios, lo que significa que necesitan oxígeno para desarrollarse, al menos los que crecen en los alimentos.
7. Ciertos mohos elaboran sustancias que son inhibitorias para otros microorganismos, como la penicilina del *Penicillium chrysogenum* y la clavicina del *Aspergillus clavatus*.
8. Generalmente poseen gran cantidad de enzimas hidrolíticas; así por ejemplo: ciertas especies de *Aspergillus* y *Penicillium* producen pectinasa, nombre genérico referente a la mezcla de enzimas pectinolíticas que participan en la hidrólisis de la pectina y que son dos principalmente:

**Pectinesterasa.**— Que hidroliza los enlaces ester metilo de la pectina, transformandola en ácido poligalacturónico y metanol.

**Poligalacturonasa.**— Que hidroliza el ácido poligalacturónico, transformandolo en ácido monogalacturónico (D-galacturónico).

Las especies del género *Mucor* se desarrollan algunas veces sobre frutas maduras y tanto estas como las de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, son muy abundantes y de gran importancia en relación con los alimentos, puesto que pueden desarrollarse aunque lentamente en concentraciones muy elevadas de azúcar y pH ácido. Además, muchas especies de *Aspergillus* son más resistentes al calor que otros hongos, lo mismo sucede con los géneros *Mucor* y *Penicillium*. Estos tres géneros son capaces de fermentar la glucosa con producción de ácido cítrico.

## LEVADURAS

### Características Generales:

1. Las levaduras al igual que los mohos pueden clasificarse como mesófilos con una temperatura óptima de crecimiento de 25-30 °C.

2. Pueden mutar sus características fisiológicas; o sea, la mayor parte de ellas pueden adaptarse a condiciones en las que previamente no hubieran podido desarrollarse.
3. El crecimiento de la mayoría se ve favorecido por un pH ácido, próximo a 4-4,5 y no se desarrollan bien en medio alcalino al menos que se hayan adaptado al mismo.
4. Las levaduras crecen más rápido que los hongos, pero más lento que las bacterias en un medio favorable para todos.
5. En general, son los azúcares los mejores alimentos energéticos de las levaduras.
6. Crecen mejor en condiciones aerobias.
7. Las levaduras no son muy termoresistentes; ninguna puede resistir ni siquiera un breve calentamiento a 100 °C.
8. No pueden crecer en concentraciones muy altas de azúcar, puesto que requieren de bastante humedad para desarrollarse, pero no obstante, existen excepciones constituidas por las levaduras osmófilas que son capaces de desarrollarse bien en presencia de concentraciones altas de azúcar, sal u otros solutos.

Las levaduras osmófilas están constituidas por las especies pertenecientes al género Zygosaccharomyces y algunas del género Saccharomyces (*S. rouxi* y *S. mellis*). Ambos géneros pertenecen a la clase Ascomycotas, y pueden ser causa de alteración provocando un proceso fermentativo en general lento, que produce principalmente CO<sub>2</sub> y alcohol y que puede impartir un sabor extraño al producto.

a) Preparación del medio:

Agar Papa Dextrosa

Ingredientes	gramos/litro de agua
Infusion de papa	200
Dextrosa	20
Agar	15

pH final 5.6 ± 0.2

Suspender 39g del medio deshidratado en 1 litro de agua destilada. Remojar de 10 a 15 minutos. Calentar agitando frecuentemente y hervir 1 minuto, esterilizar a 121 °C/ 15 minutos, se enfrió en un baño de agua. Adicionar 14ml de una solución de ácido tartárico al 10% para obtener un pH aproximado de 3.5 .

b) Preparación de la muestra. ,

A las cajas petri previamente inoculadas con las diluciones problema en la forma que indica el esquema, se le agrega 20 ml. aproximadamente del medio anterior previamente enfriado y acidificado; Se agitan las cajas cuidadosamente mediante un movimiento circular uniforme. Una vez solidificado el medio, se incuban en posición invertida a 37 °C durante cinco días para leer en el cuentacolonias Quebec.

#### NUMERO MAS PROBABLE

Las aguas naturales no solo contienen su flora microbiana habitual, sino también microorganismos del suelo y posiblemente de los animales e incluso de materia fecal.

Las bacterias que se encuentran en las aguas naturales pertenecen principalmente a los siguientes generos: Pseudomonas, Chromobacterium, Proteus, Achromobacter, Micrococcus, Bacillus, Streptococcus (enterococos), Aerobacter y Escherichia. Los tres últimos son posiblemente contaminantes y no forman parte de su flora natural.

Bajo el punto de vista de la salud pública, el agua empleada en alimentación debe estar absolutamente libre de contaminación fecal, lo que se determina con las pruebas indicadoras de bacterias coliformes.

a) Preparación del medio:

Caldo Lauril Sulfato

Ingredientes	gramos/litro de agua
Lauril Sulfato de sodio	0.10
Lactosa	5.0
Fosfato dipotásico	2.75
Fosfato monopotásico	2.75
NaCl	5.0
Peptona tripticase	20.0

pH final 6.8 0.2

Se prepara el medio con agua destilada se esteriliza a 121 °C / 15 minutos y se enfría

Caldo Bilis Verde Brillante

Ingredientes	gramos/litro de agua
Bilis de Buey deshidratada	20.0
Lactosa	10.0
Peptona de gelatina	10.0
Verde Brillante	0.0133

Se prepara el medio y se esteriliza a 121 °C / 15 minutos y se enfría en un baño de agua.

b) Preparación de la muestra:

En un matraz de 100 ml se coloca 10ml de la muestra en donde hay 90ml de agua destilada; se agita perfectamente para homogenizar; del matraz se toma 1ml de la solución y se pasa al tubo no. 1, se agita perfectamente y de este tubo se toma 1ml y se coloca en el tubo no. 2 y así sucesivamente hasta llegar al tubo no. 4.



De las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ , y  $10^{-5}$  se toma 1 ml de cada una y se colocan en tres tubos de ensaye que contienen caldo lauril sulfato, con el fin de establecer el número más probable, la producción de ácido y gas es una prueba indicadora positiva que señala la posible presencia de gérmenes coliformes ya que el lauril sulfato inhibe flora acompañante indeseable mientras que la concentración alta de NaCl es soportada por los coliformes. Esta prueba puede completarse y confirmarse haciendo una resiembra a partir de los tubos caldo lauril sulfato a un caldo Bilis verde brillante, este medio inhibe el desarrollo de los fermentadores de lactosa diferente a los coliformes así la formación de gas en el medio, constituye la confirmación de la prueba es decir, que hay coliformes. En cuanto a los tubos que contienen el caldo lauril sulfato y los del caldo Bilis se incuban a  $35^{\circ}\text{C}$  durante 24-48 horas.

ESQUEMA GENERAL

10 ml del problema

Matraz con 90 ml de agua  $10^{-1}$

1ml



Por triplicado

Tubo de ensaye No. 1  $10^{-2}$

1ml



Por triplicado

Tubo de ensaye No. 2  $10^{-3}$

1ml



Por triplicado

+

Tubo de ensaye No. 3  $10^{-4}$

Caldo lauril sulfato

Tubo de ensaye No. 4  $10^{-5}$

Resembrar 1ml de los tubos positivos a partir del caldo lauril sulfato a tubos de hemólisis que contienen caldo bilis verde brillante.

### 3 RESULTADOS

TABLA 10

Composicion de la cerveza obtenida en el laboratorio con la cepa Saccharomyces carlsbergensis.

DETERMINACIONES	RESULTADOS
Peso Especifico 20°/ 20°	1.0118
Extracto Aparente, % peso	3.01
Alcohol % volumen	2.57
Alcohol % peso	1.57
Extracto Real % peso	4.73
Extracto Mosto Original °P	7.8
Grado Real de Fermentacion %	39.3
Grado Aparente de Fermentacion %	61.4
Acidez Total % acido lactico	0.14
pH 20°C	4.3
Color Método de Referencia	1.9
Azucares Reductores % maltosa anhidra	0.31
Proteínas	0.2
Lenizas % peso	0.14
Dextrinas %	3.81

ANALISIS ORGANOLEPTICO DE LA CERVEZA

Color	Amarillo Claro
Olor	Característico
Sabor	Característico
Apecto	Líquido amarillo claro con una corteza de espuma blanca.

La cerveza obtenida se clasifico dentro de cervezas Lageras, tipo Pilsener.

TABLA 11

CONTROLES LLEVADOS DURANTE LA FERMENTACION

Cerveza inoculada con *Saccharomyces cerevisiae*.

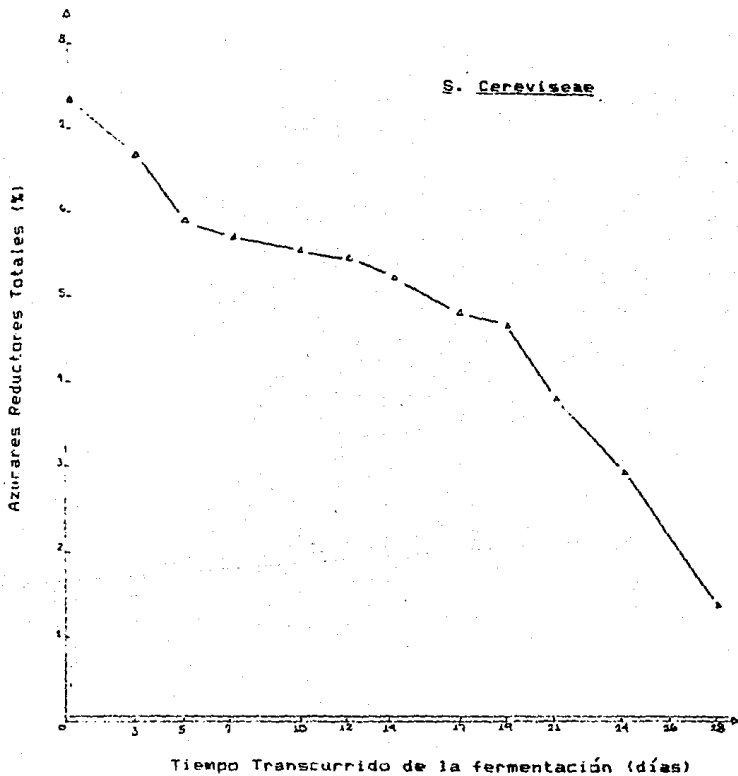
Tiempo Transcurrido de Fermentacion ( días )	Azúcares Reducto- res totales ( % )	pH	Alcohol % Volúmen
0	7.35	5.6	0.0
3	6.73	5.5	
5	5.94	5.4	
7	5.72	5.3	
10	5.58	5.0	1.95
12	5.47	4.8	
14	5.21	4.8	
17	4.79	4.7	
19	4.60	4.6	
21	3.87	4.6	
24	2.89	4.5	
26	2.12	4.4	
28	1.33	4.4	2.29

GRAFICA 1

Tiempo transcurrido de  
fermentación  
(días)

Vs.

Azúcares reductores  
totales  
(%)

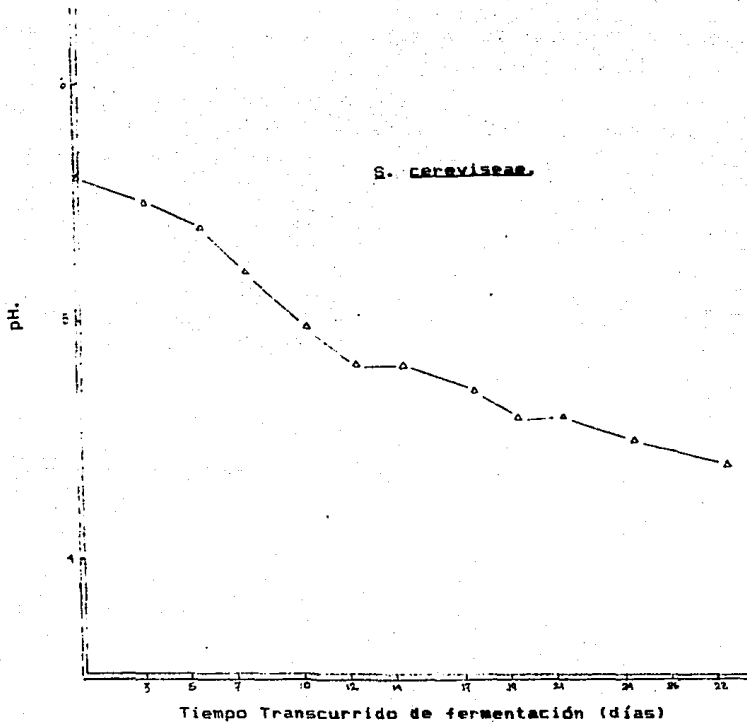


GRAFICA 2

Tiempo transcurrido de  
fermentacion  
(días)

Us.

pH



GRAFICA 3

Tiempo transcurrido  
de fermentación  
(días)

Vs.

Alcohol  
(% volumen)

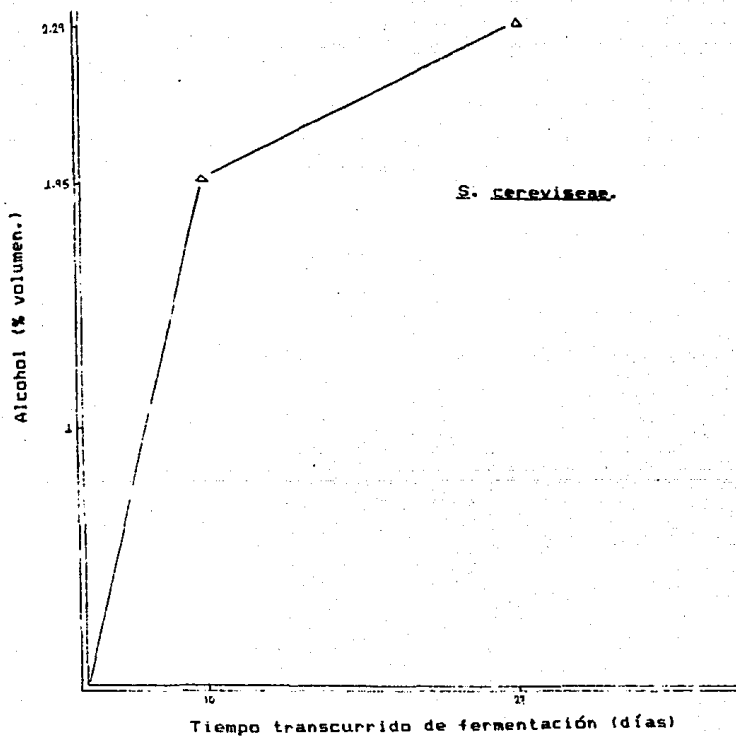




TABLA 12

## CONTROLES LLEVADOS DURANTE LA FERMENTACION

Cerveza inoculada con Saccharomyces carlsbergensis.

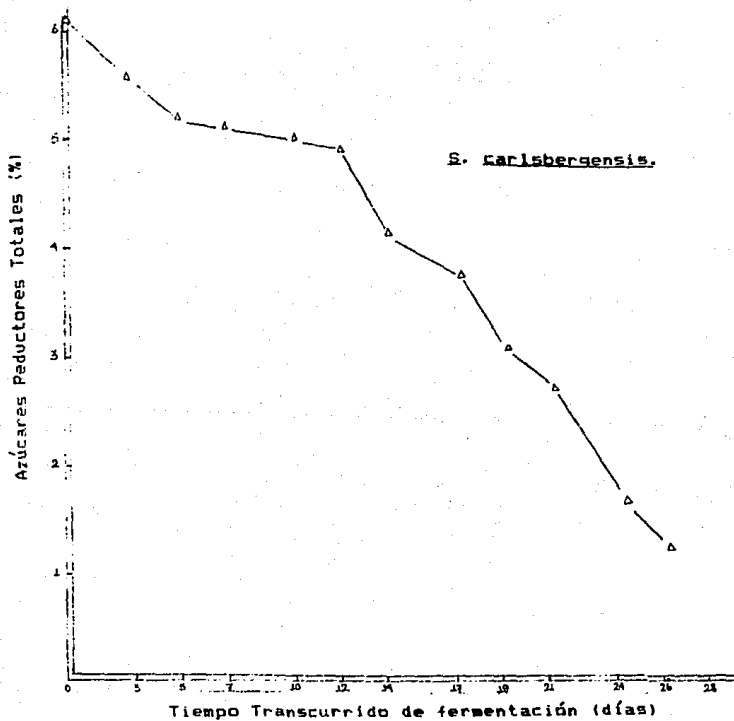
Tiempo transcurrido de fermentacion ( días )	Azúcares reducto- res totales ( % )	pH	Alcohol % vol.
0	6.29	5.6	0.0
3	5.7	5.6	
5	5.31	5.4	
7	5.23	5.4	
10	5.18	5.2	1.48
12	5.06	5.0	
14	4.19	5.0	
17	3.8	4.9	
19	3.11	4.8	
21	2.88	4.6	
24	1.74	4.4	
26	1.35	4.3	3.26

GRAFICA 4.

Tiempo transcurrido  
de fermentación  
(días)

Vs.

Azúcares reductores  
totales  
(%)



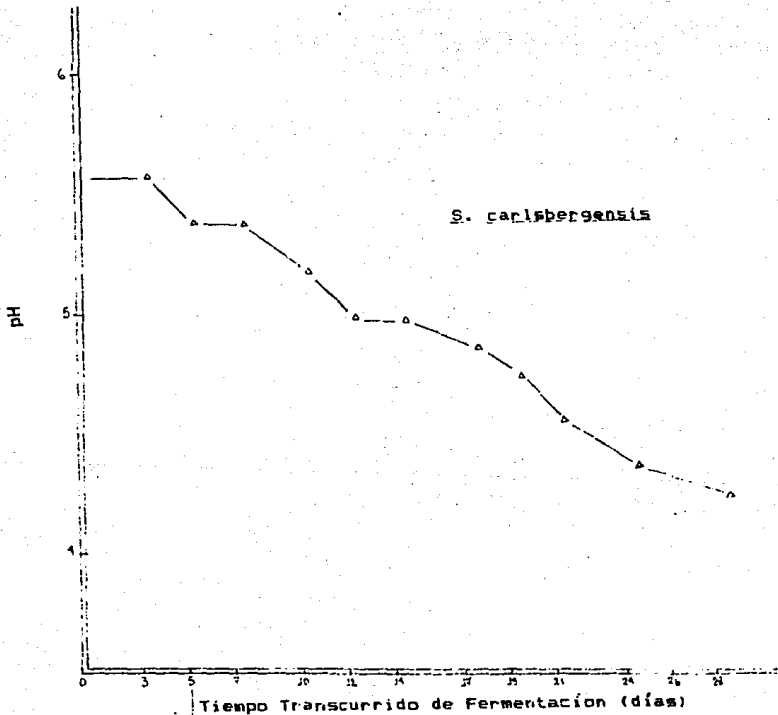
GRAFICA 5

Tiempo transcurrido  
de fermentación  
(días)

Us.

pH

*S. carlsbergensis*



GRAFICA 6

Tiempo transcurrido  
de fermentación  
(días)

Vs.

Alcohol  
(% en volumen)

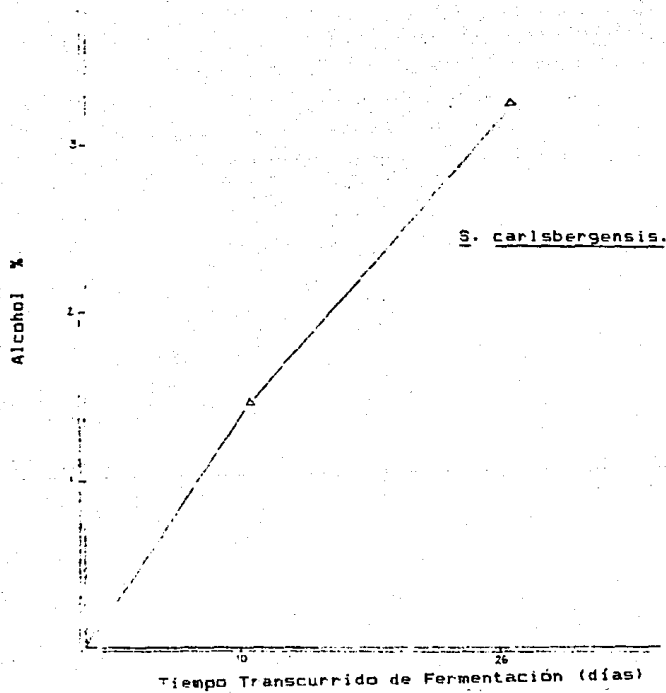


TABLA 13

ANALISIS DE LAS MATERIAS PRIMAS DE REFRESCO CON SABOR LIMON

AGUA

Organolépticos	Especificaciones *(42)	Experimental
Color	Característico	Característico
Olor	Característico	Característico
Sabor	Característico	Característico
Físicos		
Aspecto	Líquido	Líquido
pH	6.9 - 8.5	7
Microbiológicos		
Coliformes (NMF)	Negativo	Negativo

AZUCAR

Microbiológico	Especificaciones *(42)	Experimental
Cuenta total	20 col/g	15 col/g
Hongos	10 col/g	5 col/g
Levaduras	10 col/g	5 col/g

TABLA 14

ANALISIS FISICOQUIMICO DEL REFRESCO TERMINADO

DETERMINACIONES	EXPERIMENTAL
Grado Brix	11.9
pH	2.5
Volumen de Carbonatación	3.1

TABLA 15

ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL REFRESCO TERMINADO

DETERMINACIONES	ESPECIFICACIONES*	EXPERIMENTAL
Mesófilos Aerobios	max. 20 col/ml	5 col/ml
Levaduras	max. 10 col/ml	0 col/ml
Hongos	0 col/ 20 ml	0 col/20ml
Coliformes	0 col/100 ml	0 col/100ml

\*Norma Oficial F 439-1983.

FORMULACION FINAL DEL REFRESCO CON SABOR LIMON

BEBIDA DE LIMON

Grados brix	12.0
pH	2.5
Unidad	8.520 lt.
Relacion	1/5
Jarabe	58.9 °Bx

MATERIA PRIMA	CANTIDAD (g/lt)
Azúcar	1.0241
Acido Citrico	0.0432
Benzoato de Sodio	0.0017
Saborizante	0.00718
agua	0.7388

TABLA 16

ANÁLISIS DEL PRODUCTO TERMINADO CERVEZA-BEBIDA CARBONATADA CON SABOR LIMON

FISICOQUIMICOS

Grados Brix  
 Acidez (% ácido cítrico)  
 pH  
 Volumen de Carbonatación (vol. CO<sub>2</sub> )  
 Alcohol (% volumen)

EXPERIMENTAL.

10.8  
 0.167  
 2.1  
 2.764  
 1.34

ORGANOLEPTICOS

Color  
 Olor  
 Sabor  
 Aspecto

Amarillo claro.  
 Ligeramente a cerveza.  
 Agradulce.  
 Líquido claro amari-  
 llento, con una ligera  
 corteza de espuma blan-  
 ca.



## ANALISIS SENSORIAL

Los límites obtenidos para la estimación de la media real de población, para la bebida en general y para los atributos son los siguientes:

### L I M I T E S

#### ATRIBUTOS

	SEXO MASCULINO		SEXO FEMENINO	
	Lim.Inf.	Lim.Sup.	Lim.Inf.	Lim.Sup.
APARIENCIA	1.7322	2.5289	1.7983	2.1617
COLOR	1.7748	2.1852	1.6803	2.1597
SABOR	1.611	2.229	1.4661	2.0139
AMARGOR	2.1428	2.7372	2.0524	2.6276
ACIDEZ	2.1468	2.8132	1.9206	2.5194
ALCOHOL	2.1241	2.7159	1.0472	2.2728
GAS	2.1922	2.6078	1.9949	2.3651
GLOBAL	2.1919	2.5289	1.7983	2.1617

#### 4. ANALISIS DE RESULTADOS

## 1.1 CERVEZA

La malta que se utilizó para la elaboración de la muestra según las especificaciones de la O.M. (Instituto del Cereales para Malta) C.I. de la O.M. (Instituto del Cereales) y según la norma A2.

En cuanto a las proteínas y carbohidratos de las levaduras, durante la fermentación se observa que tanto para la cerveza como para la cerveza se obtienen resultados que van de acuerdo con una fermentación adecuada, ya que las células muestran el comportamiento de esta y va en relación con la mostrada en la bibliografía.

Los gráficos 1 y 4 muestran el consumo de azúcares reductores inicial, durante el tiempo transcurrido de fermentación y se puede observar una pendiente descendente lo cual era de esperarse, ya que los azúcares son consumidos por las levaduras para producir etanol y  $CO_2$  principalmente.

Los gráficos 2 y 3 muestran el cambio de pH durante el transcurso de la fermentación en donde se observa una pendiente descendente, siendo esperada, ya que el cambio de pH se debe a las transformaciones bioquímicas ocurridas durante la fermentación, por ejemplo la formación de ácidos orgánicos a partir de alcoholes superiores.

Los gráficos 5 y 6 muestran el contenido de alcohol en diferentes etapas de la fermentación y se observa una pendiente ascendente, lo cual resulta lógico ya que la levadura consume los azúcares para transformarlos en etanol y  $CO_2$  como resultado.

En este punto es importante señalar que para las 2 fermentaciones llevadas a cabo la cerveza el contenido de alcohol resulta bajo en la bebida fermentada y esto puede deberse al:

- 1) Un contenido de extracto original bajo.
- 2) Un grado de atenuación bajo (aprovechamiento de los nutrientes por la levadura).
- 3) Desviación de la fermentación a otros productos.

Analizando estos tres puntos podemos suponer que como el contenido de extracto original que se observa en los resultados de la tabla 10 es bajo, de ahí que el contenido de alcohol sea también bajo, ya que este depende en gran parte de la cantidad inicial de azúcares fermentables del mosto.

En cuanto al grado de atenuación podemos descartar que haya sido un factor decisivo en el contenido bajo de alcohol ya que el contenido de azúcares reductores (maltosa) o azúcares reductores totales llegaron al límite adecuado, lo que se observa al comparar el contenido de estos con varias marcas de cervezas comerciales.

Al hacer una comparación entre las 2 fermentaciones llevadas a cabo, podemos decir que la fermentación llevada a cabo por la cepa S.carlsbergensis da como resultado una cerveza de mejor calidad, que se asemeja más a una cerveza comercial.

#### 4.2 BEBIDA CARBONATADA

Los análisis realizados al agua muestran que esta, se encuentra dentro de las especificaciones mostradas en la norma E-439-1983, tanto para los análisis físicos y organolépticos como para los microbiológicos.

Para el caso del azúcar se puede observar que los resultados del análisis microbiológico realizados a esta, entran dentro de las especificaciones de la norma mencionada anteriormente.

Observando los resultados, tanto fisicoquímicos como microbiológicos, para la bebida carbonatada con sabor limón se puede ver que están dentro de las especificaciones que tiene una bebida comercial del mismo tipo.

#### 4.3 BEBIDA FINAL

A la bebida terminada (mezcla de cerveza-bebida carbonatada) se le realizaron análisis fisicoquímicos y organolépticos para dar un esquema general de esta.

Debido a que no se contó con mucha información de este producto no fue posible hacer una comparación de la bebida elaborada con productos comerciales similares existentes en otros países, sin embargo en lo que se refiere a volumen de carbonatación y porcentaje de alcohol se observa que la bebida elaborada cumple con estas especificaciones. En cuanto a grados Brix se refiere, vemos que la bebida elaborada tiene un valor más alto.

Al observar los resultados de análisis sensorial podemos observar que la bebida en general es más aceptada por el sexo femenino, sin embargo al analizar los datos, vemos que no hay diferencia significativa en la aceptación del producto entre ambos sexos, y tampoco se observa diferencia significativa para cada uno de los atributos calificados.

Organolépticamente hablando, la bebida tiene características sobresalientes, principalmente su sabor agradable y refrescante que hacen de esta una bebida aceptable para el consumidor.

5. CONCLUSIONES

-La combinación de cerveza y bebida carbonatada con sabor limón da como resultado un nuevo producto con características diferentes y agradables al consumidor.

-La formulación No. 2 es la mejor dado que la proporción de los ingredientes da como resultado una bebida con mejor sabor.

-En cuanto al aspecto económico se refiere, la bebida tendrá un valor intermedio entre una bebida carbonatada y una cerveza, por lo tanto será accesible para los consumidores aunque no se llevó a cabo el estudio.

-Por los resultados de la evaluación obtenidos estadísticamente, la bebida no tiene diferencia significativa para consumo entre ambos sexos.

-Es factible la elaboración de este producto dado que no requiere de inversiones adicionales a las instalaciones de una embotelladora elaboradora de cerveza o de refresco.

R E C O M E N D A C I O N E S



De acuerdo a los comentarios de los panelistas sobre la bebida presentada, se puede observar que hay dos aspectos que habría que considerar en la bebida y son:

- 1) Sabor: Fue confundido por algunas personas con el sabor de sidra por 14 personas.
- 2) Acidez: La bebida resulta muy ácida para algunas personas.

Por lo anterior sería conveniente realizar unas ligeras variaciones en la formulación y evaluar contra la primera presentada.

En este trabajo se utilizó una cerveza clara y una bebida con sabor limón, pero podría hacerse pruebas con cervezas semi-oscursas y oscuras así como también probar con diferentes sabores de bebidas carbonatadas.

Por último sería interesante realizar un estudio económico sobre la elaboración de este producto.

A N E X O

TABLA 17

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS REALIZADOS A LA MALTA CON QUE SE  
PREPARO EL MOSTO \*

VARIEDAD DE MALTA: Centinela temporal  
Cerro prieto riego

ANÁLISIS FÍSICOS

		EXPERIMENTAL(%)	ESPECIFICACIONES**(%)	
			A1	A2 y A3
	Sin germinar	1	-	-
	0 - 1/4	4	-	-
	1/4 - 1/2	6	2	5
Crecimiento de la Plumula (en rela- ción al ta- maño del - grano)	1/2 - 3/4	10	4	10
	3/4 - 1	64	93	80
	+ 1	15	1	5máx
	Harinoso	96	97	93
Harino- sidad.	Semi Vítreos	4	3	7
	Vítreos	0	-	-

\* Análisis realizados en Extractos y Maltas S.A. de C.V  
\*\* NOM DGN-V-10-1952

ANALISIS QUIMICOS

	EXPERIMENTAL (%)	ESPECIFICACIONES* (%)		
		A1 (Clasificación de la malta)	A2	A3
Humedad %	5.29	5	5	5
% Extracto de Molienda fina en B.S.	76.87	76min	70-76	70
% Extracto de Molienda gruesa en B.S.	74.9	-	-	-
Diferencia	1.9	-	-	-
Color del Mosto(Lovibond)	1.91	menor de 3		
Alfa Amilasa U.D. B.S.	41.80	-	-	-
Poder diastásico o Lin- ter B.S.	148.33	100	70	60
% Proteínas totales B.S.	11.88	13 máximo		
% Proteínas solubles B.S.	5.08	-	-	-
Proteínas solubles % en totales	0.427	-	-	-
Tiempo de conversión en minutos	5-7	10-20 min.		
Tiempo de filtración en minutos	38.0	30-40 min.		
Aspecto de filtrado	Brillante	Brillan-opalino		
Olor del macerado	Aromático	Aromático		
pH en el mosto	5.87	-	-	-
Viscosidad c.p.	1.56	-	-	-

\*NDM DGN-V-10-1972.

ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL MOSTO

DETERMINACIONES	EXPERIMENTAL
CUENTA TOTAL	80 COL/ML
HONGOS Y LEVADURAS	3 COL/ML
COLIFORMES	2 COL/ML

TABLA 18

LIMITES DE LA COMPOSICION DE OCHO MARCAS DIFERENTES DE CERVEZAS CLARAS TIPO LAGER EXISTENTES EN EL MERCADO MEXICANO (SUPERIOR, XXX CLARA, CORONA DE BARRIL, CORONA EXTRA, CARTA BLANCA, BOHEMIA, TECATE, MONTEJO CLARA.) (30)

	LIMITES
Peso específico 20° / 20°	1.01025 - 1.01230
Extracto aparente, % peso	2.62 - 3.14
Alcohol, % volúmen	3.0 - 4.30
Alcohol, % peso	2.39 - 3.44
Extracto real, % peso	4.33 - 4.76
Extracto mosto original, °P	9.0 - 11.7
Grado real de fermentación, %	48.1 - 57.9
Grado aparente de fermentación, %	66.5 - 74.6
Acidez total, % Acido láctico	0.10 - 0.14
pH 20 °C.	4.0 - 4.2
Color Método de Referencia	2.2 - 3.7
Azúcares reductores, % malt. anh.	0.24 - 0.43
Cenizas, % peso	0.12 - 0.17
Dextrinas	1.58 - 2.51
Proteínas	0.22 - 0.38

TABLE 19

Percentage of sucrose by weight (Brix) (1)	Apparent density at 20°C (2)	Apparent specific gravity at 20°C/20°C (3)	Grams of sucrose per 100 ml weight in vacuo (4)	Degrees Baumé (modulus) 145 (5)	Percentage of sucrose by weight (Brix) (1)	Apparent density at 20°C (2)	Apparent specific gravity at 20°C/20°C (3)	Grams of sucrose per 100 ml weight (4)	Degrees Baumé (modulus) 145 (5)
52.3	1.24129	1.24481	64.973	28.49	57.3	1.26970	1.27330	72.812	31.09
.4	185	537	65.127	28.54	.4	1.27028	388	.973	31.15
.5	241	593	.280	28.59	.5	966	444	73.133	31.20
.6	297	649	.433	28.65	.6	149	504	.293	31.25
.7	353	705	.588	28.70	.7	201	562	.454	31.30
.8	409	761	.742	28.75	.8	259	620	.615	31.35
.9	465	818	.896	28.80	.9	317	678	.776	31.40
53.0	1.24521	1.24874	66.050	28.86	58.0	1.27375	1.27736	73.937	31.46
.1	577	930	.205	28.91	.1	433	794	74.098	31.51
.2	633	987	.359	28.96	.2	492	853	.260	31.56
.3	690	1.25043	.514	29.01	.3	550	911	.421	31.61
.4	746	099	.669	29.06	.4	608	969	.583	31.66
.5	802	156	.824	29.12	.5	664	1.28028	.744	31.71
.6	858	212	.979	29.17	.6	724	086	.906	31.76
.7	915	269	67.134	29.22	.7	782	145	75.068	31.82
.8	971	325	.290	29.27	.8	841	203	.230	31.87
.9	1.25028	382	.445	29.32	.9	899	262	.393	31.92
54.0	1.25084	1.25439	67.601	29.38	59.0	1.27958	1.28320	75.555	31.97
.1	141	495	.757	29.43	.1	1.28017	379	.718	32.02
.2	197	552	.912	29.48	.2	075	437	.880	32.07
.3	254	609	68.069	29.53	.3	134	497	76.043	32.13
.4	.01441	.01728	.468	2.46	.3	.03420	.03713	.628	5.19
.5	.01480	.01768	.571	2.52	.4	.03461	.03755	.735	5.24
.6	.01520	.01808	.675	2.57	.5	.03503	.03796	.843	5.30
.7	.01560	.01848	.778	2.63	.6	.03544	.03837	.950	5.35
.8	.01600	.01888	.882	2.68	.7	.03585	.03879	1.058	5.41
.9	.01640	.01928	.986	2.74	.8	.03626	.03920	.166	5.46
					.9	.03667	.03961	.274	5.52
5.0	1.01680	1.01968	5.089	2.79					
.1	.01719	.02006	.193	2.85	10.0	1.03709	1.04003	10.381	5.57
.2	.01759	.02048	.297	2.91	.1	.03750	.04044	.489	5.63
.3	.01799	.02088	.401	2.96	.2	.03791	.04086	.597	5.68
.4	.01839	.02128	.506	3.02	.3	.03833	.04127	.706	5.74
.5	.01879	.02168	.609	3.07	.4	.03874	.04169	.814	5.80
.6	.01919	.02208	.713	3.13	.5	.03916	.04210	.922	5.85
.7	.01959	.02248	.818	3.18	.6	.03957	.04252	1.031	5.91
.8	.01999	.02289	.922	3.24	.7	.03999	.04293	1.139	5.96
.9	.02040	.02329	6.027	3.30	.8	1.04040	.04335	.248	6.02
					.9	.04082	.04377	.356	6.07
6.0	1.02080	1.02369	6.131	3.35					
.1	.02120	.02409	.236	3.41	11.0	1.04123	1.04418	11.465	6.13
.2	.02160	.02450	.340	3.46	.1	.04165	.04460	.374	6.18
.3	.02200	.02490	.445	3.52	.2	.04207	.04502	.483	6.24
.4	.02241	.02530	.550	3.57	.3	.04248	.04544	.592	6.30
.5	.02281	.02571	.655	3.63	.4	.04290	.04585	.901	6.35
.6	.02321	.02611	.760	3.69	.5	.04332	.04627	1.210	6.41
.7	.02362	.02652	.865	3.74	.6	.04373	.04669	1.20	6.46
.8	.02402	.02692	.971	3.80	.7	.04415	.04711	.229	6.52
.9	.02442	.02733	7.076	3.85	.8	.04457	.04753	.338	6.57
					.9	.04499	.04795	.448	6.63
7.0	1.02483	1.02773	7.181	3.91					
.1	.02523	.02814	.287	3.96	12.0	1.04541	1.04837	12.558	6.68
.2	.02564	.02854	.392	4.02	.1	.04583	.04879	.667	6.74

TABLA 20

TEMPERATURA DEL LIQUIDO °C

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200

IPRESION MANOMETRICA



TABLES A.D.A.C.

1074 REFERENCE TABLES

AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (1984)

43. 18 Total reducing sugar required for complete reduction of 10 ml Soxhlet solution to be used in conjunction with Lane-Eynon general volumetric method

Titer	Invert Sugar, %g Sucrose	g Sucrose/100 ml Invert Sugar				Glu- cose	Fru- ctose	Maltose		Lactose	
		1	5	10	25			Anhyd. C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> ·H <sub>2</sub> O	Anhyd. C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> ·H <sub>2</sub> O		
Required for Reduction of 10 ml Soxhlet Soln											
15	50.5	49.9	47.6	46.1	43.4	49.1	52.2	77.2	81.3	64.9	68.3
16	.6	50.0	.6	.1	.4	.2	.3	.1	.2	.8	.2
17	.7	.1	.6	.1	.4	.3	.3	.0	.1	.8	.2
18	.8	.1	.6	.1	.3	.3	.4	.0	.0	.7	.1
19	.8	.2	.6	.1	.3	.4	.5	76.9	80.9	.7	.1
20	.9	.2	.6	.1	.2	.5	.5	.3	.8	.6	.0
21	51.0	.2	.6	.1	.2	.5	.6	.7	.7	.6	.0
22	.0	.3	.6	.1	.1	.6	.7	.6	.6	.6	.0
23	.1	.3	.6	.1	.0	.7	.7	.5	.5	.5	67.9
24	.2	.3	.6	.1	.9	.8	.8	.4	.4	.5	.9
25	.2	.4	.6	.0	.8	.8	.8	.4	.4	.5	.9
26	.3	.4	.6	.0	.8	.9	.9	.3	.3	.5	.9
27	.4	.4	.6	.0	.7	.9	.9	.2	.2	.4	.8
28	.4	.5	47.7	.0	.7	50.0	53.0	.1	.1	.4	.8
29	.5	.5	.7	.0	.6	.0	.1	.0	.0	.4	.8
30	.5	.5	.7	.0	.5	.1	.2	.0	.0	.4	.8
31	.6	.6	.7	45.9	.5	.2	.2	75.9	79.9	.4	.8
32	.6	.6	.7	.9	.4	.2	.3	.9	.9	.4	.8
33	.7	.6	.7	.9	.3	.3	.3	.8	.8	.4	.8
34	.7	.6	.7	.8	.2	.3	.4	.8	.8	.4	.9
35	.8	.7	.7	.8	.2	.4	.4	.7	.7	.5	.9
36	.8	.7	.7	.8	.1	.4	.5	.6	.6	.5	.9
37	.9	.7	.7	.7	.0	.5	.5	.6	.6	.5	.9
38	.9	.7	.7	.7	.0	.5	.6	.5	.5	.5	.9
39	52.0	.8	.7	.7	41.9	.6	.6	.5	.5	.5	.9
40	.0	.8	.7	.6	.8	.6	.6	.4	.4	.5	.9
41	.1	.8	.7	.6	.8	.7	.7	.4	.4	.6	68.0
42	.1	.8	.7	.6	.7	.7	.7	.3	.3	.6	.0
43	.2	.8	.7	.5	.6	.8	.8	.3	.3	.5	.0
44	.2	.8	.7	.5	.5	.8	.8	.2	.2	.6	.0
45	.3	.9	.7	.4	.4	.9	.9	.2	.2	.7	.1
46	.3	.9	.7	.4	.4	.9	.9	.1	.1	.7	.1
47	.4	.9	.7	.3	.1	51.0	.9	.1	.1	.8	.2
48	.4	.9	.7	.3	.2	.0	54.0	.1	.1	.8	.2
49	.5	.0	.7	.2	.1	.0	.0	.0	.0	.8	.2
50	.5	.0	.7	.2	.0	.1	.0	.0	.0	.9	.3

## 13.004 Specific gravity and degrees Plato of sugar solutions or per cent extract by weight\*

Specific Gravity at 20.20°	R Extract in 100 g Soln	Specific Gravity at 20.20°	R Extract in 100 g Soln	Specific Gravity at 20.20°	R Extract in 100 g Soln	Specific Gravity at 20.20°	g Extract in 100 g Soln	Specific Gravity at 20.20°	g Extract in 100 g Soln
1.00000	0.000	1.00300	0.770	1.00600	1.539	1.00900	2.305	1.01200	3.067
05	13	05	81	05	52	05	17	05	90
10	26	10	96	10	65	10	30	10	93
15	39	15	.008	15	78	15	43	15	.105
20	52	20	21	20	90	20	56	20	116
25	64	25	34	25	.603	25	69	25	31
30	77	30	47	30	16	30	81	30	43
35	90	35	59	35	29	35	94	35	56
40	.103	40	72	40	41	40	.407	40	67
45	16	45	85	45	54	45	19	45	81
1.00050	29	1.00350	98	1.00650	67	1.00950	32	1.01250	94
55	41	55	.911	55	80	55	45	55	.207
60	54	60	24	60	93	60	58	60	19
65	67	65	37	65	.705	65	70	65	32
70	80	70	49	70	1.8	70	83	70	45
75	93	75	62	75	44	75	96	75	57
80	.206	80	75	80	57	80	.508	80	70
85	19	85	88	85	70	85	21	85	82
90	31	90	1.001	90	82	90	34	90	95
95	44	95	14	95	95	95	47	95	.308
1.00100	57	1.00400	26	1.00700	95	1.01000	60	1.01300	21
05	70	05	39	05	.807	05	72	05	33
10	83	10	52	10	20	10	85	10	46
15	.96	15	65	15	33	15	98	15	58
20	.309	20	78	20	46	20	.610	20	71
25	21	25	90	25	59	25	23	25	84
30	34	30	.103	30	72	30	36	30	96
35	47	35	16	35	84	35	49	35	.409
40	60	40	29	40	97	40	61	40	21
45	73	45	42	45	.910	45	74	45	34
1.00150	86	1.00450	55	1.00750	23	1.01050	87	1.01350	47
55	98	55	68	55	35	55	99	55	59
60	.411	60	81	60	48	60	.712	60	72
65	24	65	93	65	61	65	25	65	85
70	37	70	.206	70	73	70	38	70	97
75	50	75	19	75	86	75	50	75	.510
80	63	80	32	80	99	80	63	80	23
85	76	85	44	85	2.012	85	76	85	35
90	.88	90	57	90	25	90	78	90	48
95	.501	95	70	95	38	95	.801	95	61
1.00200	14	1.00500	83	1.00800	53	1.01100	14	1.01400	73
05	27	05	96	05	65	05	26	05	86
10	40	10	.308	10	78	10	39	10	98
15	52	15	15	15	91	15	52	15	.611
20	65	20	34	20	1.01	20	64	20	24
25	78	25	47	25	14	25	77	25	36
30	91	30	60	30	27	30	90	30	49
35	.605	35	72	35	39	35	.903	35	62
40	16	40	85	40	52	40	15	40	74
45	29	45	98	45	65	45	28	45	87
1.00250	42	1.00550	.411	1.00850	78	1.01150	40	1.01450	98
55	55	55	24	55	91	55	53	55	.712
60	68	60	37	60	.203	60	66	60	25
65	80	65	50	65	36	65	79	65	37
70	93	70	67	70	49	70	91	70	50
75	.706	75	75	75	62	75	1.004	75	62
80	19	80	88	80	75	80	1.7	80	75
85	32	85	1.001	85	88	85	29	85	88
90	45	90	14	90	101	90	42	90	100
95	57	95	26	95	.792	95	55	95	113

\* From the American Society of Brewing Chemists.

(Continued)

43.004 Specific gravity and degree Plato of sugar solutions or per cent extract by weight—Continued.

Specific Gravity at 20 °C	g Extract in 100 g Soln	Specific Gravity at 20 °C	g Extract in 100 g Soln	Specific Gravity at 20 °C	g Extract in 100 g Soln	Specific Gravity at 20 °C	g Extract in 100 g Soln	Specific Gravity at 20 °C	g Extract in 100 g Soln
1.01500	3.876	1.01800	4.580	1.02100	5.330	1.02400	6.077	1.02700	6.819
05	38	05	92	05	05	05	99	05	31
10	51	10	.605	10	55	10	.101	10	44
15	63	15	17	15	67	15	14	15	56
20	76	20	30	20	80	20	26	20	68
25	88	25	42	25	92	25	39	25	81
30	.901	30	55	30	.405	30	51	30	93
35	14	35	68	35	18	35	63	35	.905
40	26	40	80	40	30	40	76	40	18
45	39	45	92	45	43	45	88	45	30
1.01556	51	1.01850	.705	1.02150	55	1.02450	.200	1.02750	43
55	64	55	18	55	67	55	13	55	55
60	77	60	30	60	80	60	25	60	67
65	89	65	43	65	92	65	38	65	79
70	4.002	70	55	70	.505	70	50	70	92
75	14	75	68	75	17	75	63	75	7.004
80	27	80	80	80	30	80	75	80	17
85	39	85	92	85	42	85	87	85	29
90	52	90	.805	90	55	90	.300	90	41
95	65	95	18	95	67	95	12	95	53
1.01600	77	1.01900	30	1.02200	80	1.02500	75	1.02800	76
05	90	05	43	05	92	05	37	05	88
10	.102	10	55	10	.605	10	50	10	91
15	15	15	68	15	17	15	62	15	.103
20	28	20	80	20	29	20	74	20	15
25	40	25	93	25	42	25	86	25	27
30	53	30	.905	30	54	30	99	30	40
35	65	35	18	35	67	35	.411	35	52
40	78	40	30	40	79	40	24	40	64
45	90	45	43	45	92	45	36	45	77
1.01650	.203	1.01950	55	1.02250	.704	1.02550	49	1.02850	89
55	16	55	68	55	16	55	61	55	.201
60	28	60	80	60	29	60	73	60	14
65	41	65	93	65	41	65	85	65	26
70	53	70	5.006	70	54	70	.510	70	38
75	66	75	18	75	66	75	63	75	51
80	78	80	30	80	79	80	75	80	63
85	91	85	43	85	91	85	87	85	75
90	.304	90	55	90	.803	90	47	90	87
95	16	95	68	95	16	95	60	95	.300
1.01700	29	1.02000	80	1.02300	28	1.02600	72	1.02900	12
05	41	05	93	05	41	05	84	05	24
10	54	10	.106	10	53	10	97	10	37
15	66	15	18	15	65	15	.609	15	49
20	79	20	30	20	78	20	21	20	61
25	91	25	43	25	90	25	34	25	74
30	.404	30	55	30	.903	30	46	30	86
35	17	35	68	35	15	35	59	35	98
40	29	40	80	40	28	40	71	40	.411
45	42	45	93	45	40	45	83	45	23
1.01750	54	1.02050	.205	1.02350	52	1.02650	.96	1.02950	35
55	67	55	18	55	65	55	.708	55	47
60	79	60	30	60	77	60	20	60	60
65	92	65	43	65	90	65	33	65	72
70	.505	70	55	70	6.002	70	46	70	84
75	17	75	68	75	15	75	57	75	97
80	29	80	80	80	27	80	70	80	.509
85	42	85	93	85	39	85	82	85	21
90	55	90	.305	90	52	90	94	90	33
95	67	95	18	95	64	95	.807	95	46

43. 622 Percentages by volume at 15.56°C (60°F) of ethyl alcohol corresponding to apparent specific gravity at various temperatures\*

Apparent Specific Gravity	15.56															
	15.56	20/20	22/22	24/24	25/25	26/26	28/28	30/30	32/32	34/34	35/35	36/36				
1.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
0.9999	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07				
98	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13				
97	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
96	27	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26				
95	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33				
94	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40				
93	47	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46				
92	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53				
91	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60				
90	67	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66				
89	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73	73				
88	80	80	80	80	80	80	80	79	79	79	79	79				
87	87	87	87	87	87	87	87	86	86	86	86	86				
86	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93				
85	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	99	99	99	99	99	99				
84	07	07	07	07	07	07	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06				
83	14	14	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13				
82	20	20	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19				
81	27	27	27	27	27	27	26	26	26	26	26	26				
80	34	34	34	34	34	34	33	33	32	32	32	32				
79	41	41	41	40	40	40	39	39	39	39	39	39				
78	48	48	48	47	47	47	47	46	46	46	46	46				
77	54	54	54	54	54	54	53	53	53	53	53	53				
76	61	61	61	60	60	60	60	59	59	59	59	59				
75	68	68	68	67	67	67	67	66	66	66	66	66				
74	75	75	75	74	74	74	73	73	73	72	72	72				
73	82	82	81	81	81	81	80	80	80	80	80	80				
72	88	88	88	87	87	87	87	86	86	86	85	85				
71	95	95	95	94	94	94	94	93	93	92	92	92				
70	2.02	2.02	2.02	2.01	2.01	2.01	2.00	2.00	2.00	.99	.99	.99				
69	09	09	09	08	08	08	08	07	07	06	2.05	2.05				
68	16	15	15	14	14	14	14	14	13	12	12	12				
67	23	22	22	22	21	21	21	20	20	19	19	19				
66	30	29	29	28	28	28	28	27	27	26	26	26				
65	37	36	36	35	35	35	34	34	33	32	32	32				
64	43	43	43	42	42	42	42	41	41	40	39	39				
63	50	50	50	49	49	49	48	48	47	46	46	46				
62	57	57	57	56	56	56	56	55	54	54	53	53				
61	64	64	64	63	63	63	62	61	60	60	59	59				
60	71	70	70	70	70	70	69	68	67	67	66	66				
59	78	77	77	77	77	77	77	76	75	74	73	73				
58	85	84	84	83	83	83	83	82	82	81	81	80				
57	92	91	91	90	90	90	90	89	88	87	87	86				
56	99	98	98	97	97	97	97	96	95	94	94	93				
55	3.06	3.05	3.05	3.04	3.04	3.04	3.03	3.02	3.01	3.01	3.00	3.00				
54	13	12	12	11	11	11	10	09	08	08	07	07				
53	20	19	19	18	18	18	18	17	16	15	14	14				
52	27	26	26	25	25	25	24	23	22	22	21	21				
51	34	33	33	32	32	32	31	30	29	28	27	27				
50	41	40	40	39	39	39	38	37	36	35	34	34				
49	49	47	47	46	46	46	45	44	43	42	41	41				
48	56	54	54	53	53	53	52	51	50	49	48	48				
47	63	61	61	61	60	60	59	58	57	56	55	55				
46	70	68	68	67	67	67	66	65	64	63	62	62				
45	77	76	75	74	74	74	73	72	70	69	68	68				
44	84	83	82	81	81	81	81	79	78	77	76	75				
43	91	90	90	89	89	89	88	88	86	85	84	83				
42	99	97	96	95	95	95	93	92	91	90	89	89				
41	4.06	4.04	4.03	4.02	4.02	4.02	4.00	.99	.98	.97	.96	.96				
40	13	11	10	10	09	09	07	4.06	4.05	4.04	4.03	4.03				
39	20	18	17	17	16	16	14	13	12	11	10	10				
38	28	26	25	25	24	24	23	21	20	19	17	17				
37	35	33	32	32	31	31	30	28	27	26	25	24				
36	42	40	39	39	38	38	37	36	35	33	32	31				
35	50	48	47	46	45	44	43	42	40	39	38	37				
34	57	55	54	53	52	51	50	49	47	46	45	44				
33	64	62	61	60	59	59	57	56	54	53	52	51				
32	71	69	68	67	66	65	64	63	61	60	59	58				
31	79	77	76	75	74	73	72	70	68	67	66	65				

(Continued)

\* Compiled at National Bureau of Standards. Table is based on data published in Bull. Natl. Bur. Std., 9(3) (1913), (Sci. Paper No. 197).

## 43.024 Percentages by weight corresponding to various percentages by volume at 15.56°C (60°F) in mixtures of ethyl alcohol and water\*

% Alcohol			% Alcohol		
by Vol.	by Wt	Difference	by Vol.	by Wt	Difference
0	0.000		50	42.487	
1	0.795	0.795	51	43.428	0.941
2	1.593	.798	52	44.374	.946
3	2.392	.799	53	45.326	.952
4	3.194	.802	54	46.283	.957
		.804			.962
5	3.998		55	47.245	
6	4.804	.806	56	48.214	.969
7	5.612	.808	57	49.187	.973
8	6.422	.810	58	50.167	.980
9	7.234	.812	59	51.154	.987
		.813			.993
10	8.047		60	52.147	
11	8.862	.815	61	53.146	.999
12	9.679	.817	62	54.152	1.006
13	10.497	.818	63	55.165	.013
14	11.317	.820	64	56.184	.019
		.821			.024
15	12.138		65	57.208	
16	12.961	.823	66	58.241	.031
17	13.786	.825	67	59.279	.038
18	14.612	.826	68	60.325	.046
19	15.440	.828	69	61.379	.054
		.829			.062
20	16.269		70	62.441	
21	17.100	.831	71	63.511	.070
22	17.933	.833	72	64.588	.077
23	18.768	.835	73	65.674	.086
24	19.604	.836	74	66.768	.094
		.839			.102
25	20.443		75	67.870	
26	21.285	.842	76	68.982	.112
27	22.127	.842	77	70.102	.120
28	22.973	.846	78	71.234	.132
29	23.820	.847	79	72.375	.141
		.850			.151
30	24.670		80	73.526	
31	25.524	.854	81	74.686	.160
32	26.382	.858	82	75.858	.172
33	27.242	.860	83	77.039	.181
34	28.104	.862	84	78.233	.194
		.867			.208
35	28.971		85	79.441	
36	29.842	.871	86	80.662	.221
37	30.717	.875	87	81.897	.235
38	31.596	.879	88	83.144	.247
39	32.478	.882	89	84.408	.264
		.886			.281
40	33.364		90	85.689	
41	34.254	.890	91	86.989	.300
42	35.150	.896	92	88.310	.321
43	36.050	.900	93	89.652	.342
44	36.955	.905	94	91.025	.373
		.910			.398
45	37.865		95	92.423	
46	38.778	.913	96	93.851	.428
47	39.697	.919	97	95.315	.464
48	40.622	.925	98	96.820	.505
49	41.551	.929	99	98.361	.561
		.936			1.619
50	42.487		100	100.000	

\* Natl. Bur. Std. Circ. 19, p. 18 (1924).

B I B L I O G R A F I A

- 1 Amerine A., Pangborn, R. Principles of sensory evaluation of Food. Academic Press. (1965)
- 2 Arnold, M.H.M. Acidulantes for Food and Beverages. Food Trade Press London (1975)
- 3 Asociación Nacional de Fabricantes de Cerveza, La Cerveza; y La Industria Cervecera Mexicana (1963)
- 4 Baduí Berqal Salvador. Química de los Alimentos. Alhambra Mexicana. Segunda reimpresión. México (1984)
- 5 Baduí Berqal Salvador. Diccionario de Tecnología de los Alimentos. Alhambra Mexicana. México (1988)
- 6 Bakal, A.I. "Saccharin Functionality and Safety", Food Technology 41/1/117 (1987)
- 7 Carbonell Razquin Mateo. Aquardientes, Licores, Aperitivos su Fabricación actual. Ed. Sintet. Barcelona (1965)
- 8 Clerk Jean de. A textbook of Brewing. Champan & Hall LTD 1a Ed. London (1959)
- 9 Dalaliesi Charles. La Bioquímica de la crveza. Mundo Científico. No. 5 Vol. 1
- 10 Desrosier N.W. Elementos de Tecnología de Alimentos. Avi Publishing Company. 1a Ed. (1983)
- 11 Division of the Institute of Food Technologist. Sensory Evaluation Guide for the testing Food and Beverages Products. Food Technology Nov. (1981)
- 12 Fran Lá Bell, Wine-cooler, cream-cordial flavors include fruit, spice notes. Food Processing. Mayo (1985)
- 13 Green L.F. Developments in Soft Brinks Technology Applied Science Publishers LTD. London (1980)
- 14 Grossman J. Hardd. Grossmans Guide to Wines, Spirits and Beers. Charles Scribners Sons. New York. (1943)
- 15 Harrow, B., Mazur, A., Textbook of Biochemistry; W.B. Saunders Co. Philadelphia (1966)

- 16 Heat H.B. Flavor Technology: Profiles, Products, Applications. AVI Publishing Co. Westport, Conn (1978)
- 17 Hickey, R.J., Under Kofler, L.A., Industrial Fermentations. Vol. II
- 18 Houghton, H.W. Developments in Soft Drink Technology-2 Applied Science Publishers London (1981)
- 19 Jean F. Caul. The Profile Method of Flavor Analysis Advances in Food Research. Vol. 7 Academic Press, N.Y. (1959)
- 20 Katz, F. and Varvil, R.D. "Sweeteners: Types and characteristics" Food Technology 40/I/II/114 (1986)
- 21 Kirk-Othmer, John Wiley & Sons. Enciclopedia of Chemical Technology. Ed. Board Vol. 3 New York; Toronto (1978)
- 22 Laufer, Stephen, Schwarz, Robert Yeast Fermentation and Pure Culture Systems, New York. (1936)
- 23 Marine Font Abel. Scientific American (Los Alimentos) Cuestiones Bromatológicas. Aspectos Químicos, Biológicos, Agropecuarios y Sociales Ed. H. Blume Rosario 17. 1a Ed. Madrid (1975)
- 24 Meggos H.N. Colors Key Food Ingredients. Food Technology 38 (1): (1971)
- 25 Meyer Hoagland. Food Chemistry AVI Publishing Company, INC. Westport, Conn. (1978)
- 26 Morris R. Jacobs Ph.D. Manufacture and Analysis of Carbonated Beverages. Chemical Publishing Co. INC. NY (1959)
- 27 Norma Oficial Mexicana (NOM-F-439-1983) Alimentos Bebidas no alcohólicas- Bebidas y Refrescos- Clasificación y Definiciones.
- 28 Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. (A.O.A.C.) 14 ed (1984)
- 29 Pederson Carls S., Ph.D. Microbiology of Food Fermentations. The Avi Publishing Co. INC (1971)



- 30 Prescott, Samuel & Dunn C.G. Microbiología Industrial Aguilar Madrid 3a Ed.
- 31 Revista Bebidas; The Centurbury Press. 45/3/(21) Estados Unidos. (1964)
- 32 Revista. El Embotellador; Keller Publishing. 17/3/(59) (1962)
- 33 Rhodes A., Fletcher D.L. Principios de Microbiología Industrial. Acribia España (1969)
- 34 Rose A.H. Economic Microbiology Vol. 1 Alcoholic Beverage. Academic Press. London (1977)
- 35 Society of Soft drink Technologists Quality Control Methodology. July (1975)
- 36 Tesis. Análisis Comparativo de Cervezas Mexicanas. Jeane Shirley Mac Kenzie Henderson. U.N.A.M. 1970 Fac. de Química.
- 37 Thorne R.S.W. Pure Yeast Cultures in Brewing. Process Biochemistry, April (1970)
- 38 Velasco F.J. Gabriel. La Fabricación de la Cerveza. Tecnología Alimentos ATAM. Año VIII No. 3 1a Parte May-Jun. No. 4 2a Parte Jul-Agosto
- 39 Walford, John. Developments in food colours...1 Applied Science Publishers LTD London (1980)
- 40 Walkstein, M. " Alternative-Sweetener Report", Food Engineering 8/12/33 (1983)
- 41 Woodroof Guy Jasper Ph. D. and Phillips Frank G Beverages Carbonated and Non Carbonated. The AVI Publishing Company INC Wesport (1974)
- 42 Zapata Ruiz J. y los editores de Bebidas. Manual Práctico para la Industria de Refrescos. All America Publishers service. INC (1966)