

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL CONTROL QUIMICO TECNICO  
EN LA FABRICACION DE CERVEZA.

**2401**

T E S I S  
que presenta para su examen profesional de

Q U I M I C O

GILBERTO MORLET GONZALEZ

México;D.F.

1949



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL CONTROL QUIMICO TECNICO  
EN LA FABRICACION DE CERVEZA.

T E S I S

que presenta para su examen profesional de

Q U I M I C O

GILBERTO MORLET GONZALEZ

México;D.F.

1949

Con mi sincero reconocimiento de gratitud  
al Sr. Don Emilio Suberbie, Director General  
de la Cerveceria Moctezuma, S.A.

CARIÑOSAMENTE

A mis querido padres:

Sr. Gilberto Morlet Sierra y

Sra. Concepción G. de Morlet.

A mi Esposa

A mi Hijo

A mis Hermanas.

A todas las personas de quienes  
recibí valiosas orientaciones -  
para el desarrollo del presente  
trabajo.

Con gratitud a la  
Escuela Nacional de Ciencias Químicas

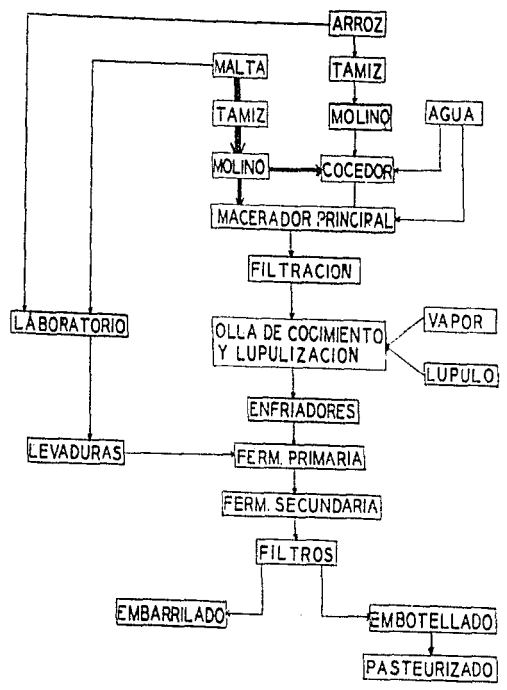
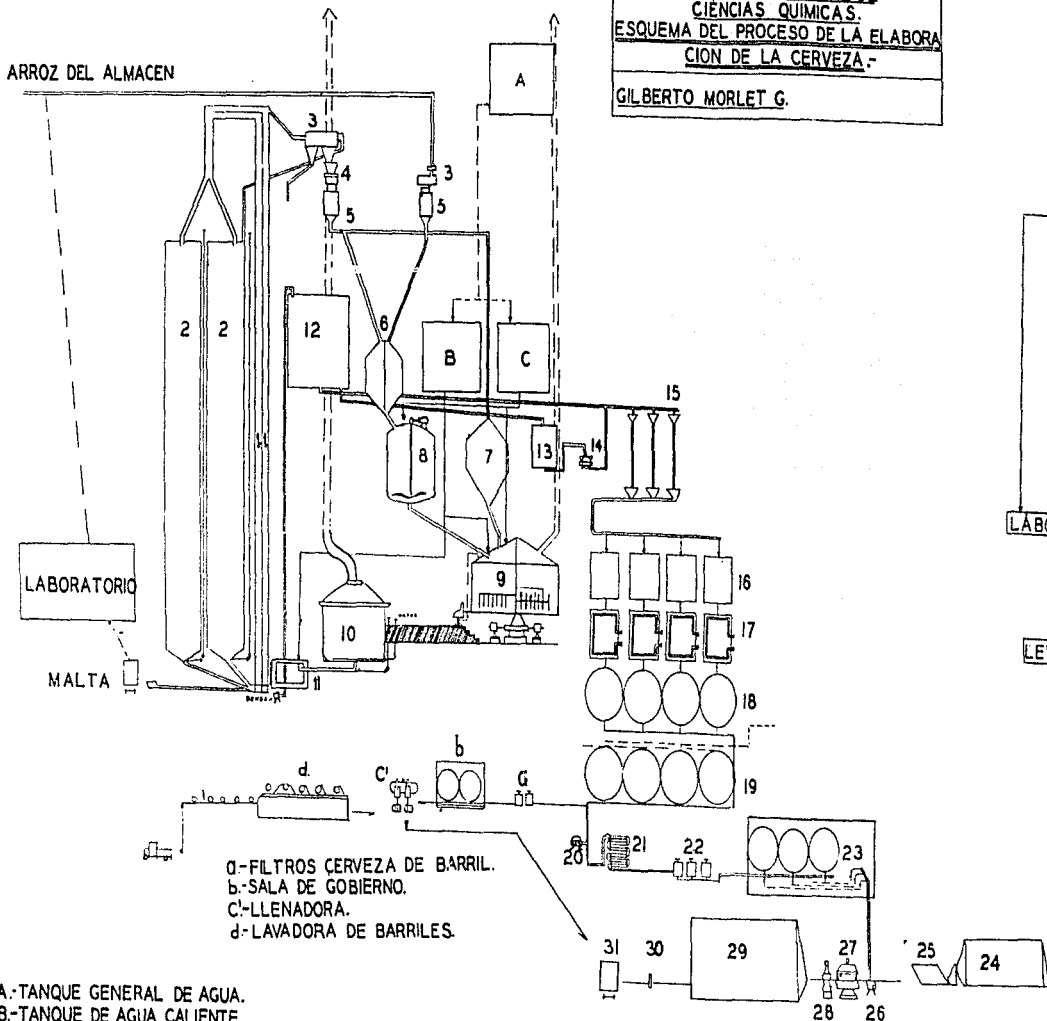
A mis Maestros y Condiscípulos.

## S U M A R I O

### Diagrama del Proceso.

- CAPITULO I.- GENERALIDADES.
- CAPITULO II.- MATERIAS PRIMAS.
- CAPITULO III.- TECNOLOGIA DEL PROCESO.
- CAPITULO IV.- PARTE EXPERIMENTAL.
- CAPITULO V.- DISTINTOS MATERIALES EMPLEADOS.
- CAPITULO VI.- APARATOS PARA EL CONTROL.
- CAPITULO VII.- CONCLUSIONES-BIBLIOGRAFIA.

TESIS U.N.A.M. 1949  
 ESCUELA NACIONAL DE  
 CIENCIAS QUIMICAS.  
 ESQUEMA DEL PROCESO DE LA ELABORACION DE LA CERVEZA -  
 GILBERTO MORLET G.



- A.-TANQUE GENERAL DE AGUA.
- B.-TANQUE DE AGUA CALIENTE.
- C.-TANQUE DE AGUA CALIENTE
- 1.-ELEVADORES DE MALTA.
- 2.-SILOS DE MALTA.
- 3.-SARANDA DE MALTA.
- 3'- " DE ARROZ.
- 4.-BASCULA.
- 5.-MOLINO DE MALTA.

- 5'-MOLINO DE ARROZ.
- 6.-TOLVA ARROZ Y MALTA
- 7.-TOLVA MALTA
- 8.-COCEDOR DE ARROZ
- 9.-MACERADOR
- 10.-OLLA DE COCIMENTO
- 11.-TANQUE FILTRAR BAGAZO LUPULO

- 12.-TANQUE MOSTO CALIENTE
- 13.- " RESTOS MOSTO
- 14.- FILTRO.
- 15.- ENFRIADORES DE MOSTO
- 16.- TANQUES DE RECIBIR.
- 17.-TANQUES DE FERM. PRIMARIA.

- 18.-TANQUES DE REPOSO (FERM. SEC)
- 19- " " PRESION " "
- 20-BOMBA
- 21-ENFRIADORES
- 22-FILTROS
- 23-SALA DE GOBIERNO

- 24-LAVADOR DE BOTELLAS.
- 25-ENJUAGUE.
- 26- REGULADOR DE PRESION.
- 27-LLENADORA
- 28-TAPONADORA
- 29-PASTEURIZADORA
- 30-ETIQUETADORA
- 31- EMBARQUE

0-FILTROS CERVEZA DE BARRIL.  
 b.-SALA DE GOBIERNO.  
 C'-LLENADORA.  
 d.-LAVADORA DE BARRILES.



## CAPITULO I

### GENERALIDADES.

Desde hace mucho tiempo, la Industria Cervecera ha dejado de ser un Arte para pasar a ser una Tecnologia, debido a la producción cada vez mayor que de este producto requiere el mercado.

Han contribuido eficazmente al aumento de la producción varias ciencias como son: la Ingenieria, la Química y la Microbiología e inclusive la Agronomía.

El consumo de grandes cantidades de materias primas de características diferentes y la necesidad de obtener un producto de cualidades organolépticas, físicas y químicas constantes, hace indispensable un escrupuloso control químico en cada fase del proceso cervecero.

El problema se agrava si se tiene en cuenta la poca estabilidad de la cerveza y la susceptibilidad tan grande que tiene de alterarse por: la acción de microorganismos, un inadecuado envase, un transporte impropio o bien por un mal almacenamiento.

Todas esas exigencias reclaman una constante vigilancia desde las materias primas hasta que el producto se ha consumido.

Casi todos los pueblos han empleado desde sus orígenes productos fermentados y entre estos se encuentra la cerveza cuya manufactura se remonta hasta las primeras edades de la raza humana, así pues, estudiando la Etnografía de los Egipcios se ha encontrado que ellos muchos años antes del nacimiento de Jesucristo preparaban una bebida parecida a la cerveza.

Así mismo los Galos, los Germanos, los Griegos, los Romanos y todos los pueblos antiguos conocieron también esta clase de bebida teniendo entre muchos de ellos culto religioso o asociaciones religiosas. Por ese no nos extraña que los Romanos hayan dedicado una bebida proveniente de jugos de malta fermentados a su Diosa Ceres protectora de la Agricultura y de allí deriva nuestro latino Cerveza (Cerevisiae, de Ceres y Vis Fuerza).

Los Griegos y los Romanos se distinguieron sin embargo como pueblos vinateros por excelencia, mientras que los Galos y principalmente los Germanos por sus excelentes cervezas que hasta la fecha se han considerado como tales.

Las noticias más antiguas de la fabricación de cerveza pueden -- quedar resumidas así:

1.-En el libro de los muertos del Egipto antiguo que según los Eru

ditos tiene unos 5000 años, se habla de cerveza hecha con cebada.

- 2.-La cerveza, llamada "heqa" hecha de maltá o cebada roja se menciona en las escrituras egipcias antiguas de la cuarta dinastía.
- 3.-También en papiros del tiempo de Seti I (1300 años A.C.) aluden a unas personas que han estado bebiendo cerveza.
- 4.-De acuerdo con el resumen de la Historia Ejemplar de China, la cerveza o "Kiu" era conocida de los chinos en siglo 23 A.C.
- 5.-Herodoto atribuye la invención de la cerveza a Iris y dice que los Egipcios bebían un licor hecho a base de cebada y fermentado al cual llamaban "Zithos".
- 6.-Jenofonte, en Anabasis, menciona el uso de la cerveza entre los habitantes de Armenia; los Galos estaban familiarizados con ella desde muchos años antes.
- 7.-Otra noticia la dá el escritor griego Teofrasto, quien vivió al rededor de 300 años A.C. En su "Historia de Plantas" él menciona al "Zithos", la palabra griega de cerveza.

Todas las bebidas que de una manera sencilla y natural han empleado los pueblos aunque se conserven sus materias primas originales han ido cambiando sus características organolépticas poco a poco a través de los siglos. Esta evolución no podía faltar a la cerveza - la cual entre los germanos sufrió un cambio definitivo con el uso del lúpulo que le proporciona un aroma y un sabor característico - conservados hasta la fecha.

Más tarde otros pueblos y con otras costumbres han modificado -- ligeramente las características de la bebida cerveza ya sea por la adición de maltas tostadas coloridas o por substancias amiláceas - que aumentando el volumen de producción disminuye el color y algunos inconvenientes de la cerveza natural.

Con el advenimiento de las técnicas microbiológicas seguidas a los estudios de Pasteur se han podido elaborar varias clases de cervezas, debido al empleo de las distintas razas de levaduras.

Finalmente, al popularizarse la cerveza como bebida embotellada - y necesitando transportarse a lugares lejanos del lugar de producción, ha sido necesario introducir el proceso llamado pasteurización para lograr que la cerveza se consuma sin alteraciones provocadas por microorganismos que se desarrollen en el medio de cultivo que representa ser la cerveza. Este último proceso imparte a la cerveza un pequeño sabor diferente a la cerveza fresca, que sin embargo, el público se está acostumbrando cada vez a aceptarlo.

El producto llamado cerveza se define bajo el punto de vista técnico, como una bebida fermentada, espumosa y efervescente de color claro u oscuro preparada principalmente de cebada malteada, lúpulo y agua. Se emplean también féculas, azúcares o cereales como arroz, maíz, etc., en calidad de substitutos parciales.

Este trabajo por lo modesto que es, atiende tan solo las etapas más sobresalientes del proceso de fabricación de la cerveza principalmente en el que se usa el sistema de Doble Maceración para la elaboración del mosto, pues sería indispensable elaborar un tratado voluminoso y erudito para estudiar el tema con profundidad en todos sus aspectos.

## CAPITULO II

### MATERIAS PRIMAS .-SU CONTROL.

**MALTA.-** Es el grano, principalmente cebada, que ha sufrido un adecuado procedimiento de remojo, germinación y secado. Difiere del grano original en lo siguiente: su bajo contenido de humedad, por lo tanto su almacenamiento y su molienda se favorecen; el endospermo ha sido modificado y madurado comparativamente con el endospermo duro de la semilla original y los valores enzimáticos de la malta se han incrementado notablemente respecto a los del grano original. El grano tiene después de maltearse un sabor y aroma propios y se facilita extraerse y convertirse el material soluble.

El valor de una malta para la fabricación de cerveza se estima mediante análisis físicos y químicos, así como también por experiencias comparativas previas con ciertos tipos de malta cuya calidad es la deseada en la Industria Cervecera.

Las consideraciones más importantes del análisis físico son:

Peso en 1000 granos.  
Longitud de la Plúmula.  
Aspecto del Endospermo.  
Semillas extrañas y granos quebrados.  
Clasificación del tamaño del grano.

Por otra parte el control químico considera como necesarias las siguientes determinaciones:

Extracto (Base Húmeda y Base Seca)	Molienda Fina
Humedad	Molienda Gruesa
Proteínas Totales	
Tiempo de Conversión	
Tiempo de Filtración	
Olor del Mosto	
Aspecto del Mosto	
pH del Mosto	
Poder Diastásico	

Los siguientes valores deseables en las determinaciones físicas y químicas de la malta se citan en seguida:

**Análisis Físico:** El peso en 1000 granos es un dato importante que sirve para tener una idea de la calidad de la malta, sirviendo como base la siguiente regla: El peso inferior a 30 gramos por 1000 granos, corresponde a una malta pobre en extracto, de 34 a 35 gramos a una malta normal y arriba de 38 a 40 gramos, malta húmeda o insuficientemente germinada.

Esta clasificación no es aplicable para todas las maltas pues es susceptible de variación si se toma en cuenta que las maltas se el

-boran con cebadas de dos a seis carreras las cuales difieren considerablemente en características físicas.

La longitud de la plúmula en los granos debe tener un promedio -- más alto entre los límites de  $3/4$  a la longitud total del grano, pues ello demuestra que las transformaciones enzimóticas empezadas -- con la germinación y suspendidas con el secado, serán continuadas satisfactoriamente durante el braceado con la subsecuente obtención -- de un mosto de características adecuadas y convenientes.

El endospermo del grano debe ser harinoso, blanco, homogéneo, aromático y de sabor dulzón.

Los granos deben ser de tamaño y aspecto uniformes, de cubierta -- fina y amarillo pajiza.

Granos quebrados y semillas extrañas los menos posibles.

En las determinaciones químicas de la malta son deseables los siguientes valores:

Que el extracto esté contenido en una proporción no menor de 72% en Base Seca. La diferencia entre los extractos molienda fina y molienda gruesa considerados en Base Seca, no debe ser mayor del 1.5 %

Cuanto más seca esté una malta es mas conveniente en la elaboración del mosto, pues con una malta demasiado húmeda se obtienen mostos no aromáticos, además de que su almacenamiento en silos puede -- originar la formación de hongos.

La humedad de una malta que proporciona el laboratorio mediante -- el análisis es para el industrial cervecero de suma importancia, pues las operaciones de compra de dicho producto se basan también por el contenido de humedad y no solamente con el extracto.

El contenido de proteínas no debe ser alto, pues una proporción -- elevada de nitrógeno origina una propensión a la turbidez que se -- traduce en poca estabilidad del producto.

El olor del mosto debe ser aromático.

El aspecto del mosto brillante y claro.

El tiempo de filtración considerado como normal por la Sociedad -- Americana de Químicos Cerveceros es de 60 minutos, pero esto es a -- partir del momento en que son regresados al filtro los primeros 100 cc. filtrados.

La concentración de iones hidrógeno del mosto entre 5.5 a 6 preferentemente. Las variaciones que ocurren en la elaboración industrial del mosto se deben fundamentalmente a la calidad del agua empleada. Afortunadamente las maltas aportan bastantes sustancias tampones -- que tienden a equilibrar el pH, sin embargo la observación y control del mismo se hace necesario.

El Poder Diastásico proporciona un dato muy valioso sobre la can-

tividad de diastasas contenidas en la malta y como consecuencia su -- fuerza convertidora del almidón. Las Diastasas forman un grupo de -- enzimas llamadas amilasas (Hidrolazas) que solubilizan la compleja molécula de almidón, fraccionándola y convirtiéndola en dextrinas -- y maltosa, azúcares presentes en el mosto para cerveza que tienen -- una importancia capital.

El Poder Diastásico normal está comprendido entre 40° a 45° Lintner para maltas que provienen de cebadas de tipo Mediterraneo y de 80° a 120° Lintner para maltas de tipo Manchuria.

ADYUNTOS.-La adición de los adjuntos en la elaboración del mosto que dará origen a la cerveza, tiene como fin primordial el obtener -- cervezas de color claro y sobre todo aumentar la estabilidad de la cerveza debido a que los adjuntos no aportan nitrógeno proteico y -- diluyéndose el original se disminuye la posibilidad de que haya precipitaciones proteicas en el producto envasado,

Quando se emplean azúcares como adjuntos disminuye el extracto en la cerveza porque estos azúcares se han transformado totalmente en alcohol y CO<sub>2</sub> y la cerveza al beberla da la sensación de tener menor "cuerpo".

De los adjuntos empleados en la elaboración de cerveza preferentemente se usan todas aquellas substancias amiláceas que no imparten a la cerveza un sabor o aroma extraños; entre estos cabe mencionar( de empleo en México): Maimilo (almidón de maíz), granulado de -- maíz y arroz. En otros países: Corn Flakes (hojuelas de maíz), Corn -- Grits (granulado de maíz), Corn Meal (harina de Maíz). También pueden emplearse, trigo, azúcar de caña y glucosa pura.

La proporción de los adjuntos en la elaboración del mosto puede -- llegar hasta un 40% con respecto a la malta empleada, dependiendo -- desde luego del tipo de cerveza que se elabore.

El almacenamiento prolongado de los adjuntos en condiciones ordinarias de temperaturas tiende a hacerlos duros, observándose además un ligero cambio en la humedad, en su contenido de aceites y en sus valores de extracto.

LÚPULO.-El lúpulo (*Humulus Lupulus*) es una planta de tallo trepador que pertenece a la familia de las urticáceas, siendo la parte -- empleada en la fabricación de cerveza la constituida por las flores femeninas conocidas como conos.

Esta materia prima se empezó a usar primeramente en la Europa Central de donde son famosos los lúpulos de Bohemia y de Bavaria, más tarde su empleo se generalizó en la América del norte, de donde son también famosos los lúpulos de Canadá, Oregón y California.

El objeto de la adición del lúpulo es múltiple pues contribuye a darle ese sabor amargo característico de la cerveza, debido a los -- ácidos amargos y a las resinas blandas.

Los aceites del lúpulo imparten también la fragancia y el aroma --

- a la cerveza.

El lúpulo actúa también como agente de clarificación debido a -- los taninos que contiene coagulando y precipitando las proteínas -- inestables del mosto. Favorece también la retención de la espuma debido a las resinas, pues estas abaten la tensión superficial.

Las características que debe presentar un buen lúpulo son las -- siguientes:

Un color verde blanquecino. Frotado en la palma de la mano debe dejar una huella grasosa, de color verde claro, su olor debe ser franco, fuertemente aromático y suave.

Los conos del lúpulo contienen resinas, aceites esenciales, pectinas, taninos, materias nitrogenadas y humedad, siendo la cantidad de estas substancias variable de acuerdo a la naturaleza del lúpulo.

En seguida cito datos analíticos de un lúpulo americano. (Bibl. -- 8 pág. 31).

Humedad -----	9	á	13	%
Cenizas -----	6	á	10	%
Resinas -----	10	á	20	%
Aceites -----	0.2	á	0.5	%
Nitrógeno -----	2	á	4	% (proteínas x 6.25)
Taninos -----	2	á	5	%
Azúcares -----	2	á	4	%
Pectinas -----	9	á	12	%

Para el examen físico se determinan las siguientes características: naturaleza de la muestra, color de los conos, lustre, tamaño, hojas, tallos y contenido de semillas.

AGUA.- Considerada como materia prima primordial en la elaboración de cerveza, su composición química ejerce una influencia decisiva sobre la fabricación y consecuentemente sobre la calidad del producto cerveza, no solamente por la dosis de los diferentes elementos que en ella se encuentran, sino también por las propiedades de -- los mismos y por el número de ellos. Por esta razón es necesario tomar en cuenta la procedencia del agua y su composición química, pues la cantidad de sales disueltas son de mucha significación en el proceso.

El calcio es uno de los iones metálicos más importantes que -- ejercen su influencia en el curso de la maceración; precipita fosfatos orgánicos e inorgánicos y transforma los fosfatos alcalinos secundarios en el fosfato ácido primario. Debido a esta reacción el --

pH del mosto se reduce, la concentración de iones hidrógeno o acidez - activa es aumentada y está mas cerca del óptimo para la actividad -- enzimática.

La influencia del ión calcio es benéfica desde distintos puntos de vista; ayuda a la gelatinización del almidón en la maceración y cocimiento de arroz, estimula la actividad enzimática, aumenta el rendimiento, la sacarificación y la degradación de proteínas, reduce el color del mosto y la floculación de la fragmentación en la olla de cocimientos, ayuda a extraer los principios finos y amargos de los lúpulos, mejora la clarificación, la estabilidad y el buen sabor del producto terminado.

El valor del pH de las aguas es por lo común levemente superior - al punto neutro de 7 y aumenta al ser calentada el agua debido a la eliminación de CO<sub>2</sub> libre y a la conversión de los bicarbonatos en carbonatos. Un valor del pH mayor de 8 indica la presencia en el --- agua solamente de bicarbonatos y nada de CO<sub>2</sub> libre.

Uno de los métodos mas antiguos de que se dispone para la eliminación de los bicarbonatos es el de hervir el agua, puesto que la ebullición provoca en efecto la precipitación casi completa del bicarbonato de cal, pero no precipita mas que imperfectamente el bicarbonato de magnesio cuya acción es todavía mas dañina que la del bicarbonato de calcio.

El carbonato de calcio si obra favorablemente bajo el punto de -- vista de la coagulación de los albuminoides, de la clarificación de - los mostos y de las cervezas, pero ejerce en cambio una acción desfavorable porque disminuye la acidez. Esta disminución de la acidez influye en el retardo de la sacarificación disminuyendo el rendimiento además permite la disolución de un suplemento de materias nitrogenadas complejas, intensifica el sabor amargo de las cervezas provocando la disolución de un suplemento de resinas del lúpulo, en fin como tiene por consecuencia un aumento del pH de las cervezas la estabilidad de estas se vé disminuida.

Los carbonatos de Sodio, Potasio y Magnesio, restringen la actividad diastásica (disminuyendo así la cantidad de maltosa y extracto total), aumentan la cantidad de albuminoides, disuelven las resinas del lúpulo produciendo cervezas muy coloridas, de sabor inferior en calidad.

Los nitratos reducen el extracto en el curso de la fermentación -- ellos son reducidos a nitritos los cuales son dañinos a las levadu-- ras y a la misma fermentación.

Aunque la calidad del agua de una localidad influyen en gran parte en la fabricación de cerveza, cualquier agua puede ser buena para la elaboración siempre y cuando ésta sea sometida a un previo tratamiento químico.

Además el agua destinada para la elaboración bien sea que proceda de río, de pozo o de cualquier otro origen debe tener la pureza del - agua potable, es decir, deberá estar libre de olores y sabores extraños de materias en suspensión, de materias orgánicas en descomposición, de bacterias, de sílice y de hierro.



DETERMINACION DE EXTRACTO EN MALTA.--METODOS DE LA SOCIEDAD

AMERICANA DE QUIMICOS CERVECEROS.

METODO.

PREPARACION DE LA MUESTRA.--MOLIENDA FINA.-- Pénsese 55 gramos aproximadamente de la muestra, en un recipiente tarado y muélanse en el molino fino ya normalizado. Recójase la malta finamente molida en un vaso tarado para la determinación de extracto, haciendo bajar por medio de un cepillo todas las partículas adheridas al molino. Sin pérdida de tiempo colóquese el vaso con su contenido en la balanza y ajústese el peso de malta a 50 grs. ( $\pm$  0.05 grs) trasladando el exceso a un pesafiltros tarado para la determinación de la humedad.

PREPARACION DE LA MUESTRA.--MOLIENDA GRUESA.-- Pénsese 50.5 grs. de la muestra en un recipiente tarado y muélanse en el molino grueso ya normalizado. Recójase la malta así molida en un vaso tarado para la determinación de extracto haciendo bajar por medio de un cepillo todas las partículas adheridas al molino. Sin pérdida de tiempo colóquese el vaso con su contenido en la balanza y ajústese el peso de la malta a 50 grs. ( $\pm$  0.05 grs), retirando el exceso.

PROCESO DE MACERACION.-- Macérese la malta molida con 200 c.c. de agua destilada a 45°C. Mézclense bien con un agitador de vidrio de manera de evitar la formación de grumos y lávese el agitador y las paredes del vaso con agua destilada.

Anótese el olor del macerado y repórtese como sigue: aromático o ligeramente aromático. Repórtense también los olores desagradables como sigue: rancio, fresco, reciente, viejo, pasado, etc.

Rápidamente colóquense los vasos para la determinación del extracto en el aparato de maceración, conteniendo agua a 46°C y pónganse en movimiento los agitadores. Colóquese un termómetro en cada uno de los vasos.

Manténgase la temperatura de 45°C durante 30 minutos a partir del momento en que se colocaron los vasos en el aparato de maceración. -- Elévese la temperatura de 1°C por minuto hasta alcanzar 70°C. Agrégen se 100 c.c. de agua destilada a la temperatura de 70-71°C y consérvese la temperatura del macerado a 70°C durante 60 minutos. Todas las temperaturas que se especifican en este párrafo se refieren a las temperaturas dentro de los vasos, no a las temperaturas del baño. Las variaciones de temperatura no deberán exceder de 0.5°C.

SACARIFICACION.-- Trasládese una gota del contenido del vaso a una placa de yeso absorbente por medio de un agitador de vidrio delgado (3 mm. de diámetro) y ensáyese con una gota de solución N/100 de Yodo. Háganse estos ensayos 5, 7 y 10 minutos después de haber alcanzado la temperatura de 70°C y después si es necesario a intervalos de 5 minutos. La sacarificación es completa cuando al poner la gota de yodo junto con la gota del líquido del vaso, se produce sobre la placa de yeso una mancha de color amarillo.

Repórtese el tiempo de sacarificación en periodos como sigue: menor de 5 minutos, de 5 a 7 minutos, etc. La determinación del tiempo de sacarificación no se practica en la malta de molido grueso.

ENFRIAMIENTO Y FILTRACION.--Enfriése rápidamente (10 a 15 minutos) a la temperatura del laboratorio el contenido del vaso para lo cual se suspenderá el movimiento de los agitadores, se retirarán los termómetros después de remover las partículas adheridas, lavándolos con poca agua destilada. Retírense los vasos junto con sus agitadores del aparato para la determinación de extracto, lávense los agitadores con agua destilada para remover todas las partículas y séquese con mucho cuidado el exterior del vaso. Sin pérdida de tiempo ajústese el peso del contenido del vaso a 450 g. ( $\pm$  0.05 g.) adicionando agua destilada.

Agítase el contenido del vaso dos veces usando un agitador de vidrio; una vez cuando se retira el vaso del platillo de la balanza y la otra vez inmediatamente antes de pasar el contenido a través del filtro. El tiempo transcurrido entre estas dos agitaciones no será menor de 5 minutos ni mayor de 15 minutos. Mientras se está agitando se tendrá especial cuidado para que el líquido no se salpique.

Mézclense con el contenido del vaso las gotas adheridas a las paredes del vaso por encima del nivel del líquido usando un agitador de vidrio.

Filtrese el contenido del vaso a través de un embudo provisto del papel filtro ya especificado y cúbrase el embudo con un vidrio de reloj de 20 cms. de diámetro durante todo el tiempo que dura la filtración. Los primeros 100 c.c. se volverán a pasar a través del filtro. Cuando haya terminado la filtración retírese el frasco conteniendo el mosto y guárdese para observaciones y ensayos subsecuentes.

En el caso de encontrarse con mostos que filtren muy lentamente suspéndase la filtración después de dos horas.

Cuando la filtración ha sido completa, mézclase el contenido del recipiente dando a este un movimiento de rotación.

La velocidad de filtración se considerará normal cuando la filtración sea completa después de una hora, después de haber vaciado en el filtro los primeros 100 c.c.; lenta si la filtración completa requiere más tiempo.

Obsérvese el grado de claridad del mosto y repórtese como sigue: claro, un poco turbio y turbio. No deberán usarse otras designaciones.

Para la determinación del color del mosto, deberán separarse 100 c.c. Esta determinación no deberá hacerse en mosto proveniente de malta molido grueso.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD.--PICNÓMETRO REISCHAUER.--

Enjuáguese dos veces el picnómetro vacío con 10 c.c. del mosto y

--vacíese por medio del dispositivo apropiado. Llénese con mosto, póngase en el baño de agua y sígase el método de "normalización" de picnómetros. Pésese el picnómetro lleno, dentro de las tres horas siguientes a la iniciación de la filtración.

La diferencia entre este peso y el peso del picnómetro vacío, representa la capacidad de mosto del picnómetro a 20°C.

Para calcular la densidad del mosto se dividirá el peso del mosto entre el peso del agua.

La densidad se calculará hasta la quinta cifra decimal, redondeando a 0.00005 ó 0.00010.

PICNOMETRO DE BOOT.--Enfriese el mosto a la temperatura previamente escogida, enjuáguese una vez con el mosto ya enfriado, llénese, tápese, lávese el exterior del picnómetro con agua destilada a la temperatura de 20°C, séquese, póngase el capuchón y pésese. La densidad se calculará en la misma forma que con el picnómetro de Reschauer.

Con objeto de disminuir los errores en la determinación de la densidad a causa del desplazamiento del aire, se recomienda usar un contrapeso que tenga un volumen aproximadamente igual al volumen del picnómetro empleado. De ninguna manera se hará corrección por empuje de aire.

La densidad de una misma solución no diferirá en más de cinco unidades en la quinta cifra decimal cuando la determine el mismo analista y en más de dos unidades en la cuarta cifra decimal cuando la determinan diferentes analistas.

No diferirá en más de una unidad en la cuarta cifra decimal tanto del valor medio obtenido tomando la media aritmética de las determinaciones de densidad hechas por diez analistas, cuando menos, como de un valor normal garantizado por una determinación hecha en condiciones controladas rigurosamente.

BALANZA DE MOHR-WESTPHAL.--La densidad podrá determinarse también por medio de una balanza de Mohr-Westphal sensible a 0.00005 observando las mismas precauciones para el uso de picnómetros, en cuanto se refiera a temperaturas.

Las densidades se darán referidas a 20°C/20°C.

La determinación de extracto en malta tostada y malta caramelo deberán seguirse todas las instrucciones que se dieron en la "Determinación de Extracto en Malta", con la particularidad que en lugar de pesar 50 gramos de malta se pesarán 25 gramos de malta tostada o de malta caramelo y 25 gramos de Malta Ayuda, que tendrá las siguientes características: Malta para cerveza hecha con cebada de seis carreras tipo Manchuria al que se ha determinado simultáneamente su contenido en humedad y en extracto, tiempo de sacarificación no mayor de siete minutos y poder diastásico 100° á 120° Lintner. Para el caso de no disponer de esa malta, también podrá usarse otra de buena calidad.

DETERMINACION DE EXTRACTO.-El rendimiento de extracto en la malta se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Extracto(Base Húmeda)} = \frac{P ( M + 800 )}{100 - P}$$

Donde P indica gramos de extracto en 100 gramos de mosto(Plato) y M el contenido de humedad de la malta en porciento.

$$\text{Extracto (Base Seca)} = \frac{E \times 100}{100 - M}$$

Donde E significa Extracto(Base Húmeda) y M el contenido de humedad en la malta.

El correspondiente valor se encontrará por referencia de los valores de peso específico en las tablas basadas de determinaciones de Plato y publicadas por la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros bajo el título: Tabla de determinaciones de extracto en la malta y cereales.El extracto de la malta se reporta solamente hasta la primera decimal.

#### DETERMINACION DE EXTRACTO EN ADJUNTOS.

##### METODOS DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE QUIMICOS CERVECEROS.

PREPARACION DE LA MUESTRA.-Muélase una cantidad suficiente de la muestra de manera de obtener una porción molida de 25 gramos cuando menos;cuando la determinación se haga por duplicado,se necesitará obtener una porción molida de 52 gramos.

El extracto se determinará en la porción molida.La determinación de extracto en la muestra tal como se recibe no se hará sino cuando así se solicite.

PREPARACION DE LA MALTA FINAMENTE MOLIDA.-La malta que se usará tendrá las siguientes características:malta para cerveza hecha con cebada de seis carreras tipo Manchuria,al que se ha determinado simultáneamente su contenido en humedad y en extracto,tiempo de sacarificación no mayor de siete minutos y poder diastásico de 100° á 120° - Lintner.A falta de la anterior se podrá usar otra malta de buena calidad,Muélanse 31 gramos aproximadamente de la malta en la forma que se indicó en "Preparación de la muestra.Molienda fina",al tratar de la Determinación de Extracto en la Malta y guárdense para uso subsecuente en un frasco a prueba de humedad.

PROCESO DE MACERACION.-Macérense, en un frasco de maceración,20 grs. ( ± 0.05 grs.) de la muestra(con excepción de maíz o arroz en hojue--

las) y 5 grs. (  $\pm$  0.05 grs.) de la malta molida con 200 c.c. de agua destilada a 46°C. Mézclase todo bien por medio de un agitador de vidrio y llévase a ebullición en 15 minutos agitando frecuentemente. Los granulados y el arroz hiérvanse durante media hora y los granulados refinados hiérvanse 10 minutos; la ebullición deberá ser moderada, de manera de evitar que se quemem los granos de almidón, que haya salpicaduras y que se produzca una espuma excesiva. Durante todo el tiempo de ebullición, el volumen se conservará constante agregando agua destilada hirviente cada 15 minutos; agítese durante todo este tiempo cada cinco minutos.

Cuando ha terminado la operación de ebullición, enfríese a 46°C y agreguense 25 gramos (  $\pm$  0.05 grs.) de la porción de la malta molida. Cuando se haga la determinación de extracto en maíz o arroz en hojuelas, no deberá hervirse sino que se procederá macerando 20 grs. de la muestra sin moler y 30 gramos de la malta molida con 200 c.c. de agua destilada a 46°C. Mézclase todo bien para evitar la formación de grumos y con cuidado lávense las paredes del vaso con una pequeña cantidad de agua destilada usando un agitador provisto de hule, conocido con el nombre de gendarme.

Rápidamente colóquese los vasos para la determinación del extracto en el aparato de maceración conteniendo agua a 46°C y pónganse en movimiento los agitadores. Colóquese un termómetro en cada uno de los vasos.

Manténgase la temperatura de 45°C durante 30 minutos exactamente a partir del momento en que se colocaron los vasos en el aparato de maceración. Elévese la temperatura de 1°C por minuto hasta alcanzar 70°C. Agréguese 100 c.c. de agua destilada a la temperatura de 71°C y consérvese la temperatura del macerado a 70°C durante 60 minutos. Todas las temperaturas que se especifican en este párrafo se refieren a temperaturas dentro de los vasos, no a temperaturas del baño. Las variaciones de temperatura no deberán exceder de 0.5°C.

SACARIFICACION.- Trasládese una gota del contenido del vaso a una de las cavidades de la placa de porcelana por medio de un agitador de vidrio delgado ( 3 mm. de diámetro) y ensáyese con una gota de solución N/50 de yodo. Háganse estos ensayos cada 15 minutos después de haber alcanzado la temperatura de 70°C. La sacarificación es completa cuando al poner la gota de yodo junto con la gota del líquido del vaso se produce una mancha de color amarillo sobre la placa de porcelana. Repórtese el tiempo de sacarificación en periodos como sigue: menor de 15 minutos, de 15 a 30 minutos, de 30 a 45, de 45 a 60 minutos e incompleta en 60 minutos.

ENFRIAMIENTO Y FILTRACION.- Como ya se indicó al tratar de la Determinación de Extracto en la Malta.

DETERMINACION DE LA DENSIDAD.- Como se indicó en el método para la Determinación de Extracto en la Malta.

DETERMINACION DE EXTRACTO.- Para la determinación del extracto se consultarán las tablas Plato a 20°C/20°C en el aire.

Calcúlese el rendimiento por la siguiente fórmula:

$$\text{Extracto Total } \frac{P(800+M \text{ en } 60 \text{ g.de malta} + M \text{ en } 40 \text{ g.muestra})}{100 - F}$$

de donde Extracto Total = Extracto en 100 grs. de porción mezclada.

P = gramos de extracto en 100 grs. de mosto (Plato).

M = Humedad.

$$\text{Extracto en muestra} = \frac{\text{Extracto total} - \text{Extracto en } 60 \text{ g.malta)}{100 - 40}$$

El valor Plato y el correspondiente extracto total de la primera fórmula debe leerse de la tablas publicadas por la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros.

Ejemplo:

Humedad de Malta	5.0	%
Humedad de Muestra	10.0	%
Humedad en 60 g. de malta	3.0	%
Humedad en 40 g. de muestra	4.0	%
Humedad de la porción mezclada de 60 g. de malta mas 40 g. de muestra	7.0	%
Peso específico de mosto mezclado a 20°C/20°C en el aire	1.03400	

Extracto Total en 100 g. de porción mezclada (tablas pág.39)

$$= 75.3 \%$$

Extracto en Malta ----- 70.7 %

Extracto en 60 g,de malta 42.4 %

EXTRACTO EN LA MUESTRA (BASE HUMEDA):

$$\frac{(75.3 - 42.4) \times 100}{40} = 82.3 \%$$

EXTRACTO EN LA MUESTRA (BASE SECA) :

$$\frac{(82.3 \times 100)}{100 - 10} = 91.4 \%$$

### CAPITULO III

#### TECNOLOGIA DEL PROCESO.

A fin de obtener un producto de características y condiciones deseadas es necesario que cada etapa de la fabricación de la cerveza sea controlada debidamente de acuerdo con la tecnología seguida.

Las fases más importantes de la fabricación son las siguientes:

ELABORACION DEL MOSTO.

TRANSFORMACION DEL MOSTO EN CERVEZA.

ENVASADO DE LA CERVEZA.

Voy a citar las operaciones más importantes que intervienen en cada una de estas fases.

ELABORACION DEL MOSTO.- Su principales operaciones son:

- 1.- Limpieza, pesada y molienda de la malta.
- 2.- Pesada y molienda (cuando necesaria) de los adjuntos.
- 3.- Maceración de la malta y tratamiento de los adjuntos.
- 4.- Separación de la materia soluble (mosto) del residuo insoluble. (bagazo)
- 5.- Hervido del mosto con lúpulo.
- 6.- Separación del lúpulo agotado del mosto.
- 7.- Enfriamiento del mosto.

Con la limpieza de la malta se lleva a cabo la primera operación del proceso de fabricación de la cerveza. Es importante eliminarle todas las partículas extrañas que trae consigo (piedrecillas, clavos, hilos, etc.) para evitar perjuicios a los molinos y más aún las subsecuentes fases del proceso. El empleo de sarandas y separadores de polvo evita muchos trastornos durante la molienda.

La malta limpia pasa a las básculas automáticas donde se pesan las cantidades necesarias para la elaboración del tipo de cerveza deseado. Posteriormente se procede a efectuar su adecuada molienda con lo cual se provoca el primer cambio que sufre esta materia prima en su constitución, transformándola en una mezcla de harina más o menos ténue y cascarilla. La operación tiene por objeto esencial hacer que todas las partes del grano presenten una mayor superficie de contacto -

para que el agua durante la maceración solubilice las substancias que constituirán el mosto.

Una harina lo mas fina posible y una cascarilla lo menos alterada - que se pueda deberá tratarse de obtener durante la molienda, porque -- entre más fina sea, la harina mayor superficie de contacto presentará y su ataque será más sencillo y eficiente.

La cubierta del grano que forma la cascarilla debe protegerse durante la molienda permitiendo que dé salida al endospermo sin que se -- fracciones considerablemente, porque al finalizar la maceración la -- cascarilla y el material no solubilizado forman la masa filtrante.

La finura a la que se haya llevado la malta en la molienda influye mucho y directamente en el proceso de maceración, y consecuentemente - afecta al rendimiento logrado y a la composición del mosto.

2.-Molienda de Adjuntos.-Esta operación se lleva a cabo únicamente -- cuando se emplea arroz como adjunto observándose los mismos cuidados de limpieza que en la molienda de la malta. La finura a que se reduce el arroz debe ser lo más fina posible para facilitar la hidrólisis y obtener un mejor rendimiento.

Cuando se emplean adjuntos previamente tratados no es necesario -- efectuar la molienda porque vienen en condición de usarlos directamente bien sea en la maceración durante la fase de la conversión o directamente al mosto en la olla de cocimientos.

3.-Maceración de la malta y tratamiento de adjuntos.-La hidrólisis de los materiales aprovechables se acelera eficientemente con la actuación de los enzimas que poseen las maltas y que durante la maceración transforma principalmente los almidones y las proteínas complejas en substancias más simples que al final van a dar el producto denominado mosto dulce.

El mosto dulce contiene: dextrinas, maltosa, otros azúcares, productos de degradación proteica y otras substancias disueltas directamente - sin hidrólisis previa como son: los taninos, substancias colorantes, minerales, etc.

La acción de los enzimas depende de las condiciones en que se encuentre la maceración.

Los factores que más influyen en la demolición de los constituyentes de la materia prima empleada son:

TIEMPO.-La duración ó tiempo de la maceración tiene influencia porque controla la proporción en la cual los enzimas solubilizarán y degradarán los substratos y los productos que de ellos van derivando.

TEMPERATURA.-Este factor tiene mucha influencia en la maceración -- pues controla la actividad enzimática. Pues así como puede suceder -- que al elevar la temperatura aumente la actividad del enzimo, debido a que la velocidad de reacción aumenta al elevarse la temperatura, -- también lo puede acercar a su destrucción.



pH.- El pH de la maceración también desempeña un rol importante -- desde el momento que cada enzimo tiene su pH óptimo.

Según Hopkins y Krause(2) cuando el pH se ajusta convenientemente la cantidad de extracto aumenta facilitándose además la filtración -- y la clarificación. El rendimiento de extracto en una maceración es -- máximo a un pH de cerca de 5 a 5.2

CONCENTRACION DEL ENZIMO.-La concentración del enzimo tiene influencia en la maceración puesto que la velocidad de sacarificación varía directamente con la concentración.(20)

La condición física de los materiales de elaboración también influye en la maceración.

Schreck considera que durante la maceración ocurren tres fases de acción proteolítica.

La primera, incluye el cambio de proteínas insolubles en solubles -- lo que dá como resultado un aumento del total de proteínas disueltas en el mosto.

La segunda, incluye la división de proteínas más complejas en otras más simples conocidas como albumosas, peptonas y polipéptidos.

Por último, la división del grupo coloidal en proteínas más simples conocidas como péptidos y amino-ácidos.

De estas tres fases se tiene como consecuencia lo siguiente: En la primera, una pequeña fracción de esas proteínas disueltas son eliminadas posteriormente por medio de la coagulación durante el hervor del mosto en la olla de cocimientos, quedando el resto en solución y se designa como Nitrógeno Permanentemente Soluble.(17)

En la segunda fase se tienen partículas de naturaleza coloidal que contribuyen en forma importante al mejor sabor y estabilidad de la -- cerveza, debiendo llevarse esta acción en la forma más completa posible para lograr la eliminación de las proteínas originales complejas de otro modo sus grandes moléculas provocan molestas turbideces. El -- enzimo que actúa en esta fase es la proteinasa y su temperatura óptima se encuentra entre los 50°C y 60°C.(17)

En la tercera fase se tiene la fracción de nitrógeno asimilable -- por las levaduras y sirve como alimento para la propagación de los -- nuevos cultivos de levadura durante la fermentación.

Según A.G.Schreck, Decano del Instituto Siebel de Tecnología de Chicago, por experiencias que realizó (17) (abril de 1944) estableció límites de temperaturas para el proceso adecuado de maltas americanas.

Mencionaré estos límites de temperaturas que son típicas en los métodos americanos de maceración.

1.- "Reposo Acido Láctico", - Aproximadamente a 35°C, duración de 30 á -- 60 minutos: a este límite la acidificación de la maceración es pro--

movida en una proporción moderada. La inclusión de este límite aumenta el tiempo de maceración total y tiende por lo tanto a mejorar levemente el rendimiento mediante una intensificación del proceso.

2.- "Reposo de Proteínas".- A 45°C duración de 30 a 60 minutos. En este límite la acción enzimática es muy activa tendiendo en lo particular a la formación de compuestos amino-ácidos. Las amilasas (especialmente la beta-amilasa) son un tanto más activas, teniendo lugar una moderada formación de maltosa. También se produce una ligera acidificación y formación de amortiguantes.

3.- "Reposo Azúcar".- A 56.20°C, duración de 5 a 30 minutos, la beta-amilasa es muy activa durante este límite, tendiendo a una pronunciada formación de maltosa. La alfa-amilasa es menos activa; también la proteínasa es activa a esta temperatura, produciendo principalmente compuestos del tipo peptona, mientras que es grandemente reducida la formación de amino-ácidos. Cuando se desean cervezas de restringido contenido alcohólico esta escala de temperaturas debe ser pasada por alto lo más pronto posible.

4.- "Temperatura Dextrinizadora".- A 65.5°- 70.20°C, duración de 15 a 45 minutos. El enzimo más activo en este límite es la alfa-amilasa que produce dextrinas, la producción de maltosa es grandemente reducida. La proteínasa es un tanto activa, formando principalmente peptonas y muy pocos amino-ácidos.

5.- "Conversión".- A 70°C, duración de 10 a 20 minutos, dependiendo de la malta y del proceso de maceración previo; la alfa-amilasa es altamente activa a este límite, el cual es óptimo para una rápida y completa conversión.

6.- "Temperatura de maceración completa".- De 75° a 80°C, duración de 5 a 10 minutos, el propósito de este límite de temperatura es el de inactivar enzimos, de manera que sólo los muy estables al calor pueden mostrar cierta actividad a esta temperatura. En esta forma todavía se mantiene cierta actividad entre los enzimos licuefactores del almidón, las amilo-fosfatasa y en menor grado por las alfa-amilasas, todos los otros enzimos están inactivos.

De lo anterior surge en forma aparente que aún cuando los enzimos específicos poseen escalas características de temperaturas óptimas, continúan siendo activos en escalas mucho más amplias de temperaturas aun cuando se nota una gran variación en las proporciones de rapidez y que muchos enzimos actúan en forma simultánea durante todo el proceso de maceración.

A. G. Schreck estableció mediante gráficos, las partes relativas de actividad de los enzimos diastásicos y proteolíticos en la maceración cervecera práctica, los cuales se insertan más adelante.

Las escalas de temperaturas óptimas pueden variar en forma considerable de las que se consignan, dependiendo todo del carácter de la malta empleada, de la finura de la molienda, de la agitación, de la concentración de la maceración, de la naturaleza del equipo, etc.

El proceso de la maceración en la elaboración del mosto se puede --

efectuar por cualquiera de los siguientes métodos:

El Método de Infusión, que se emplea en Inglaterra.

El Método de Decocción practicado en la Europa Continental.

El Método de Doble Maceración o Mixto que es una modificación del sistema de Infusión.

Este último método es típico por el empleo de arroz o granulado de maíz y maltas de alto poder diastásico hechas de cebadas de seis c---rreas.

En la elaboración de cerveza s en nuestro País se empleen en algunas fábricas el método de Decocción y en otras el de Doble Maceración.

En el presente trabajo me referiré únicamente a este último ya que mis prácticas en la planta y en el laboratorio las llevé a cabo en una fábrica que emplea dicho método.

Las principales fases de este proceso de Maceración son:

Maceración Principal.

Cocimiento de adjuntos y

Combinación de las maceraciones.

El proceso de maceración de este método queda ilustrado en el diagrama adjunto y su tecnología es la siguiente: (2)(Pág.589).

**MACERACION PRINCIPAL.**.- La malta molida debe ser macerada con una parte del agua de maceración antes o mientras está entrando al tanque de maceración para evitar pérdidas debidas al polvo, facilitándose así mismo una completa homogeneización.

La maceración es agitada inicialmente en el macerador de 15 a 30 minutos para conducir la parte soluble de la malta a la solución, exponiendo a la acción de los enzimos la parte más dura y más compleja.

Entonces el macerado permanece en reposo a 35 o 45°C. Este periodo es indistintamente llamado "Reposo de Feptonización" ó "Reposo Acido Lactico". Durante este periodo se aumenta ligeramente la acidez debido a la acción de las bacterias lácticas, pero el aumento principal es debido a la acción del enzimo fitasa.

La acción de los enzimos proteolíticos a 35°C es mas bien baja, pero mas marcada a 45°C. Debe intervenirse muy cuidadosamente en este punto a fin de ablandar maltas pobremente modificadas pues de otra manera se origina un mosto que filtra lentamente y de composición defectuosa.

Después de terminarse el reposo de peptonización, se continúa con el proceso de maceración principal de acuerdo a la tecnología seguida hasta alcanzar la temperatura de 67.5°C. Durante esta temperatura se inicia la adición de los adjuntos que por separado se han tratado.

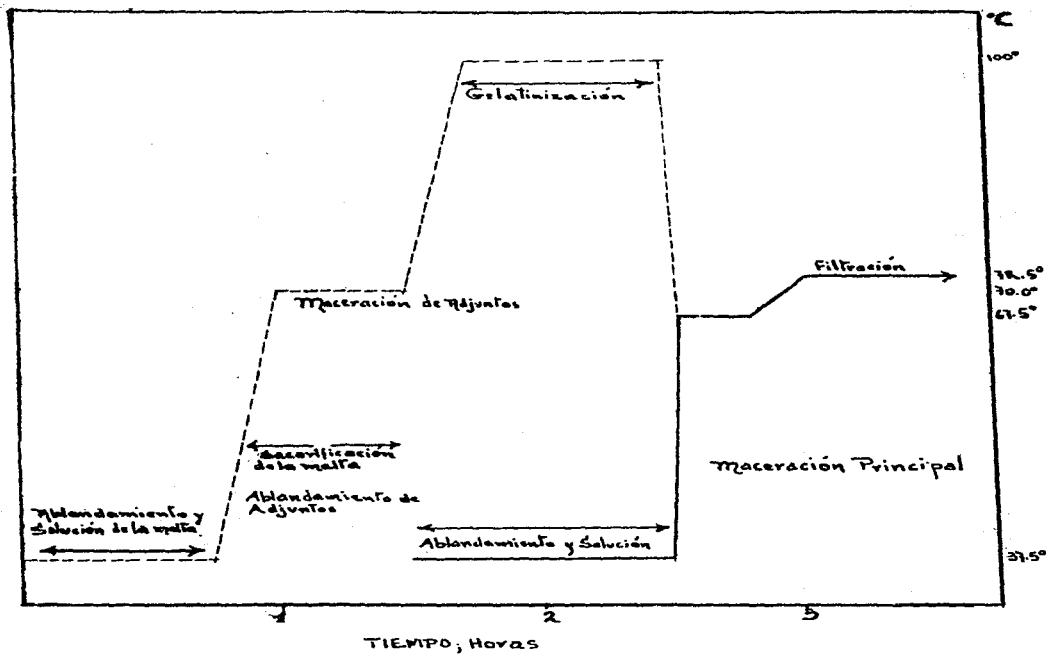


DIAGRAMA DE LA DOBLE MACERACION  
(SISTEMA AMERICANO)

COCIMIENTO DE ADJUNTOS Y MACERACIONES COMBINADAS.-- Como el almidón de los cereales no tratados es más duro que el de la malta requiere una cocción junto con malta a una alta presión para ablandarlo. Generalmente la porción de malta se mezcla con agua y luego se van adicionando los cereales. Una media hora después de macerar de 37.5° a 50°C se eleva lentamente la temperatura hasta 70° y 75°C y se deja a esa temperatura 30 minutos. En seguida la temperatura se eleva rápidamente hasta la ebullición. Después que los cereales se han gelatinizado bien, la cocción termina y esa masa se adiciona al macerado de la malta principal. El tiempo empleado en adicionar la masa cocida a la masa principal influirá en el grado de fermentabilidad del mosto.

Una adición rápida (10 minutos) aumentará el contenido de dextrinas mientras que una adición lenta (de 20 a 30 minutos) aumentará el azúcar fermentescible.

Mientras que la temperatura de conversión más común es de 67.5°C, -- las temperaturas más bajas se usan para producir mostos con alto contenido de azúcares fermentescibles.

Una temperatura de conversión de más de 72.5°C produce un mosto -- con bajo contenido en azúcares fermentescibles y con alto contenido de dextrinas.

La velocidad de conversión tiene en la práctica un valor máximo -- entre 69 y 70°C.

Después de la conversión de las maceraciones combinadas se eleva -- la temperatura de 72.5° a 75°C con objeto de impedir fuertes cambios por los enzimos posteriormente. El tiempo total consumido por este -- proceso de la maceración puede ser de 2 1/2 a 3 1/2 horas.

FILTRACIÓN DEL MOSTO.-- La filtración del mosto se lleva a cabo en -- el mismo macerador que tiene un falso fondo construido por una serie de placas de bronce en forma de V con pequeñas ranuras y que se -- coloca a una o dos pulgadas del fondo real. El fondo real del tanque -- tiene unas perforaciones bien distribuidas y a las que están conec-- tadas unos tubos que conducen el mosto a la artesa para el control -- de la operación del filtrado. (Lauter Tub)

Antes de llevarse a cabo la filtración es necesario limpiar estos -- conductos por medio de agua caliente (77.5°C) porque fácilmente se -- tapan con residuos de bagazo que impiden realizar una buena filtra-- ción. Posteriormente a esto, el primer mosto debe bombearse nuevamente al macerador hasta asegurarse que la filtración es normal.

La presencia de un material pastoso abajo del colchón del bagazo -- es también lo que origina una lenta filtración y para mejorar la ope-- ración de filtrado, esta capa gomosa puede rasgarse o removerse por -- la acción de las cuchillas y paletas del batidor, removiendo comple-- tamente todo el bagazo o bien inyectando agua caliente desde abajo -- o mediante la combinación de estos dos medios.

La velocidad del batidor al iniciarse la filtración debe ser len-- ta.

El lavado del bagazo de la malta con el agua caliente se lleva a --

**ACTIVIDADES RELATIVAS DE LOS ENZIMOS DIASTASICOS Y  
PROTEOLITICOS EN LA MACERACION CERVECERA PRACTICA. (17) Abril de 1946.**

TEMPERATURA EN °C.

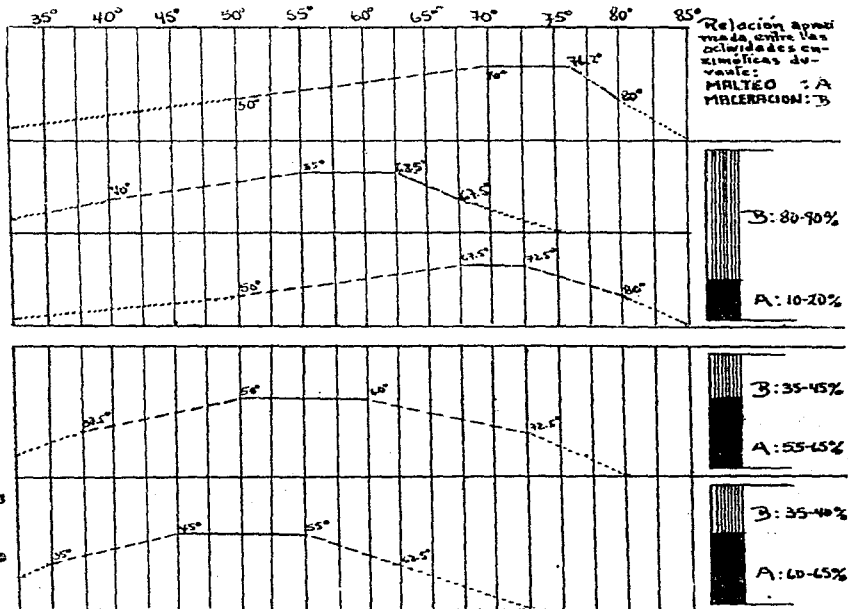
Licuefacción de  
almidón por la  
amilofosfatasa ó  
por la alfa-amilasa.  
pH al rededor de 5.5

Formación de azúcares  
principalmente por la  
beta-amilasa.  
pH: 4.7-5.3

Formación de Dextrinas  
principalmente -  
por la alfa-amilasa.  
pH al rededor de 5.7

Formación de proteí-  
nas de peso molecular  
elevado y de N.P.S.-  
Principalmente por -  
proteinasas de la mal-  
ta.  
pH: 4.3-5.0

Formación de proteínas  
(amino-ácidos, etc) -  
principalmente por la  
actividad peptidasa de  
las proteinasas.  
pH: 4.3-5.0

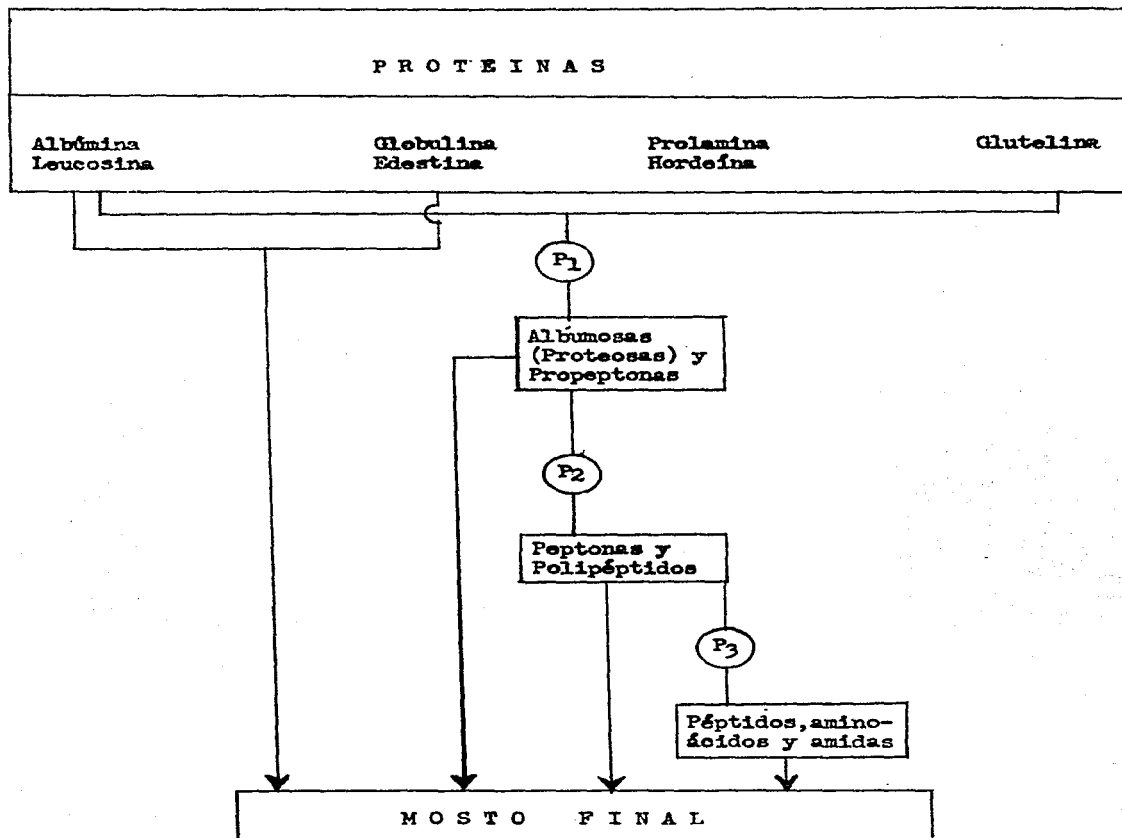


Escala de Temperaturas para proporciones óptimas de actividad: \_\_\_\_\_

Escala de Temperaturas para proporciones de actividad inferior  
al óptimo, pero aún de actividad práctica: - - - - -

Escala de Temperaturas en la cual la proporción de actividad  
es prácticamente de pequeña o de ninguna consecuencia: - - - - -

DEGRADACION DE LAS PROTEINAS DE LA MALTA DE CEBADA DURANTE  
LA MACERACION. (15) (27-1031.-1935)

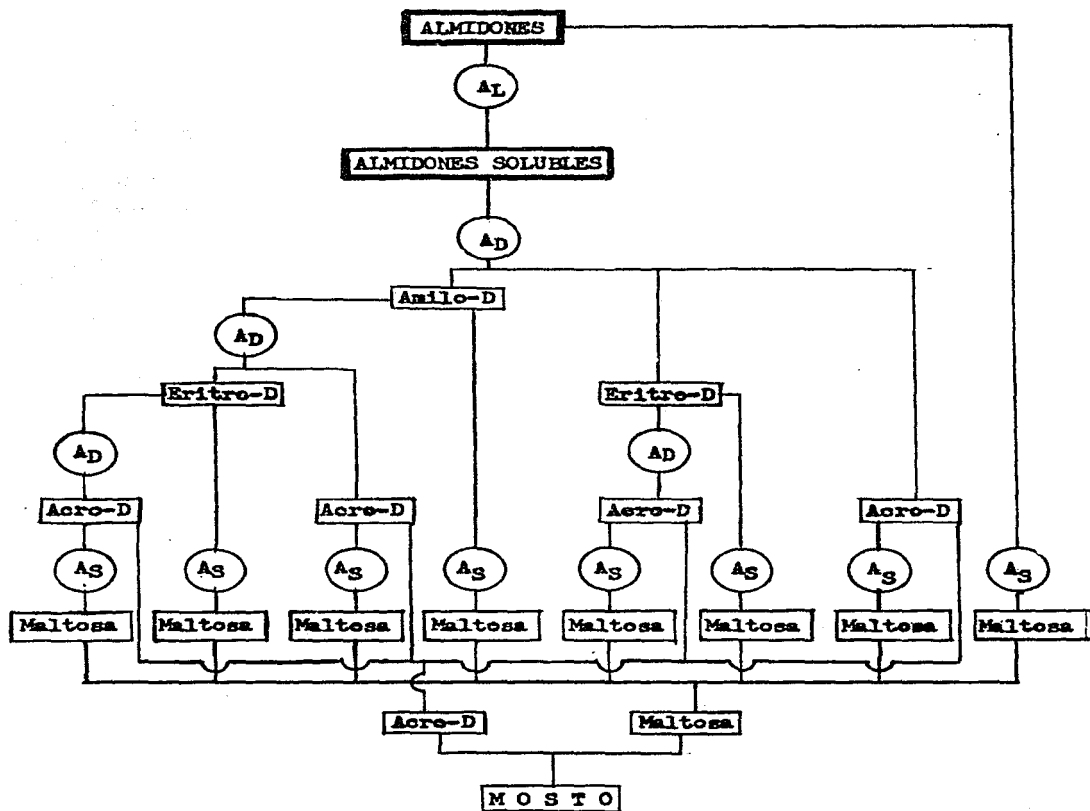


ENZIMOS PROTEOLITICOS:

P<sub>1</sub> = Proteinasas

P<sub>2</sub> = Peptidasas

P<sub>3</sub> = Peptidasas



**ENZIMOS AMILOLITICOS:**

**AL** = Amilasa Licuefaciente

**AD** = Amilasa Dextrinizante

**AS** = Amilasa Sacarificante



cabo en forma de lluvia empleando para ello la llamada cruz Escocesa que consiste de unos tubos en forma de cruz, colocada en la parte superior del macerador y en posición horizontal. Los brazos de la cruz se encuentran cerrados en sus extremos y con unas perforaciones laterales a lo largo de cada brazo, de tal manera que el agua al salir por los agujeros le comunica al sistema un movimiento de rotación que permite hacer un lavado uniforme.

El bagazo de la malta contribuye también en gran parte a la filtración del mosto, pues durante la última parte de la maceración este se asienta en el falso fondo y el mosto al fluir a través de la capa de bagazo se filtra.

El mosto filtrado debe ser claro y brillante, debiendo transcurrir la filtración del primer mosto de 1 1/2 á 2 horas cuando se opera en condiciones normales.

En seguida el bagazo se lava con agua caliente de una temperatura de 77.5°C que es la más conveniente para extraer el extracto soluble residual y así lavado este bagazo, las aguas residuales no deberán contener más de 0.7° Balling (Plato).

HERVIDO Y LUFULIZACION DEL MOSTO.--El hervido del mosto tiene también mucha importancia en la elaboración de la cerveza, debiendo controlarse esta fase de una manera adecuada, pues de las condiciones de como se lleve a cabo influye en la estabilidad, el sabor, y principalmente en la composición química del producto.

El hervido del mosto tiene por objeto lo siguiente:

- 1.-La evaporación del exceso de agua.
- 2.-La destrucción de los enzimos.
- 3.-Esterilización del mosto.
- 4.-Extracción del sabor y sustancias preservativas del lúpulo.
- 5.-Coagulación de proteínas.
- 6.-Promover reacciones entre proteínas y sustancias extractivas del lúpulo.
- 7.-Terminación de reacciones con los minerales del substrato.
- 8.-Caramelización de los azúcares en mostos oscuros.
- 9.-Cocimiento de los sólidos no fermentables para aumentar su digestibilidad.

Las caramelizaciones, las transformaciones de materias nitrogenadas y los cambios de los principios amargos del lúpulo se deben fundamentalmente a fenómenos químicos que se producen durante el hervido del mosto. Ocurren también fenómenos físico-químicos, como la grumificación que es muy importante controlar.

En la práctica se estima como satisfactoria una cocción cuando aparece el fenómeno de la grumificación y en la que interviene también la naturaleza de las materias albuminoides de la malta, pues algunas de estas materias coagulan más fácilmente que otras y tienen como -- cualidad especial la de unirse en copos voluminosos.

Cuando el mosto contiene fuertes cantidades de materias coagulables su clarificación se efectúa más rápidamente porque los copos que se forman se aglutinan fácilmente los unos a los otros y atraen las partículas más finas que se encuentran cercanas.

La floculación de los albuminoides depende entre otros factores del pH del mosto, por consiguiente para que haya una buena grumificación es indispensable también que exista en el mosto un pH óptimo.

En la elaboración de cervezas oscuras, una franca ebullición del -- mosto en la olla de cocimientos favorece en parte la caramelización -- y al mismo tiempo se origina una violenta agitación que ayuda a la -- floculación.

Prosiguiendo con el proceso tenemos, que cuando la olla de cocimientos se ha llenado con el primer mosto y con el del lavado de bagazo -- el hervido se continúa determinado tiempo antes de empezar a adicio-- nar el lúpulo.

La adición del lúpulo al mosto se lleva a cabo en tres fases, durante las cuales se mantiene el mosto en ebullición y aún después de la última adición con el objeto de estabilizar al máximo las materias -- nitrogenadas del lúpulo.

Cuando la operación de hervido se termina, el bagazo del lúpulo se separa mediante un tanque con falso fondo de placas perforadas con -- ranuras. En esta operación, la mayor parte del lodo que forma el coagulo del mosto caliente se va con el mosto al tanque de reposo. En caso de que se desee eliminar la mayor parte del lodo antes del enfriamiento, el bagazo del lúpulo se deja reposar en el tanque de falso fondo -- permitiendo así que el mosto se filtre a través del bagazo que sirve de material filtrante.

La extracción de los componentes del lúpulo será diferente de acuerdo con el sistema seguido. Los lúpulos agotados generalmente se la -- van con agua caliente con objeto de reducir el extracto retenido.

Generalmente se emplean dos tipos de separadores de bagazo de lúpulo. El primero corresponde al de tipo Hop Jack que está equipado -- con un falso fondo de bronce, con rociador de agua, puerta de hombre -- o tortuga y una purga de aire. Los lúpulos permanecen asentados en el falso fondo y el mosto claro se retira de la cámara inferior del tanque.

Otro tipo de separador de bagazo de lúpulo es el cilíndrico horizontal que tiene en su interior un tambor concéntrico perforado. Con este tipo de separador de bagazo la filtración es más rápida, pues -- cuando el mosto ha llegado a un nivel determinado se puede iniciar -- la filtración hasta terminar el contenido de la olla de cocimientos. En esta operación el mosto filtrado se bombea al tanque de mosto ca--

liente a medida que se está filtrando.

Después de lavar con agua caliente los bagazos de lúpulo, se sacan - mecánicamente ó a mano y se desechan. Las aguas residuales del lavado del bagazo de lúpulo, no deben tener más de 3°Balling. (Plato).

En la fase final de la maceración y cocción la cantidad de extracto en el mosto se controla por medio del sacarimetro de Balling, que dado su fácil empleo se usa frecuentemente en la Industria Cervecera. El sacarimetro de Balling nos dá por simple lectura la cantidad de extracto por peso en el mosto referido a 100 partes, sólo que es necesario hacer las correcciones por variación de temperatura para que la lectura sea correcta.

ENFRIAMIENTO DEL MOSTO.- Después de que el mosto lupulado ha permanecido en el tanque de reposo por un determinado tiempo para favorecer la sedimentación del flóculo, se procede a enfriarlo utilizando -- para ello los enfriadores de cortina tipo Baudelot.

En este enfriamiento se termina la floculación de los albuminoides que no coagularon durante la ebullición pues los compuestos tanino-- proteicos precipitan debido a su menor solubilidad a baja temperatura.

En el enfriamiento juega importante papel la velocidad de enfriado pues a la temperatura de 37,5°C á 50°C se realiza con facilidad la -- fermentación láctica por lo que este peligro se evita enfriando el -- mosto con rapidez, de manera que se alcance la temperatura deseada en fermentación lo más pronto posible.

La refrigeración del mosto no es el único efecto que se trata de -- producir por el paso de los enfriadores, sino que es necesario reali-- zar una aeración que aumenta consecuentemente su potencial de oxida-- ción o rH, para que las levaduras tengan una fermentación normal.

Los enfriadores debe encontrarse en locales debidamente orientados a efecto de prevenir cualquier infección debida a corrientes de aire que contengan polvo. Por esta razón la descarga de la malta a silos -- debe estar también convenientemente orientada.

TRANSFORMACION DEL MOSTO EN CERVEZA.- El agente causal de la trans-- formación del mosto en cerveza, son la levaduras.

La levadura de cerveza es un organismo unicelular que pertenece al grupo de los Saccharomicetos (Saccharomyces Cereviseae) y que es seleccionada especialmente para fines cervecedores.

La célula de la levadura consta de pared celular y contenido celular

La pared celular está compuesta de hemicelulosa y rodea el conteni-- do celular en forma de una membrana delgada como piel que es semi-per-- meable. El contenido celular consta de protoplasma o citoplasma y el -- núcleo. El citoplasma es una substancia homogénea e incolora que llena -- uniformemente a las células jóvenes.

Con la edad progresiva el citoplasma se vuelve burbujeante y poste-- riormente hay separación de substancias sólidas y líquidas que forman

vacuolas y que llevan la secreción del citoplasma; más tarde, el citoplasma aparece granulado. En células más viejas una reacción química cambia al plasma en grasa, apareciendo como corpúsculos redondos de diferente tamaño. Esta grasa actúa como una substancia de reserva, manteniendo la célula viva durante las condiciones desfavorables.

Mientras que las células vivas están llenas completamente, las células muertas contienen el plasma contraído, separado de la pared celular. Las células vivas tienen el poder de reducir ciertos colorantes orgánicos volviéndolos incoloros, mientras que las células muertas no teniendo este poder se tiñen por la solución colorante. Este tipo de colorantes que no destruyen la célula se llaman colorantes vitales, como el azul de metileno.

El núcleo, que es parte de cualquier célula, es tan importante como el citoplasma, especialmente cuando interviene en la propagación de la célula. Las levaduras se multiplican por gemación, es decir por la formación de una nueva célula que incluye una división del núcleo y material citoplásmico. Tan pronto como la célula hija se desarrolla se separa de la célula madre y empieza a propagarse. Si la célula hija no se separa de la célula madre forma colonias o grupos de células interconectadas actuando cada una de ellas independientemente. El tiempo requerido para que una célula alcance el tamaño de la célula madre, depende generalmente de la raza de la levadura, del alimento y de la temperatura, siendo un buen promedio un tiempo de 2 a 6 horas. La propagación no tiene lugar a temperaturas menores de 0°C o arriba de 46°C.

La levadura de cerveza se puede considerar como degenerada cuando ha perdido sus cualidades originales. Presenta signos de degeneración cuando la fermentación es anormal, no se reproduce convenientemente y no floccula bien, sedimentándose muy lentamente, siendo la masa depositada en el fondo del tanque, no compacta. El peor signo visible de degeneración es cuando la levadura empieza a flotar en la cerveza. La levadura degenerada no imparte un aroma delicado, como lo tiene la levadura normal. Hay varias causas que pueden deteriorar la levadura, siendo algunas de ellas las siguientes:

- 1.- Agua muy blanda.
- 2.- Un excesivo contenido de fierro.
- 3.- Mosto hecho de malta pobremente transformada.
- 4.- Mosto que tiene almidón.
- 5.- Exceso o defecto de nitrógeno solubilizado en el mosto.
- 6.- Mosto de bajo grado Balling.
- 7.- Uso de lúpulos muy viejos.
- 8.- Efecto tóxico de ciertos cereales no malteados.
- 9.- Falta de oxígeno en el mosto.
- 10.- Temperaturas muy altas o muy bajas.

El aspecto de las levaduras que se utilizan como siembra en la fermentación del mosto se lleva a cabo en la práctica, utilizando levaduras de una fermentación anterior, empleándose aquellas levaduras que se encuentran en la parte media de la masa de levaduras depositadas en el fondo del tanque de fermentación, pues las que se encuentran en la parte superior de dicha masa contiene resinas de lúpulo y células de levaduras muertas, lo mismo que en la parte inferior donde además se encuentran algunas impurezas mas pesadas que se han ido al fondo del tanque de fermentación.

Para hacer la siembra de levaduras al mosto dulce, una cantidad de 387 gramos del líquido espeso de levadura, normalmente es suficiente para un hectolitro de mosto. Los mostos de bajo peso específico necesitan más levadura, lo mismo que los mostos de alto Balling porque una mayor cantidad de extracto tiene que ser fermentado.

Se pueden prevenir ciertos trastornos durante la fermentación, seleccionando la raza de levadura adecuada, para ello se hace necesario hacer la selección por cualquiera de los métodos conocidos. El de más uso es el de Hansen y su técnica es la siguiente: la muestra original de levadura es normalmente tomada de un tanque de fermentación que presente las características mas convenientes.

Un frote de levadura se hace sobre la cara inferior de un cubre-objetos, marcado con numerosos cuadros y montado sobre una cámara húmeda, se examina al microscopio con un aumento como de 100 diámetros y la posición de varias células bien aisladas se anota en un esquema. Después de una incubación de 24 horas a 20°C las células han empezado a formar colonias que son visibles a simple vista después de otras 24 horas. Cualquiera que esté suficientemente aislada y se sepa por el primer exámen que se desarrolló de una sola célula, puede tomarse con el alambre de platino y pasarse a un frasco que tenga 25 cc. de mosto lupulado y estéril. Este frasco se incuba durante 24 horas a 27.5°C.

Tres o cuatro matraces de 250 cc. pueden sembrarse de esta levadura y cada uno de este segundo cultivo puede servir para sembrar tres o cuatro matraces de 2 litros, de este cultivo se puede partir para sembrar garrafones de vidrio o recipientes de caero de 10 á 20 litros y contruidos como el frasco Pasteur. Estos recipientes pueden dar de 250 a 300 gramos de levaduras en condiciones asépticas hasta que se obtenga suficiente pie de levadura espesa. Hasta este paso terminan los cultivos de laboratorio.

Hay varios tipos de aparatos para desarrollar los cultivos de levaduras en condiciones asépticas hasta que se obtenga suficiente pie de levaduras para sembrar un cocimiento o parte de él.

Estos aparatos constan esencialmente de un esterilizador de mosto con uno o varios propagadores dotados de control de temperatura y casi todos son tipos derivados del fabricado por Hansen en 1883.

Los constituyentes químicos de la célula de levadura son: Proteínas (Volutina), Glicógeno, substancia minerales, enzimos y vitaminas.

La volutina es una núcleo proteína visible en la forma de pequeños

cuerpos brillantes dentro de las vacuolas y plasma celular.

El Glicógeno es una substancia parecida al almidón y constituye el material de reserva de las células.

Los enzimos de la célula de levadura están agrupados en el complejo zimasa y son responsables de la demolición de los azúcares y los cambios que ocurren durante la fermentación. Son substancias orgánicas -- complejas que catalizan las reacciones específicas independientemente del proceso vital. Ellas trabajan únicamente sobre substancias de cierta composición química, por ejemplo, el enzimo invertasa hidroliza -- la sacarosa a dextrosa y la zimasa transforma los azúcares en alcohol y CO<sub>2</sub>.

Las vitaminas contenidas en la levadura cervecera se encuentran en mayor abundancia que en otras muchas células, siendo especialmente el complejo de la vitamina B lo que constituye la mayoría de las vitaminas.

La levadura cervecera es reconocida como la más potente fuente natural del grupo complejo de las vitaminas B, así como también de provitamina D y de otras valiosas substancias, que representan distintas -- actividades en la nutrición y terapéutica. Entre los principales componentes de la vitamina B tenemos: (4) (17)

Vitamina B<sub>1</sub>.--Conocida también bajo la denominación química de cloruro de tiamina, es necesaria para mantener la normal movilidad de la región intestinal. Es conocida como la vitamina anti-neurítica debido a que esta relacionada con el normal funcionamiento del tejido nervioso, promoviendo además el crecimiento.

Vitamina B<sub>2</sub>.-- Conocida también como Rivoftabina, ayuda a la vitamina B<sub>1</sub> en la utilización apropiada de los carbohidratos y en el correcto funcionamiento del aparato digestivo. Reconocida como importante para la epidermis, para los ojos y esencial para el aprovechamiento de las proteínas de los alimentos, ayudando también al crecimiento.

Estas son las principales vitaminas del complejo B.

Acido Nicotínico.--Valioso preventivo de la pelagra.

Provitamina D.--La levadura cervecera también contiene cantidades de provitaminas D, conocida también como Ergosterol. Este Ergosterol activo es llamado también Calciferol, que es la vitamina anti-raquítica.

Además de la aplicación que se puede dar a la levadura cervecera -- sobrante como factor en la nutrición y terapéutica, tiene otras muchas aplicaciones, anotándose en el cuadro siguiente, los numerosos y variados productos empleando como materia prima la levadura cervecera.

APROVECHAMIENTO DEL SOBRANTE DE LEVADURA CERVECERA.

↓  
Cribado  
↓

↓  
Secado  
↓



ras una tupida espuma blanca aparece en la superficie. Más tarde, cerca de unas 24 a 26 horas la espuma se hace más compacta y comienza a "flo rear" como se dice en términos cerveceros. Esta fase depende de la temperatura a la cual se recibe el mosto durante la siembra con levaduras. Esta etapa de la "floración" se considera como la primera de las cuatro de que consta la fermentación y es la más conveniente para usar el mosto en fermentación como Kräusen.

Segunda Etapa.-Es la llamada "Baja o Kräusen Joven", la espuma empieza a elevarse, creciendo y formando un banco de espuma baja, entrelazándose cada rizo unos a otros. En conjunto semejan una cabeza de coliflor. La espuma café que se encontraba dispersada en la primera fase, comienza a replegarse al centro debiendo retirarse con una espumadera. La producción de CO<sub>2</sub> ya es muy fuerte.

Tercera Etapa.-Esta fase se llama "Alto Kräusen" porque todavía -- la espuma entrelazada se eleva más y se rompe en islotes con un color cremoso y motas café. Las formaciones oscuras y pesadas deben espumarse. La producción de CO<sub>2</sub> es máxima. La formación de "Alto Kräusen" pálido y denso es deseable porque indica una fermentación saludable. En esta fase se tiene una producción máxima de calor, pues la temperatura ha subido unos 3.5°C ó 5°C arriba de la temperatura inicial. Esta se mantiene dos o tres días para bajarse luego gradualmente. La disminución de extracto también es muy rápida porque la levadura trabaja más intensamente. La acidez del mosto aumenta también durante esta fase.

Cuarta Etapa.-Esta fase es de receso o la del rompimiento de la espuma, quedando una capa café y manchada. Normalmente ésta debe espumarse antes de que se vacíe el fermentador. La producción de CO<sub>2</sub> disminuye. El descenso del extracto en las últimas 12 horas apenas baja unas décimas de grado Plato. El mosto en esta fase se considera ya como cerveza tierna. Su aspecto debe ser brillante. Una muestra tomada en un vaso de cristal 24 horas antes de que esta cerveza tierna se baje a reposo o presión, deberá clarificarse asentándose todas las levaduras en suspensión, presentando aspecto brillante y claro como indicio de una buena fermentación.

Varios factores intervienen durante el curso de la fermentación primaria y del cuidado que se tenga en controlarlos depende la calidad del producto. Entre estos factores tenemos los siguientes:

- 1.- Los azúcares fermentescibles del mosto.
- 2.- Los alimentos de las levaduras aprovechables en el mosto.
- 3.- La pureza biológica.
- 4.- La temperatura del enfriado.
- 5.- La aeración del mosto.
- 6.- La cantidad, pureza y características de la levadura.
- 7.- La temperatura de la fermentación.
- 8.- El tiempo que se mantiene la temperatura más alta.



9.-El tipo de los tanques de fermentación.

10.-La temperatura de la sala de fermentación.

La limpieza de este departamento, de los útiles y del equipo empleado en esta parte de la fabricación de cerveza es muy importante y debe tenerse en cuenta como principio básico en la Industria Cervecera.

**FERMENTACION SECUNDARIA.**- El mosto fermentado ó cerveza tierna se trasiega a los tanques de reposo o presión para originar la madurez y refinación del producto antes de que este salga al mercado.

Quando la cerveza tierna se trasiega a los tanques de fermentación secundaria, debe procurarse que las levaduras que se encuentran en el fondo de los tanques de fermentación primaria sean preservada de posibles contaminaciones entre tanto no sean usadas para siembra. Esto se consigue dejando cubierta la masa de levaduras con un poco de mosto o restos de la cerveza que se esta trasegando. Con esto también se evita que pasen levaduras a los tanques de reposo o presión, como sucedería si se trasladara íntegramente todo el mosto fermentado.

La proporción de Kräusen que se adiciona a la cerveza varía de un 12 a 15 %. Un rápido desprendimiento de CO<sub>2</sub> se origina cuando el Kräusen empieza a trabajar desplazando el aire que se encuentra sobre la superficie del líquido, por esta razón no debe cerrarse inmediatamente la cuarterola ó tanque, cuando se ha adicionado el Kräusen. Pasadas -- unas 24 horas se cierra la purga de aire y el tanque se conecta al -- regulador de presión para el control de CO<sub>2</sub>.

El gas disuelto mejora la calidad de la cerveza, ayuda a la producción y retención de la espuma.

A fin de controlar el CO<sub>2</sub> desprendido por la cerveza, los tanques de presión están provistos de válvulas especiales con el objeto de que el CO<sub>2</sub> desalojado en cada tanque pase al sistema de tuberías que se encuentra en cada sala para el control del gas de la cerveza en todos los tanques.

Esta gasificación natural que se lleva a cabo en la elaboración de cerveza, es la más clásica y aceptable, puesto que contribuye a darle un sabor propio y característico que difiere mucho de la cerveza que ha sido gasificada artificialmente.

Otras operaciones que se llevan a cabo en esta etapa de la elaboración de la cerveza son las que se refieren al empleo de colorantes, clarificantes y estabilizadores de cerveza.

Para cubrir la escala de color de los tipos de cerveza conocidos, -- se hace necesario adicionar colorantes adecuados los cuales generalmente están fabricados a base de extractos de malta negra y azúcares caramelizados hasta consistencia de jarabe. Solamente el tipo de cerveza Pilsner no necesita ninguna adición de estos colorantes.

Los clarificantes se emplean mucho en la America del Norte y consisten fundamentalmente de compuestos preparados a base de la vejigas -- natatorias de ciertos peces, principalmente del esturión.

Estos compuestos tienen la propiedad de englobar las partículas en -- suspensión en la Cerveza, llevándolos al fondo del tanque para originar así una clarificación.

Los estabilizadores son sustancias usadas en la Industria Cervecera que desempeñan un importantísimo papel en la calidad del producto embotellado.

Estos compuestos se adicionan durante el trasiego de la cerveza tibia a la fermentación secundaria. La proporción empleada por hectolitro de cerveza es variable, dependiendo además del tipo de estabilizador -- empleado.

La temperatura de las salas durante el reposo de la cerveza deberá ser de 0° a 1°C para lograr una buena clarificación, maduración y estabilidad de la cerveza.

Al llevar a cabo estas manipulaciones en la fermentación secundaria se consigue que la cerveza pueda resistir cuando salga al mercado las bajas temperaturas a que se somete cuando se desea refrigerada.

Los factores que influyen considerablemente para que la cerveza pueda resistir esta prueba al frío son los siguientes:

- 1.-Uso de maltas bien modificadas que tengan un alto poder enzimático.
- 2.-Uso de adjuntos que tengan un bajo contenido de proteínas solubles.
- 3.-Una degradación adecuada de las proteínas durante la maceración.
- 4.-pH propio de macerado y agua de rociado.
- 5.-Una completa conversión.
- 6.-Una cocción bien controlada a fin de originar buena grumificación.
- 7.-Precipitación completa durante el proceso de enfriado del mosto.
- 8.-Una fermentación activa. Temperatura no mayor de 11°C
- 9.-Clarificación completa después de la fermentación.
- 10.-Completo y prolongado enfriamiento de la cerveza en reposo.
- 11.-Adición del material adecuado para la prueba al frío.

FILTRACION DE LA CERVEZA.--Antes de llevar a cabo la filtración de la cerveza, debe enfriarse a una temperatura de -1°C. Para este enfriamiento se utilizan enfriadores de serpiente construidos de tubos de acero de 3 á 4 pulgadas de diámetro, con tubos concéntricos de cobre de 1 1/2 a 2 pulgadas de diámetro. La cerveza corre en el interior y el amoníaco derivado de las compresoras, fluye entre este tubo y el exterior absorbiendo el exceso de calor de la cerveza, enfriándola a la temperatura deseada.

El trasiego de la cerveza de los tanques de presión a la sala de

filtros se lleva a cabo mediante el empleo de aire que se aplica en la parte superior de cada tanque por una de las válvulas que tienen en combinación con las del control de CO<sub>2</sub>

El uso de aire en esta manipulación tiene por objeto principal, evitar que haya formación de espuma y pérdidas de CO<sub>2</sub> por agitación turbulenta, como sucedería si se emplearán directamente las bombas centrífugas. Las bombas centrífugas se emplean en esta fase al iniciarse la filtración a fin de vencer la resistencia que naturalmente oponen los filtros Kiefer que son los que se emplean generalmente.

Los filtros Kiefer tienen la ventaja de ser removibles sus placas de pasta filtrante, pudiéndose lavarse la pasta cada vez que se tapan los filtros para ser empleada nuevamente. Este material filtrante tiene la ventaja de ser fácilmente lavable sin ser atacado por las sustancias que se usan como esterilizantes de la masa.

Realizada la filtración de la cerveza se trasiega a la sala de Gobierno para suministrar la cantidad necesaria para su embarrilamiento o embotellamiento.

**EMBARRILADO DE LA CERVEZA.**.- La limpieza a que deben estar sujetos los barriles, es un factor que interviene también en la conservación del producto que sale al mercado.

Generalmente los barriles empleados son de madera, lavándose previamente a su uso por máquinas adecuadas que deben estar siempre en condiciones de prestar un máximo rendimiento de eficiencia para que el lavado de los barriles vacíos que regresan del mercado sea lo más perfecto posible. Estas máquinas efectúan la limpieza del barril por inyección de chorros de agua en el interior y también en el exterior, empleando en este último caso, cepillos de raíz que tienen las máquinas y que por el movimiento mecánico que le imprime al barril elimina los vestigios de tierra o suciedad que frecuentemente se les adhiere.

Posteriormente al lavado, los barriles deben ser cuidadosamente revisados para eliminar aquellos que presenten grietas en su interior o algunos residuos no eliminados con el lavado.

Así mismo deben eliminarse los barriles que tengan la brea desprendida para ser embreados nuevamente, eliminando la brea que aún tienen por medio de la máquina desbreadadora; entonces el barril limpio pasa a la embreadora para recubrirlo nuevamente con brea mezclada con parafina con el objeto de comunicarle mayor fluidez y hacer más resistente el revestimiento.

Después de haber embreado el barril, se deja enfriar y se le da una enjuagada con agua para ser empleado.

Para embarrilar la cerveza se hace necesario el empleo de una contrapresión que evita la formación de espuma y la pérdida de CO<sub>2</sub>.

**EMBOTELLADO DE LA CERVEZA.**.- El Departamento de embotellar la cerveza comprende las siguientes operaciones:

1.- Recibo de las cajas conteniendo las botellas vacías.

- 2.-Remojo de botellas en solución caliente de sosa a distintas concentraciones y temperaturas.
- 3.-Lavado de las botellas exterior e interiormente con agua fría y limpia.
- 4.-Llenado de las botellas con cerveza y taponamiento.
- 5.-Pasteurización de la cerveza embotellada.
- 6.-Etiquetado
- 7.-Empacado.

La limpieza de los envase se lleva a cabo mediante el empleo de -- aparatos y de soluciones cuyo poder detergente y bactericida sea suficiente para la completa esterilización y limpieza.

La primera operación de esta limpieza comprende la separación de -- las impurezas o suciedades contenidas en el interior de las botellas mediante el empleo de soluciones caústicas.

Las soluciones más frecuentemente empleadas para el lavado de las botellas son generalmente sosa caústica a distintas concentraciones y temperaturas, empleándose también soluciones compuestas de carbonato de sodio, sosa caústica y fosfato trisódico a distintas temperaturas. Cada uno de estos compuestos ejercen eficiencias germicidas distintas de acuerdo a las proporciones de cada una de esas substancias que intervengan.

A fin de asegurar un perfecto lavado en las botellas se hace necesario comprobar el poder caústico de las soluciones de sosa empleadas porque aunque el peso específico de la solución no varíe, su alcalinidad puede ser grandemente reducida y en consecuencia la lectura del hidrómetro es errónea.

La disminución de la alcalinidad de la solución de NaOH para el lavado de botellas es causada por:

- a).-Una disminución de causticidad debida a la acción sobre las etiquetas de las botellas.
- b).-Una disminución de la causticidad particularmente en los dos primeros compartimientos por arrastre normal.
- c).-Una disminución de la causticidad por su acción sobre la goma de las etiquetas.

Por estas causas en el proceso de lavado de botellas empleadas en la fabricación de cerveza, deben controlarse también los siguientes -- factores: (25)

- 1.-Concentración del álcali.
- 2.-Composición del álcali.

3.-Tiempo de contacto entre las botellas y la solución alcalina.

4.-Condición del agua de enjuague.

La siguiente tabla muestra la relación de concentraciones de NaOH -- con el tiempo requerido para matar 99.9 % de un millón de esporas de bacterias.(26)

Concentración de NaOH	Tiempo para matar en minutos.	
	50°C	60°C
1.0 %		46.8
1.5 %		20.4
2.0 %	41.7	11.7
2.5 %	27.6	7.8
3.0 %	19.8	5.7
3.5 %	15.2	4.0
4.0 %	12.4	
4.5 %	10.0	
5.0 %	8.2	

Es evidente que el empleo de la sosa cáustica para el lavado de las botellas reporta una eficiencia germicida más notable, que cualquiera de las otras sustancias también empleadas con tal fin. El poder bactericida de las soluciones cáusticas se aumenta cuando se mezclan NaOH y fosfato trisódico o carbonato de sodio.

La adición de 2 % de carbonato de sodio a una solución de 1 % de NaOH reduce el tiempo para matar ( a 60°C) de 42.5 minutos para la sosa sola a 21.9 minutos para la mezcla. La sosa cáustica es el agente más -- efectivo, no debiendo constituir ésta menos del 60 % de los compuestos alcalinos de lavado, cuando se emplea en una concentración de 3 %.

Se recomienda una concentración no menor de 3 % de sosa, de la cual el 60 % por lo menos debe ser sosa, con un período de contacto mínimo -- de 5 minutos y a la temperatura de 54°C.

La siguiente tabla muestra la relación de temperaturas y tiempo requerido para matar 99.9 % de un millón de esporas de bacteria con soluciones cáusticas al 2 %.(26)

Temperatura de Exposición	Tiempo para matar en minutos.
48.8 °C	48.0
51.6 "	34.8
54.4 "	23.7
57.2 "	16.5
60.0 "	12.0
62.8 "	8.1
65.5 "	5.7
68.4 "	3.9
71.2 "	2.7

Para conocer el porcentaje de sosa cáustica de una solución de lavado, se emplean los hidrómetros del tipo Baumé. La relación del porciento de sosa cáustica a grados Baumé es la siguiente:

Grados Baumé	% de NaOH por peso
1	0.59
2	1.20
3	1.85
4	2.50
5	3.15
6	3.79
7	4.73

La tabla muestra la relación entre lecturas del hidrómetro y el % de NaOH, correspondiendo estos valores a las soluciones de sosa cáustica en agua únicamente.

El agua de enjuague debe ser de buena calidad tal como la que se emplea en la elaboración. Debe estar libre de bacterias y encontrarse dentro de los límites del agua para beber. Si el agua de enjuague contiene microorganismos vivientes, las botellas pueden contaminarse y ser impropias para usos cerveceros.

Otra dificultad que puede originarse es la opacidad de las botellas debido a la presencia de magnesio en el agua de enjuague. Por esto se hace necesario ablandar las aguas de lavado en localidades donde las aguas son duras.

Limpios los envases son revisados, eliminando aquellos que se encuentran en malas condiciones, bien sea por roturas de boquillas o por algunas adherencias que no pudieron eliminarse con el lavado.

Para realizar satisfactoriamente el embotellado de la cerveza, es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

- 1.-El uso de CO<sub>2</sub> o aire esterilizado para la contrapresión.
- 2.-La limpieza de todas las líneas de cerveza, el depósito de alimentación, los tubos y las boquillas de llenar.
- 3.-El efecto de excesiva contrapresión. Una alta presión causa una excesiva espuma cuando la botella se destapa para beber la cerveza.
- 4.-Dejar el espacio necesario entre el líquido y la boca de la botella para favorecer la expansión durante la pasteurización.
- 5.-Observación a intervalos regulares del contenido de CO<sub>2</sub> y la temperatura de la cerveza durante el embotellado.
- 6.-Desplazamiento de todo el aire posible del espacio superior de la botella (en el cuello) después de llenar.
- 7.-Comprobación del contenido de CO<sub>2</sub> de la cerveza embotellada y tapada mediante el volúmetro de CO<sub>2</sub>. El volumen de CO<sub>2</sub> en la cerveza

debe ser aproximadamente 2.4 a 2.8 veces el de la cerveza.

Realizado el llenado de la botella con la cerveza, se procede a taparla para ser sometida a la pasteurización.

Para tapar la botella empleando el tapón corona debe tenerse en cuenta, en esta etapa del proceso las siguientes precauciones:

- 1.-La agitación debe ser mínima en las botellas para evitar pérdidas de gas en la cerveza.
- 2.-La operación debe hacerse inmediatamente después de llenarse la botella para evitar una innecesaria exposición de la cerveza a la atmósfera.
- 3.-La garganta de las máquinas coronadoras no debe usarse si está gastada.
- 4.-La presión de la coronadora debe ser suficiente para asegurar un cierre hermético y no debe excederse porque puede romper la botella.

**PASTEURIZACION DE LA CERVEZA.**-La pasteurización tiene por objeto evitar que la cerveza siga fermentando después de envasada, librándola de gérmenes con vida ó de células vivas de levadura y bacterias, que provocarían una posterior transformación en el producto.

Cuando la cerveza embotellada pasa a través de un baño de agua o - bajo un rociador a la temperatura crítica de pasteurización (60°C), - un tiempo de 20 minutos, es suficiente para asegurar una buena pasteurización.

La "temperatura crítica de pasteurización" es la temperatura a la cual se ha comprobado por experiencias, que se inhibe el desarrollo de microorganismos.

Una insuficiente pasteurización o un exceso de ella produce una cerveza inestable, de feo aspecto y mal sabor. Por esto es necesario controlar las temperaturas de pasteurización correctamente.

Las temperaturas de pasteurización con sus tiempos mínimos más aceptables se citan en seguida: (19)

Tiempo Mínimo	22	21	20	19	18	17	16
Temperatura °C	57.7	58.5	60.0	61.0	62.5	63.2	65.0

En la pasteurización de la cerveza no debe realizarse ni un calentamiento rápido, ni tampoco un enfriamiento rápido pues con ello se origina un alto porcentaje de botellas rotas que tiene como resultado una pobre eficiencia de pasteurización.

Un lento enfriamiento no es recomendable tampoco, porque se aumenta el efecto de la oxidación y el peligro de que la cerveza se vea afectada en cuanto a su brillo y sabor.

Con esta parte de la elaboración puede decirse que se termina el -- proceso de la fabricación de la cerveza, pues la última operación con-- siste en etiquetar y empacar.

**DISTURBIOS EN LAS CERVEZAS.** -- Los sabores extraños y la turbidez que en ocasiones se presentan en las cervezas embotelladas, tienen su origen -- fundamentalmente en un deficiente control del proceso.

La turbidez en la cerveza embotellada se debe a la presencia de -- bacterias, levaduras silvestres, albúminas, almidón y también causada -- por oxidaciones. (1)(15)(17).

Las bacterias que se desarrollan con más frecuencia en la cerveza -- son: las bacterias de fermentación acética, de fermentación láctica y -- sarcinas. Una deficiente limpieza origina el desarrollo de estas bacte-- rias.

La turbidez por bacterias o por levaduras silvestres solo se recono-- ce con el auxilio del microscopio.

Las cervezas que han sufrido una fermentación incompleta estando su -- grado de fermentación lejos del grado final, son susceptibles de adqui-- rir una turbidez por desarrollo de algunas levaduras.

Entre las levaduras salvajes que producen la turbidez en la cerveza -- se encuentran la Sch. Festerianus III.

El uso de cultivos puros de levaduras y una asepsia adecuada en el -- departamento de fermentación evita el acceso y desarrollo de levaduras -- salvajes.

Las sarcinas comunican a la cerveza un olor característico picante -- desagradable, acompañado de un gusto inconveniente. Se desarrollan con -- facilidad en cervezas provenientes de una mala disolución de las subst--ancias de la malta o que la transformación en azúcar ha sido demasia--do lenta, sobre todo si la temperatura de la conversión no ha sido man--tenida el tiempo necesario.

La turbidez proteica puede tener diferente origen. Por transformar -- una malta defectuosa, por un deficiente trabajo de elaboración del mos--to, un mal enfriamiento del mismo o bien una fermentación defectuosa.

La cerveza con turbidez por almidón es fácil de investigar, pues ésta -- se colorea de azul o violeta al agregarle unas gotas de solución de yo--do, mientras que la cerveza normal no se colora. Esta turbidez en la cer--veza dificulta mucho su filtración.

Se origina la turbidez por almidón, cuando la conversión ha sido in--completa, por lavar el bagazo con agua demasiado caliente, por llevar el -- proceso de elaboración del mosto a temperaturas demasiado elevadas, por -- el empleo de termómetros defectuosos que no indican bien la temperatu--ra o bien por reposos demasiados cortos.

La cerveza envasada puede presentar con el tiempo una turbidez ori--ginada por un fenómeno de oxidación que es atribuido a las moléculas -- complejas tanino-proteicas que reaccionan con el aire presente en el -- cuello de la botella.

La presencia de algunos metales (fierro, cobre, estaño) catalizan esta --



oxidación y el sacudimiento de la cerveza durante su transporte, los choques de las botellas que imparten vibraciones superzónicas de alta frecuencia y la exposición a la luz solar favorecen la formación de una turbidez por oxidación. Para evitar este inconveniente la cerveza debe tener el contenido adecuado de CO<sub>2</sub> para que este gas al desprenderse durante el llenado de las botellas, desaloje al aire que queda sobre el nivel del líquido.

TIPOS DE CERVEZAS.- Como una generalidad se puede decir que la cerveza pertenece al tipo "Lager" puesto que este término se deriva de "Lager" que es un verbo alemán que significa "Almacenar". La cerveza "Lager" se produce por levaduras de fermentación baja.

La Ale es una cerveza que se produce por levaduras de fermentación alta, con un alto contenido alcohólico, Esta cerveza al igual que la Stout son de origen Inglés.

La Porter es una Ale oscura, alta en extracto y más dulce en sabor.

La cerveza Weiss esta hecha de malta de trigo, se produce por fermentación alta, es ligera, posee un sabor marcado de malta y lúpulo. Con tiene una mayor cantidad de gas natural.

La cerveza Bock es una cerveza especia, de color oscuro y más rica en sabor que la cerveza regular.

En nuestro País existen al rededor de 38 tipos de cerveza elaboradas por las distintas fábricas cerveceras, distinguiéndose cada una de ellas por las condiciones de sabor que les son propias. Ofrecen también desde el punto de vista del color, los tintes entre el amarillo claro que es generalmente el característico de las cervezas tipo Pilsner y el matiz amarillo dorado de las cervezas tipo Viena i Viena-Marzen y el color obscuro para los tipos Bock y Munich.

PRODUCCION.- La Industria Cervecera, por el gran incremento de producción que está teniendo, tiende a ser uno de los primeros baluartes de la Economía del País, pues además ha contribuido a que otras industrias como la Maltera, la del Vidrio y algunas otras también hayan aumentado su producción.

En seguida cito datos estadísticos de cantidades empleada de materias primas, así como la producción de cerveza durante los años de 1940 y 1946.

MATERIAS PRIMAS	1940	1946
ARROZ	9.408 864 Kg.	13.836 171 Kg.
AZUCAR	139 514 "	3.340 892 "
GRANULADO DE MAIZ	1.135 600 "	4.001 923 "
MAÍMILLO		1.839 028 "
LUPULO	418 726 "	854 694 "
MALTA	20.890 563 "	43.168 617 "

PRODUCCION

	1940		1946	
CERVEZA EMBARRILADA	36.899 780	Lts.	29.788 564	Lts
CERVEZA EMBOTELLADA	127.499 699	"	390.697 235	"

---

CAPITULO IV

PARTE EXPERIMENTAL.

Las siguientes determinaciones analíticas corresponden a las materias primas empleadas en un proceso industrial. (Malta País, Malta Común Americana, Malta Caramelo, Arroz Granillo).

	MALTA PAIS	MALTA COMUN AMERICANA
Tiempo de Molienda	3.5 minutos	2 minutos
Peso de 1000 granos	33.5 gramos	27.5 gramos
Longitud de la Plúmula con -- respecto al -- grano.		
De 0 á 1/4	5 %	
De 1/4 á 1/2	8 %	17 %
De 1/2 á 3/4	9 %	35 %
De 3/4 á 1	66 %	44 %
Más de 1	4 %	
Granos no Germinados	8 %	4 %
Granos Germinados	92 %	96 %

-----  
ANALISIS QUIMICO

	MALTA PAIS	MALTA C.AMER.	M.CARAMELO	ARROZ GRAN.
EXTRACTO (Mat.HUM.)	69.00 %	71.80 %	64.40 %	80.70 %
EXTRACTO (Mat.SECA)	73.30 %	77.00 %	70.40 %	94.20 %

	MALTA PAIS	MALTA C.AMER.	MALTA CARAMELO	ARROZ GRAN.
HUMEDAD	5.90 %	6.80 %	8.62 %	14.35 %
Tiempo de Conersión	5 min.	7 á 10 min.	-----	30-40 min.
Tiempo de Filtración	mas de 2 hrs.	35 min.	mas de 2 hrs.	30 min.
Peso Espe- cífico Mosto	1.03135	1.03251	1.03024	1.03302
Olor Mosto	Aromático	Aromático	Aromático	Aromático
Color Mosto c.c. Sol.N/10 de Ycdo.	0.225	0.250	5.00	0.240
pH <sup>M</sup> mosto	5.75	6.20		6.35
Aspecto del Mosto	Turbio Ligeramente	Claro Brillante	Brillante	Brillante
Nitrógeno	1.65 %	1.76 %	2.02 %	1.18 %
Proteínas (B.H.)	10.31 %	11.00 %	12.65 %	7.37 %
Proteínas (B.S.)	10.95 %	11.72 %	13.84 %	8.43 %
Poder Diastásico	51.7°L	89.3°L	-----	-----

A fin de corroborar que el arroz no aporta proteínas solubles en --  
la elaboración de cerveza, se hicieron las siguientes determinaciones:

Nitrógeno Total en Arroz	-----	1.18 %
Proteínas Totales en Arroz (B.H.)	-----	7.37 %
Proteínas Totales en Arroz (B.S.)	-----	8.43 %
Nitrógeno en Malta Ayuda	-----	1.72 %
Proteínas Totales en Malta Ayuda (B.H.)	-----	10.74 %
Proteínas Totales en Malta Ayuda (B.S.)	-----	11.46 %
Nitrógeno solubilizado en Extracto Arroz	-----	0.041 %

Proteínas Solubilizadas en Extracto Arroz ----- 0.256 %

MALTA AYUDA:

Nitrógeno Solubilizado -----0.069 %

Proteínas Solubilizadas -----0.431 %

El nitrógeno solubilizado en la malta ayuda corresponde al empleo de 50 gramos de malta para determinar su extracto, misma cantidad empleada en los análisis de maltas claras, pero si se toma en cuenta que la cantidad de malta empleada como ayuda en los análisis de arroz es de 30 gramos, tenemos entonces que:

$$\begin{array}{r} 50 \text{ -----} 0.069 \\ 30 \text{ -----} x \end{array} \quad x = \frac{0.069 \times 30}{50} = 0.041 \%$$

0.041 % N<sub>2</sub> x 6.25 = 0.256 % Proteínas solubilizadas, que corresponden a la malta de ayuda empleada, lo que indica que el arroz no aporta proteínas solubles.

La malta de ayuda empleada en estas determinaciones tenía las siguientes características:

Extracto (B.H.) -----	69.10 %
Extracto (B.S.) -----	74.50 %
Humedad -----	7.20 %
P.e. del mosto a 20°C/20°C -----	1.03133
Nitrógeno Total -----	1.72 %
Proteínas Totales (B.H.) -----	11.74 %
"      "      (B.S.) -----	11.46 %

CONTROL QUIMICO DEL PROCESO.

AGUA DE ELABORACION.-

Alcalinidad Total -----	112 p.p.m.	CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidad Permanente -----	43 p.p.m.	"
Dureza Total -----	50.7 p.p.m.	"
Dureza Permanente -----	24.7 p.p.m.	"
pH agua fría (Tanque Gral) -----	8.58 a 23°C	
pH agua primer tratamiento -----	8.65 " "	
pH agua hervida -----	8.90 " "	

ELABORACION DEL MOSTO.-

	<u>Después del Primer Periodo de Reposo.</u>	
	Balling	6.20°
	pH mosto a 23°C	6.34
MACERACION		
	<u>Después del segundo periodo de reposo.</u>	
PRINCIPAL	Balling	9.00°
	pH most a 23°C	6.23
	Nitrógeno Solubilizado	0.024 %
	Proteínas Solubilizadas	0.150 %
	<u>Después de Sacarificación.</u>	
MACERACION	Balling	13.30°
MIXTA	pH mosto a 23°C	5.95
	Nitrógeno solubilizado	0.111 %
	Proteínas Solubilizadas	0.693 %
Aspecto del Mosto:	Claro y Brillante	
Filtración Normal		
Aguas residuales:	0.7°Balling	
	<u>Mosto Hervido y Lupulizado.</u>	
	Balling	10.5°
	pH mosto a 23°C	5.65
	Nitrógeno Permanentemente Soluble.(N.F.S.)	0.046 %
	Proteínas Solubles	0.287 %
Grumificación:	Buena.	

TRANSFORMACION DEL MOSTO EN CERVEZA.-

Tanques de Recibir

Balling	10.70°
Temp. del mosto	7.50°C
pH mosto a 23°C	5.42
Nitrógeno	0.060 %
Proteínas	0.437 %

Fermentación Primaria.

Días	°Balling	Proteínas ( N x 6,25)	Temp. °C	pH a 23°C
1	10.70	0.437 %	7.5	5.38
2	9.90		9.4	5.38
3	8.60		10.6	5.25
4	6.20		11.8	4.76
5	4.50		11.8	4.76
6	4.10		10.0	4.71
7	3.95		10.0	4.71
8	3.85		8.1	4.70
9	3.75		6.2	4.70
10	3.50	0.412 %	4.3	4.70

Fermentación Secundaria.

Balling después de adicionar Kräusen	4.5°
Balling final	3.9°
CO <sub>2</sub> determinado con Volúmetro Zahn-Hartung	2.43

LAVADO DE LAS BOTELLAS.

Tanque de seis compartimientos.

- 1.- 52.5°C - 70Bé - 4 minutos
- 2.- 66.2°C - 60Bé - 4 minutos
- 3.- 65.0°C - 50Bé - 4 minutos
- 4.- 61.2°C - 40Bé - 4 minutos
- 5.- 51.2°C - agua - 4 minutos
- 6.- 32.5°C - agua - 4 minutos

El tiempo de estancia de la botella en cada compartimiento de acuerdo a las temperaturas y concentraciones de sosa indica que en la planta se trabaja con un indice grande de seguridad obteniéndose -- una botella limpia y estéril.

PASTEURIZACIÓN DE LA CERVEZA.-

Tanque de inmersión tipo canasta.

- 1er Compartimiento - 60.0°C - 10 minutos
- 2o Compartimiento - 61.2°C - 10 minutos
- 3er Compartimiento - 60.0°C - 20 minutos
- 4o Compartimiento - 52.5°C - 10 minutos
- 5o Compartimiento - 32.5°C - 10 minutos

Como se vé la pasteurización de la cerveza embotellada se lleva a cabo a la temperatura de 60°C con un tiempo de 20 minutos, que es la normal para lograr una buena pasteurización.

ANALISIS QUIMICO DE LA CERVEZA EMBOTELLADA.-

Densidad -----	1.01403	Acidez(A6.Láctico) -----	0.15 %
Extracto Aparente -----	3.5 %	pH -----	4.9
Extracto Real -----	4.9 %	Azúcares Red.-----	1.35%
Extracto Original -----	10.7 %	Cenizas -----	0.13%
Alcohol en Vol.-----	3.7 %	Acido Fosfórico -----	0.05%
Alcohol en peso -----	2.9 %	Reacción de Yodo --Huellas Eritro	
Grado Ap.de ferm. -----	67.2 %	Dextrina.	
Grado Real de ferm.-----	53.3 %	N formólico -----	0.12%
Proteínas (N x 6.25)-----	0.462 %	Color cc. sol.N/10 I -----	5.05
CO2-----	2.39	Aire -----	1.7 cc.

-----&&-----

Se han establecido cálculos y tablas que suministran valiosas -- referencias para conocer algunas características del producto elaborado; estos cálculos nos dan resultados prácticos aproximados a los -- obtenidos por medios analíticos.

El contenido de extracto se expresa en porcentos de peso, es decir en cifras que indican cuantos gramos de extracto contienen 100 gra-- mos de cerveza.

Bajo la denominación de "Contenido Original de Extracto" se entien--



de la cantidad de extracto contenido en el mosto antes de la fermentación, es decir antes de que ella empiece. Se determina durante la elaboración de cerveza antes de agregar la levadura. Este contenido "original de extracto" se representa por la letra "p" y se calcula por las siguientes fórmulas:

$$p = 2 A + E - \text{corrección.}$$

$$p = \frac{(2.0665 \times A) + E \times 100}{100 + (1.0665 \times A)}$$

$$p = \frac{100 m}{100 - V}$$

$$p = \frac{100 - n}{100 - V_1}$$

Como la cerveza forma una solución de extracto en agua y alcohol, el sacarímetro indica en una cerveza, de la cual se ha eliminado el CO<sub>2</sub> (sacudiéndola) solamente el "grado aparente de extracto" pues ha sido construido para indicar el grado exacto en una solución acuosa. Este "grado aparente" se indica con la letra "m". Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$m = \frac{p (100 - V)}{100}$$

Si se desea el "grado real de extracto" la cerveza debe reducirse a la mitad de su volumen por evaporación, proceso durante el cual se volatiliza el alcohol. Luego debe agregarse tanta agua destilada como sea necesario para indicar su volumen original o sea antes de la evaporación. Este "grado verdadero o real de extracto" se indica con la letra "n" y se determina por la siguiente fórmula:

$$n = \frac{p(100 - V_1)}{100}$$

El contenido de "alcohol" de una cerveza se determina por destilación observando luego el peso específico del destilado. De este dato se determina el contenido de alcohol por tablas establecidas que permiten calcular el contenido en 100 gramos de cerveza. (8)

El contenido de alcohol se indica por la letra "A" y se calcula según la fórmulas siguientes:

$$A = a(p - m)$$

$$A = b(p - n)$$

$$A = c(n - m)$$

Bajo la denominación "grado de fermentación" se entiende la cifra que indica cuantas partes de extracto han sido transformadas por la fermentación de 100 gramos de extracto. En este caso se presume que las diferencias en "p", "n" ó "m" respectivamente, indican cuantos gramos de "p" han fermentado, cosa que es exacta solamente con cierta aproximación. Según se parte para el cálculo del grado de fermentación aparente o real de extracto, se llega a un grado de fermentación aparente o a un grado de fermentación real. En la práctica se calcula generalmente solo el grado aparente de fermentación, indicándose con la letra "V" y el grado real con la letra "V<sub>1</sub>". Estos se calculan mediante las fórmulas siguientes:

$$V = \frac{p - m}{p} \times 100$$

$$V_1 = \frac{p - n}{p} \times 100$$

V<sub>1</sub> se obtiene con cierta aproximación restando de V una quinta parte o mas exactamente al dividir V por 1  $\frac{1}{5}$  q.

Ejemplo:

$$p = 12 \qquad m = 4.8$$

$$V = \frac{12 - 4.8}{12} \times 100 = 60 \%$$

$$V_1 = 60 - \frac{60}{5} = 48 \% \text{ o mas exactamente}$$

$$V_1 = \frac{60}{1 \frac{1}{5} 0.232} = 48.7 \%$$

Bajo la denominación "grado final de fermentación" se entiende la cifra que indica hasta que grado de fermentación puede llegar la cerveza.

Se determina agregando a la cerveza ya fermentada una dosis de levadura y se la deja fermentar en un lugar caliente hasta que haya terminado toda fermentación, calculándose este grado final como "grado real de fermentación". La diferencia entre este y el "grado real" representa el aumento en el grado real.

Por las anteriores fórmulas se obtuvieron en la parte práctica de la fermentación, datos aproximados a los determinados analíticamente - por los Métodos de la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros, to-- mándose como base el Extracto Original y el Extracto Aparente de la fermentación primaria.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Extracto Original -----	10.70 %
Extracto Aparente -----	3.50 %
Extracto Real -----	4.85 %
Alcohol -----	2.98 %
Grado Aparente de Fermentación -	67.20 %
Grado real de fermentación -----	54.63 %

TABLA DE LOS VALORES DE q DE LOS FACTORES DE ALCOHOL. (Según Balling)

Mosto Original	Cociente de Atenuación.		Factores de alcohol para la atenuación.		
	p - m (-----) - 1 p - n		Aparente p - m	Real p - n	Diferencia de Atenuación n - m
= p	= q	= a	= b	= c	
1	0.221	0.3983	0.4864	2.2010	
2	0.222	0.4001	0.4889	2.2024	
3	0.223	0.4018	0.4915	2.2041	
4	0.224	0.4036	0.4941	2.2058	
5	0.225	0.4050	0.4967	2.2076	
6	0.226	0.4073	0.4993	2.2096	
7	0.227	0.4091	0.5020	2.2116	
8	0.228	0.4110	0.5047	2.2137	
9	0.229	0.4129	0.5074	2.2160	
10	0.230	0.4148	0.5102	2.2184	
11	0.231	0.4167	0.5130	2.2209	
12	0.232	0.4187	0.5158	2.2234	
13	0.233	0.4206	0.5187	2.2262	
14	0.234	0.4226	0.5215	2.2290	
15	0.235	0.4246	0.5245	2.2319	
16	0.236	0.4267	0.5274	2.2350	
17	0.237	0.4288	0.5304	2.2381	
18	0.238	0.4309	0.5334	2.2414	
19	0.239	0.4330	0.5365	2.2448	
20	0.240	0.4351	0.5396	2.2483	
21	0.241	0.4373	0.5427	2.2519	
22	0.242	0.4395	0.5458	2.2557	
23	0.243	0.4417	0.5490	2.2595	
24	0.244	0.4439	0.5523	2.2636	
25	0.245	0.4462	0.5555	2.2677	
26	0.246	0.4485	0.5589	2.2719	
27	0.247	0.4508	0.5622	2.2763	
28	0.248	0.4532	0.5656	2.2808	
29	0.249	0.4556	0.5690	2.2854	
30	0.250	0.4580	0.5725	2.2902	

TABLA DE CONVERSION DE ESCALAS TERMOMETRICAS.

°C á °R, multiplicar por 4 y dividir por 5  
 °C á °F, multiplicar por 9, dividir por 5, agregar 32  
 °R á °C, multiplicar por 5 y dividir por 4  
 °R á °F, multiplicar por 9, dividir por 4, agregar 32  
 °F á °R, restar 32, multiplicar por 4, dividir por 9  
 °F á °C, restar 32, multiplicar por 5 y dividir por 9

C	R	F	C	R	F
+ 100	+ 80	+ 212	48.75	39	119.75
98.75	79	209.75	47.50	38	117.50
97.50	78	207.50	46.25	37	115.25
96.25	77	205.25	45	36	113
95	76	203	43.75	35	110.75
93.75	75	200.75	42.50	34	108.50
92.50	74	198.50	41.25	33	106.25
91.25	73	196.25	40	32	104
90	72	194	38.75	31	101.75
88.75	71	191.75	37.50	30	99.50
87.50	70	189.50	36.25	29	97.25
86.25	69	187.25	35	28	95
85	68	185	33.75	27	92.75
83.75	67	182.75	32.50	26	90.50
82.50	66	180.50	31.25	25	88.25
81.25	65	178.25	30	24	86
80	64	176	28.75	23	83.75
78.75	63	173.75	27.50	22	81.50
77.50	62	171.50	26.25	21	79.25
76.25	61	169.25	25	20	77
75	60	167	23.75	19	74.75
73.75	59	164.75	22.50	18	72.50
72.50	58	162.50	21.25	17	70.25
71.25	57	160.25	20	16	68
70	56	158	18.75	15	65.75
68.75	55	155.75	17.50	14	63.50
67.50	54	153.50	16.25	13	61.25
66.25	53	151.25	15	12	59
65	52	149	13.75	11	56.75
63.75	51	146.75	12.50	10	54.50
62.50	50	144.50	11.25	9	52.25
61.25	49	142.25	10	8	50
60	48	140	8.75	7	47.75
58.75	47	137.75	7.50	6	45.50
57.50	46	135.50	6.25	5	43.25
56.25	45	133.25	5	4	41
55	44	131	3.75	3	38.75
53.75	43	128.75	2.50	2	36.50
52.50	42	126.50	1.25	1	34.25
51.25	41	124.25	0	0	32
50	40	122	- 1.25	- 1	29.75

## CAPITULO IV

### DISTINTOS MATERIALES EMPLEADOS

**ESTABILIZADORES.**- A fin de aumentar la estabilidad de la cerveza se han empleado con muy buenos resultados, enzimas proteolíticas, los cuales se adicionan principalmente en la fase de la fermentación secundaria en pequeñas cantidades. Estos enzimas actúan de acuerdo con el pH de la cerveza transformándola estable al frío por la digestión de las proteínas, pues los enzimas realizan la hidrólisis de los complejos tanino-proteicos que todavía permanecen en la cerveza por no haber sido degradados totalmente durante la maceración, ni precipitados durante la cocción del mosto.

En la industria cervecera, a los estabilizadores se les conoce con nombres industriales, como el Collopolín, que está elaborado fundamentalmente de enzimas proteolíticas.

Entre estos enzimas que realizan la hidrólisis se encuentran la papaína, la bromelina, pepsina y algunos obtenidos de los hongos como la Tanasa del *Aspergillus Niger* y que han sido empleados con resultados muy satisfactorios.

**CLARIFICANTES.**-El empleo de estos materiales en la industria cervecera ha aumentado notablemente de acuerdo con los adelantos de la fabricación de cerveza, ya que antiguamente se empleaban únicamente virutas de algunas maderas de alto contenido en taninos, como las del avellano y algunas otras.

Los clarificantes empleados en la actualidad son de naturaleza gelatinosa, de color claro, transparente, secos, flexibles, libres de olor y sabor. Estas sustancias están fabricadas de la vejiga natatorias de ciertas variedades de peces, generalmente del esturión.

Todos estos compuestos empleados como clarificantes tienden a aglomerar las sustancias en suspensión formando precipitados, quedando la cerveza clara y brillante.

**COLORANTES.**-De los colorantes empleados en la fase de la fermentación secundaria, cada fábrica utiliza las proporciones adecuadas para obtener el color característico en cada tipo de cerveza, ya sea tipo Viena, Viena-Marzen, Munich o Bock, puesto que las maltas empleadas en la elaboración del mosto no aporta, el color suficiente para obtener el tipo de cerveza deseado.

Los principales puntos en la valorización de los colorantes debe ser: alto poder colorante, no contener sustancias que perjudiquen el brillo, el sabor, olor y cualidades generales del producto.

Estos colorantes fabricados a base de extracto de malta negra, malta caramelo y azúcar caramelizado hasta consistencia de jarabe, se añaden a la cerveza cuando se trasiega a los tanques de reposo ó presión en la fermentación secundaria.

**MASA FILTRANTE.**- El objeto de la filtración es sacar substancias que no prestan ninguna ventaja a la cerveza, como las células de levadura, los desechos celulares y algunas otras partículas en suspensión en la cerveza.

La masa filtrante es un medio de filtración muy efectivo que actúa como una barrera mecánica y de empleo ventajoso por el mejor rendimiento que se obtiene en la filtración de la cerveza.

A fin de llevar a cabo una buena clarificación y brillo en la cerveza, una masa filtrante debe prestar un máximo de poder filtrante o capacidad de retención, sin comunicar al producto cualquier olor extraño, sabor, turbidez u otras desventajas.

En el tratamiento de la masa filtrante deben tenerse en cuenta los siguientes puntos: (12)

a).- Para masa filtrante seca, no usada.- Se remoja la masa filtrante en agua pura, cerca de la temperatura de 60°C hasta que se obtenga -- una mezcla uniforme, cambiando agua frecuentemente, tan luego como se ha uniformizado se lava con agua de una temperatura de 80°C aproximadamente, hasta que se obtenga nuevamente una mezcla uniforme, sin bolas o nudos, entonces se enjuaga con agua fría hasta que escurra clara, estando así lista para ser empleada.

b).- Para masa filtrante usada.- Lávese con agua fría hasta que más o menos escurra clara, entonces con agua caliente cercana a los 80°C -- por espacio de 15 minutos. añadiendo a esta agua soda ash o bisulfato de calcio en pequeñas cantidades. Esto removerá cualquier resto de cerveza, así como partículas sólidas retencidas que pueden ser sujetas a -- descomposición o putrefacción, lavándose primeramente la soda ash ó -- bisulfato con agua caliente y finalmente con agua fría.

La realización de estos requisitos tendrá como resultado un cojín -- cillo de filtro limpio, adsorbtivo y elástico después de la compresión, que permitirá que una cantidad normal de líquido pase por el filtro Kiefer a una presión relativamente normal.

**DESINFECTANTES.**- Con respecto a los desinfectantes empleados en las fábricas de cerveza es necesario tener una cuidadosa regla para su -- aplicación, sobre todo si se toma en cuenta que no es prudente emplear dos desinfectantes al mismo tiempo, puesto que fácilmente pueden reaccionar entre sí, neutralizando sus acciones bactericidas.

Entre los desinfectantes empleados en la Industria Cervecería tenemos los siguientes:

"Fluoruro de Amonio".- Especialmente la sal ácida tiene un gran poder antiséptico. Es un polvo cristalino, soluble fácilmente en agua; en condiciones puras contiene 35 % de ácido fluorhídrico. el producto comercial contiene sólo 20 %. Se usa para limpiar y esterilizar líneas --

de hule y tinas. Las mangueras se llenan con una solución que contengan 5 %, para las tinas puede usarse una solución de 3 a 5 %. El fluoruro de amonio no es adecuado para tratar metales, porque los ataca len- tamente. Después del tratamiento, un lavado minucioso con agua se hace necesario para detener su acción.

"Formalín".-Es un producto muy usado. Es una solución de formaldehido al 40 % por volumen ó 37.5 por peso. Es uno de los antisépticos mas poderosos. No ataca los metales y consecuentemente tiene una mayor aplicación que el fluoruro de amonio. Puede usarse para desinfectar aire -- remojando algodón, lana o un trapo en formalín y colgándolo en el cuarto que se desee desinfectar. El método usado para emplear el formalín es diluirlo en agua y regarlo en las paredes de las tinas y otros objetos que se limpian. La concentración de la solución de formaldehido -- mas usada es 5 %. Los recipientes desinfectados deben ser lavados minuciosamente con agua y si el olor de formaldehido persiste se puede -- usar amoniaco para eliminarlo.

"Cloruro de Cal".-Tiene un fuerte olor que limita su aplicación como -- desinfectante, sin embargo se usa para desinfectar pisos, paredes resbalosas en los cuartos donde la fermentación se lleva a cabo. En las cervecerias se usa para desinfectar los filtros y las lonas, que muy a -- menudo contienen grandes cantidades de colonias de bacterias y levaduras silvestres. El producto se usa en solución que contenga 2.770 grs. de cloruro de cal en 95 litros de agua. La mezcla de agua y cloruro se reposa por algún tiempo y después el líquido claro se decanta y usa -- para lavar los utensilios u otros objetos que se descen.

"Antiformín".-Es un líquido claro con reacción fuertemente alcalina y olor débil a cloro. Su principio activo es el hipoclorito de sodio y se prepara tratando el hidróxido de sodio con el cloro. El líquido contendrá cerca de 4 % de cloro activo y es un antiséptico magnifico, no sólo porque sea de fuerte poder antiséptico, sino porque rápidamente -- suaviza y elimina materias orgánicas tales como, sedimentos, mosto seco, levaduras, hongos, los cuales se remueven rápidamente. No es recomendable usarlo para limpiar recipientes de madera no embrada, porque su principio activo puede penetrar muy hondo en la madera impidiendo que después sea eliminado fácilmente con agua y afectando por consiguiente el sabor del producto cuando se coloca en la tina. Se usa en soluciones varias de 1 a 20 %.

"Antigermin".-Es especialmente adecuado para lavar paredes. Es una -- sal de cobre de un ácido orgánico y su solución acuosa carece de olor debe ser disuelto en agua caliente y mezclarse con cal antes de usarse.

"Montanin".-Es también un antiséptico que carece de olor y de alli- especialmente adecuado para paredes y tubos, pero las tinas limpiadas con él deben enjuagarse minuciosamente antes de usarse.

MANGUERAS Y TUBERIAS.-Otros de los puntos importantes que deben tomarse en cuenta, es el empleo de mangueras y tuberias para el trasiego de la cerveza.

El diámetro de las mangueras no debe ser muy reducido, lo mismo que el de las válvulas de salida de la cerveza en los tanques, pues una --



reducción en la sección libre de estas origina pérdidas de CO<sub>2</sub>.

Igualmente las tuberías que conducen la cerveza de la Sala de Gobierno al Departamento de Embotellado deben tener un diámetro conveniente a fin de evitar que la cerveza no sufra pérdidas de CO<sub>2</sub>.

Esta parte del trasiego de la cerveza de la Sala de Gobierno al Embotellado esta controlado por medio de presión y contrapresión de aire estéril. La primera, realizada en la parte superior del tanque para que la cerveza corra suavemente sin torbellinos, ni movimientos bruscos a fin de evitar pérdidas de CO<sub>2</sub>. La segunda, en las cajas de alimentación de las máquinas embotelladoras.

La perfecta limpieza de las mangueras para el trasegado de la cerveza debe realizarse frecuentemente, empleando no solamente las soluciones desinfectantes, sino además escobillones especiales y suficiente agua.

BREA.-La brea sirve para prevenir la absorción de la cerveza en los poros de la madera del barril; evita que la cerveza se impregne de sabores extraños debidos a la madera.

La brea que se emplee para recubrir el interior de los barriles, no debe contener mas de 0.2 % de materias inorgánicas, estar libre de humedad y no contener tampoco nada de grasas orgánicas. Su punto de fusión no muy alto ( 45°C); pues cuando el punto de fusión de la brea es muy alto, la brea fundida fluye con dificultad solidificándola también rápidamente y no penetra en la madera.

Generalmente se mezcla con parafina a fin de darle mayor flexibilidad. Antes de usarse debe fundirse bien para eliminar los productos volátiles que contiene.

Es necesario efectuar su control químico a fin de conocer sus condiciones y características antes de usarse, pues el empleo de una brea de mala calidad origina en ocasiones que fácilmente se desprenda de los barriles formándose precipitados en la cerveza que aunque no influye de una manera directa en el sabor de la misma, presenta un aspecto no agradable a la vista del consumidor, ocasionando además inestabilidad del producto por el contacto directo de la cerveza con la madera del barril.

BARNICES.-Estos se emplean para proteger la superficie interna de los tanques de fermentación, para evitar la formación de grietas que den por resultado la formación de focos de infección. Estos barnices deben presentar determinadas características tanto por lo que hace a su rendimiento como por su costo.

## CAPITULO V

### APARATOS PARA EL CONTROL DEL PROCESO.

**TERMOMETROS.**- Son los que verdaderamente rigen las condiciones de un perfecto trabajo; pues el factor temperatura debe controlarse perfectamente en todas las fases del proceso.

El empleo del termómetro es variable, empleándose generalmente los de mercurio, aunque también se usan termómetros de alcohol como en la fase de la fermentación.

La exactitud de los termómetros debe verificarse cuando se presentan ciertos problemas durante el proceso, principalmente en los maceradores donde el proceso se rige por dos factores muy importantes: la temperatura y el tiempo. Una temperatura errónea durante el proceso causa una inestabilidad del producto.

Es necesario comprobar la exactitud de los termómetros, pues en ciertos casos los termómetros de mercurio no indican el mismo grado para la misma temperatura, debido a que la posición del nivel del mercurio depende a la vez de la dilatación del mismo y de la del vidrio, pues es imposible que el vidrio tenga exactamente la misma ley de dilatación.

Los termómetros de alcohol se emplean generalmente para temperaturas bajas. Generalmente se llenan de alcohol coloreado de rojo. No sirven para temperaturas altas, pues el alcohol hierve a 79°C.

**SACAROMETROS.**- Este instrumento llamado también hidrómetro de Balling o Plato, tiene un empleo muy frecuente durante la elaboración de la cerveza.

Su exactitud también debe ser cuidadosamente controlada, pues el que se use debe tener las correcciones exactas para la colocación de la escala, es decir un agregado a las correcciones de la temperatura que se lee en el cuerpo del instrumento, pues de la exactitud de los sacarómetros depende también el control del proceso. Para verificar su exactitud basta checar los datos que se obtienen con ellos con los determinados por el laboratorio.

Los sacarímetros de alcances cortos son preferidos, pues estos dan una mayor exactitud en sus lecturas por ser su bástago mas largo y sus espacios mayores entre las graduaciones de los mismos.

**MANOMETROS.**- Estos aparatos son de suma importancia en la Industria

Cervezera pues suministran un dato de seguridad, principalmente durante el control de la fermentación secundaria donde se hace necesario conocer la presión en las cuarterolas debido a la cantidad de  $\text{CO}_2$  contenido en la cerveza.

Cuando las lecturas de los manómetros se consideran dudosas, los manómetros deben chequearse con el comparador de Zahm-Niegel que consiste esencialmente de una columna de mercurio, con un adaptador especial para los manómetros a corregir y una pequeña bomba de mano.

De la discrepancia de lecturas entre el manómetro y la columna de mercurio, se corrige el primero con el sujetador de aguja hasta igualar la lecturas o en su defecto se elimina el manómetro cuando se considera defectuoso por otras causas.

**VOLUMETRO DE ZAHM-HARTUNG.**--La calidad de una cerveza depende también de su contenido de  $\text{CO}_2$ ; por lo que es conveniente controlar la proporción de este en la cerveza cuando se encuentra en los tanques de presión. Este dato se obtiene haciendo uso del volúmetro de Zahm-Hartung.

**OPERACION.**-- Antes de usar el medidor de volumen de  $\text{CO}_2$  enjuáguese bien con agua, esto evitará que burbujas de gas se adhieran a las superficies internas cuando el medidor de volumen se llena.

Con la llave de entrada y la purga cerradas y la llave de derrame abierta, bombeece con el bulbo aspirador hasta que la presión de 10 lbs. se marque en el manómetro; ciérrese la llave de escape y permítase reposar el aparato por varios minutos. Si el manómetro muestra una disminución de presión es que hay fuga, la cual será descubierta aplicando una solución jabonosa por las varias juntas, corrigiéndose tal anomalía.

El medidor de volumen puede conectarse directamente a una llave de prueba o si se desea una conexión para manguera se puede remover el adaptamento fijador, desprendiendo la tuerca y reemplazándola con el nipple que se proporciona el cual se unirá a la manguera.

Si se usa la llave de prueba, la tuerca fijadora U se gira para permitir que el gancho U salga hacia fuera permitiéndolo colocar en la llave de prueba después de lo cual se fijan a fin de traer la salida de la llave con la cara de entrada del mecanismo fija. Ya fijo firmemente por el citado mecanismo, la llave de entrada se abre, así como la de escape. Obsérvese que la purga esté cerrada y luego bombeece una contrapresión en el medidor de volumen con el bulbo aspirador.

La contrapresión debe ser igual o ligeramente mayor que la presión en el tanque, más la presión hidrostática de la cerveza sobre la válvula de prueba. Por ejemplo: si la presión del tanque es de 8 libras y el nivel de la cerveza es de 6 pies más o menos sobre la válvula de prueba o sea aproximadamente tres libras de presión, 11 libras de contrapresión deberá proporcionarse al medidor de volumen. Después que ha quedado establecida la contrapresión, la llave de salida se cierra y se remueve el bulbo aspirador.

La llave de prueba en el tanque o línea se abre ahora y se deja fluir libremente la cerveza hasta llenar el aparato. A fin de evitar una baja demasiado brusca de presión que tendría un efecto perjudicial --

sobre la cerveza que fluye en el medidor de volúmen, déjese que el manómetro sirva de guía.

Para hacer esto ábrase la llave lentamente hasta que la aguja muestre una ligera baja de presión y reajústese la llave con objeto de -- evitar mayor diferencia. Cuando la operación de llenado se lleva a cabo en forma correcta, la cerveza llenará el medidor de volúmen con un -- mínimo de desprendimiento gaseoso.

Es recomendable téngase el medidor de volúmen enfriado a la temperatura aproximada antes de llenarse, puesto que la cerveza fría fluyendo a un cuerpo caliente tendería a desprender gas. Este enfriado puede efectuarse teniendo el aparato en la bodega un corto tiempo antes de hacer la prueba.

La cerveza debe llenar completamente el aparato, hasta que se des-- cargue por la llave de derrame. Una pequeña cantidad se permite esca-- par con objeto de remover cualquier traza de burbujas de gas en liber-- tad.

El aparato puede ser golpeado ligeramente (cuando todavía fija a la -- llave de prueba) para desalojar cualquier burbuja de la parte interna de la botella. En tanto las superficies internas están barnizadas to-- das hacia arriba para prevenir la adherencia de cualquier gas libre, -- esta precaución adicional puede tomarse para trabajo más exactos.

Unas cuantas burbujas de aire no son de gran importancia en la de-- terminación de volúmen de gas, pero si se desea determinar el contenido de aire es importante que no tenga nada presente. Después que la -- botella se ha llenado como se indica, la llave de derrame se cierra, lo mismo que la entrada y salida y se quita el medidor de volúmen del -- tanque por el movimiento del mecanismo fijador.

Una pequeña cantidad de cerveza remuévese permitiendo una agitación propia que haga posible la condición de equilibrio entre el gas libre y el disuelto, en cuyo principio se basa el trabajo del instrumento. Esta cerveza se remueve a través de la purga siendo reducido el nivel -- de cerveza hasta la marca nivel. Es preferible remover la cerveza en -- varia proporciones y después de cada una teniendo el aparato vertical-- mente, describir un círculo con la base teniendo la mirilla hasta cierta altura fija.

Con las cervezas que tienen un contenido promedio de gas suficiente -- será liberado de la cerveza para llenar el espacio arriba del nivel -- de la cerveza ( 3 % al volúmen total de 630 c.c.) sin causar que la -- presión baje en el medidor, esto es que baje la presión atmosférica -- cuya condición permitirá entrar aire y causar error. Bueno es tener en cuenta que en las cervezas de bajo contenido de CO<sub>2</sub> que se prueban, la la admisión de aire debe evitarse entre al sistema, que se evita agi-- tando ligeramente cuando se purga.

Cuando el nivel de cerveza se ha ajustado al volúmen como se indica, el aparato se agita vigorosamente por varios segundos teniendo hori-- zontalmente asido de las dos manijas. Esta agitación trae un rápido es-- tado de equilibrio entre el gas libre y el disuelto.

Bajo condiciones de equilibrio el número de volúmenes de gas en una

cerveza estará en relación constante con la temperatura y las condiciones de presión. Esto es lo mismo que una cerveza que tiene un volumen fijo de CO<sub>2</sub> en solución mostrará la misma presión a una temperatura determinada y viceversa, la misma temperatura a una presión dada. Cuando la temperatura y la presión permanecen constantes estas lecturas se refieren a una tabla de la cual el número de volúmenes de CO<sub>2</sub> a 0°C y 760 mm. de presión por volumen de cerveza se indica. Cuando se hace una lectura de P siempre tégase el medidor en posición vertical para obtener indicaciones exactas.

Después que se han efectuado algunas lecturas, agítese de nuevo por varios segundos y chéquese la temperatura y la presión indicadas. No debe haber diferencia apreciable si la temperatura ha permanecido constante. Bueno es hacer las lecturas cuando la temperatura de la cerveza en el aparato es aproximadamente igual al aire que la rodea, de otra manera la temperatura y la presión subirán constantemente haciendo la lectura difícil.

Los resultados de estos análisis se graficarán contra las temperaturas y presiones, como se indica en el medidor de volumen al probar cada muestra duplicada. De allí que la tabla da el número de volúmenes de CO<sub>2</sub> disueltos por volumen de cerveza, tal como se encuentra en el tanque, del cual la muestra se tomara y no indica el número de volúmenes de gas disueltos en la muestra contenida en el aparato.

Esto es debido al haber liberado 3 % del gas disuelto para reemplazar la cerveza en el espacio arriba de la marca en el aparato aparato a grandes altitudes, cuando el barómetro está bajo o si se desean resultados muy exactos la lectura de manómetros debe corregirse antes de referirse a la tabla.

Dedúscase 0.2 lbs por pulgada cuadrada por cada 10 mm. de presión de mercurio como se indica en el barómetro bajo la condición standard de 760 mm. de Hg.

Si el % por peso de CO<sub>2</sub> se desea, la siguiente fórmula se puede usar:

$$\% \text{ CO}_2 \text{ por peso} = \frac{\text{Volúmen de CO}_2 \times 0.002}{\text{peso específico de la cerveza.}}$$

TABLA QUE SE USA CON EL VOLUMETRO DE ZAHN-HARTUNG.

	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
30	1.82	1.92	2.03	2.14	2.23	2.36	2.48	2.60	2.70	2.82	2.93	3.03																		
31	1.76	1.85	2.00	2.10	2.20	2.31	2.42	2.54	2.65	2.75	2.85	2.96																		
32	1.75	1.85	1.95	2.05	2.16	2.27	2.39	2.48	2.59	2.70	2.80	2.90	3.01																	
33		1.81	1.91	2.01	2.12	2.23	2.33	2.43	2.53	2.63	2.74	2.84	2.95																	
34		1.78	1.85	1.97	2.07	2.18	2.29	2.39	2.49	2.59	2.69	2.79	2.89	3.00																
35			1.83	1.93	2.03	2.14	2.24	2.34	2.44	2.52	2.62	2.73	2.83	2.93	3.02															
36			1.79	1.88	1.99	2.09	2.20	2.29	2.39	2.47	2.57	2.67	2.77	2.86	2.95															
37				1.84	1.94	2.04	2.15	2.24	2.34	2.42	2.52	2.62	2.72	2.80	2.90	3.00														
38				1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.29	2.39	2.47	2.57	2.67	2.75	2.83	2.94														
39				1.86	1.96	2.05	2.15	2.25	2.34	2.43	2.52	2.61	2.70	2.80	2.89	2.98														
40				1.82	1.92	2.01	2.10	2.20	2.30	2.39	2.47	2.56	2.65	2.75	2.84	2.93	3.01													
41				1.87	1.97	2.06	2.16	2.25	2.35	2.43	2.52	2.61	2.70	2.79	2.87	2.96														
42				1.83	1.93	2.02	2.12	2.21	2.30	2.39	2.47	2.56	2.65	2.74	2.82	2.91	3.00													
43				1.90	1.99	2.08	2.17	2.25	2.34	2.43	2.52	2.60	2.69	2.78	2.86	2.95														
44				1.86	1.95	2.04	2.13	2.21	2.30	2.39	2.47	2.55	2.64	2.73	2.81	2.90	2.99													
45				1.82	1.91	2.00	2.09	2.17	2.26	2.34	2.42	2.51	2.60	2.69	2.77	2.85	2.94	3.02												
46					1.88	1.96	2.04	2.13	2.22	2.30	2.39	2.47	2.55	2.63	2.72	2.80	2.89	2.98												
47					1.94	1.92	2.00	2.09	2.18	2.25	2.34	2.42	2.50	2.59	2.67	2.75	2.84	2.93	3.02											
48					1.80	1.88	1.96	2.05	2.14	2.23	2.30	2.38	2.46	2.55	2.62	2.70	2.79	2.87	2.96											
49					1.85	1.93	2.01	2.10	2.18	2.25	2.34	2.42	2.50	2.58	2.66	2.75	2.83	2.91	3.00											
50					1.82	1.90	1.98	2.06	2.14	2.21	2.30	2.38	2.45	2.54	2.62	2.70	2.78	2.86	2.94	3.02										
51					1.87	1.95	2.02	2.10	2.18	2.25	2.34	2.41	2.49	2.57	2.65	2.73	2.81	2.89	2.97											
52					1.84	1.91	1.99	2.06	2.14	2.22	2.30	2.37	2.45	2.52	2.61	2.69	2.76	2.84	2.93	3.00										
53					1.80	1.88	1.96	2.03	2.10	2.18	2.26	2.33	2.41	2.48	2.57	2.64	2.72	2.80	2.88	2.95										
54						1.85	1.93	2.00	2.07	2.15	2.22	2.29	2.37	2.44	2.52	2.60	2.67	2.75	2.83	2.90	3.00									
55						1.82	1.89	1.97	2.04	2.11	2.19	2.25	2.33	2.40	2.47	2.55	2.63	2.70	2.78	2.85	2.93	3.01								
56							1.86	1.93	2.00	2.07	2.15	2.21	2.29	2.36	2.43	2.50	2.58	2.65	2.73	2.80	2.88	2.96								
57							1.83	1.90	1.97	2.04	2.11	2.18	2.25	2.33	2.40	2.47	2.54	2.61	2.69	2.76	2.84	2.91	2.99							
58								1.80	1.86	1.94	2.00	2.07	2.14	2.21	2.29	2.36	2.43	2.50	2.57	2.64	2.72	2.80	2.86	2.94	3.01					
59									1.83	1.90	1.97	2.04	2.11	2.18	2.25	2.32	2.39	2.46	2.53	2.60	2.67	2.75	2.81	2.89	2.96					
60										1.80	1.87	1.94	2.01	2.08	2.14	2.21	2.29	2.35	2.42	2.49	2.56	2.63	2.70	2.77	2.84	2.91	2.98			

Los índices numéricos superiores indican la presión en libras por pulgada cuadrada.

Los índices numéricos de la columna lateral de la izquierda, indican la temperatura en grados Fahrenheit.

La tabla numérica indica la cantidad de volúmenes de CO<sub>2</sub> a 0°C y 760 mm. de presión por volumen de cerveza.

TABLA QUE SE USA CON EL VOLVIMETRO DE ZAIM-HARTUNG.

	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														
30	1.82	1.92	2.03	2.14	2.23	2.36	2.48	2.60	2.70	2.82	2.93	3.03																																
31	1.84	1.93	2.05	2.15	2.25	2.31	2.42	2.54	2.65	2.76	2.85	2.96																																
32	1.75	1.85	1.95	2.05	2.15	2.27	2.39	2.48	2.59	2.70	2.80	2.90	3.01																															
33		1.81	1.91	2.01	2.12	2.22	2.33	2.43	2.53	2.63	2.74	2.84	2.96																															
34		1.78	1.86	1.97	2.07	2.18	2.28	2.39	2.49	2.59	2.68	2.79	2.89	3.00																														
35			1.83	1.93	2.03	2.14	2.24	2.34	2.43	2.52	2.62	2.73	2.83	2.93	3.02																													
36			1.79	1.89	1.99	2.09	2.20	2.29	2.39	2.47	2.57	2.67	2.77	2.86	2.96																													
37				1.84	1.94	2.04	2.15	2.24	2.34	2.42	2.52	2.62	2.72	2.80	2.90	3.00																												
38					1.86	1.96	2.10	2.20	2.29	2.39	2.47	2.57	2.67	2.75	2.85	2.94																												
39						1.86	1.96	2.05	2.15	2.25	2.34	2.43	2.52	2.61	2.70	2.80	2.89	2.98																										
40							1.82	1.92	2.01	2.10	2.20	2.30	2.39	2.47	2.55	2.75	2.84	2.93	3.01																									
41								1.87	1.97	2.06	2.16	2.25	2.35	2.43	2.52	2.60	2.70	2.79	2.87	2.96																								
42									1.83	1.93	2.02	2.12	2.21	2.30	2.39	2.47	2.56	2.65	2.74	2.82	2.91	3.00																						
43										1.80	1.90	1.99	2.08	2.17	2.25	2.34	2.43	2.52	2.60	2.69	2.78	2.86	2.95																					
44											1.86	1.95	2.04	2.13	2.21	2.30	2.39	2.47	2.56	2.64	2.73	2.81	2.90	2.99																				
45												1.82	1.91	2.00	2.08	2.17	2.25	2.34	2.42	2.51	2.60	2.68	2.77	2.85	2.94	3.02																		
46													1.88	1.96	2.04	2.13	2.22	2.30	2.38	2.47	2.55	2.63	2.72	2.80	2.89	2.98																		
47														1.84	1.92	2.00	2.09	2.18	2.25	2.34	2.42	2.50	2.59	2.67	2.75	2.84	2.91	3.02																
48															1.80	1.88	1.96	2.05	2.14	2.21	2.30	2.38	2.46	2.55	2.62	2.70	2.79	2.87	2.96															
49																1.85	1.93	2.01	2.10	2.18	2.25	2.34	2.42	2.50	2.58	2.66	2.75	2.83	2.91	2.99														
50																	1.82	1.90	1.98	2.06	2.14	2.21	2.30	2.38	2.45	2.54	2.62	2.70	2.78	2.85	2.94	3.02												
51																		1.87	1.95	2.02	2.10	2.18	2.25	2.34	2.41	2.49	2.57	2.65	2.73	2.81	2.89	2.97												
52																			1.84	1.91	1.99	2.06	2.14	2.22	2.30	2.37	2.45	2.52	2.61	2.69	2.76	2.84	2.93	3.00										
53																				1.80	1.88	1.96	2.03	2.10	2.18	2.26	2.33	2.41	2.49	2.57	2.64	2.72	2.80	2.88	2.95									
54																					1.85	1.93	2.00	2.07	2.15	2.22	2.29	2.37	2.44	2.52	2.60	2.67	2.75	2.83	2.90	2.98								
55																						1.82	1.89	1.97	2.04	2.11	2.18	2.25	2.33	2.40	2.47	2.55	2.63	2.70	2.78	2.85	2.93	3.01						
56																							1.86	1.93	2.00	2.07	2.15	2.21	2.29	2.36	2.43	2.50	2.58	2.65	2.73	2.80	2.88	2.96						
57																								1.83	1.90	1.97	2.04	2.11	2.18	2.25	2.33	2.40	2.47	2.54	2.61	2.69	2.76	2.84	2.91	2.99				
58																									1.80	1.86	1.94	2.00	2.07	2.14	2.21	2.29	2.36	2.43	2.50	2.57	2.64	2.72	2.80	2.86	2.94	3.01		
59																										1.83	1.90	1.97	2.04	2.11	2.18	2.25	2.32	2.39	2.46	2.53	2.60	2.67	2.75	2.81	2.89	2.96		
60																											1.80	1.87	1.94	2.01	2.08	2.14	2.21	2.28	2.35	2.42	2.49	2.56	2.63	2.70	2.77	2.84	2.91	2.98

Los índices numéricos superiores indican la presión en libras por pulgada cuadrada.  
 Los índices numéricos de la columna lateral de la izquierda, indican la temperatura en grados Fahrenheit.  
 La tabla numérica indica la cantidad de volúmenes de CO<sub>2</sub> a 60° y 760 mm. de presión por volumen de cerveza.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES.

Los grandes laboratorios de investigación de la Industria Cervecera de algunos países se han preocupado por vencer los problemas que se presentan en la fabricación de cerveza.

Esto demuestra claramente que la Industria Cervecera necesita hoy - en día recurrir a personal técnico que contribuya de una manera definitiva a las pretensiones de cada fábrica de cerveza que son las de producir la mejor cerveza posible para su mercado.

Por estas circunstancias es necesario también que la Industria Cervecera del País recurra al técnico, como mira a un mejoramiento de su producto, que tienda además a aumentar el rendimiento y disminuir costos.

Considero que la base de llevar un buen control químico-técnico en la fabricación de cerveza debe estar basado en el mutuo entendimiento que debe existir entre el Maestro Cervecero, los Cerveceros y el Laboratorio.

Los siguientes puntos de vista pueden ser considerados como puntos esenciales en el control de la fabricación de cerveza:

Control químico de todos y cada uno de los materiales que entran -- en la elaboración de cerveza.

Vigilar la pureza y carácter de la levadura frecuentemente.

Control químico de la cerveza en sus distintas fases de elaboración periódicamente.

Investigar las causas que originan las quejas del consumidor.

Controlar periódicamente la exactitud de los instrumentos para el - control de la elaboración ( Termómetros, Hidrómetros, Manómetros, etc.)



BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Brewing Science and Practice.-H.Lloyd Hind Vol.II  
John Wiley and Sons Inc. New York.1940
- 2.-Biochemistry Applied to Malting and Brewing.-Hopkins R.H.-B.Krause  
D.Van Nostrand Company Inc. 1940
- 3.- Industrial Microbiology.-Prescott S.C.-C.G.Dunn  
Mc.Graw Hill Book Co. N.Y. 1940
- 4.-Official and Tentative Methods of Analysis.-A.O.A.C.  
Washington.D.C. 1940
- 5.-Tratado de Química Orgánica.-Dr.Fabio Karrer  
Manuel Marin.Editor Barcelona 1944
- 6.-Enzyme Chemistry.-Tauber H.John Wiley and Sons N.Y. 1937
- 7.-American Handy Book of the Brewing, Malting and Auxiliary Trades.  
Wahl Henius. Chicago Ill.1908.
- 8.-Methods of Analysis of the American Society of Brewing Chemists.  
Ed.Louis Ehrenfeld Chicago 1940.
- 9.- The Practical Brewer.-A Manual for the Brewing Industry.  
Master Brewers Association of America.1946.
- 10.-Bacterial Metabolism.-Stephenson M.N.Y. 1930
- 11.-The Yeast.-Guillermond A.-F.W.Tanner. N.Y. 1920
- 12.-Practical Points for Brewers.-Brewers Academy in New York.N.Y.1933
- 13.-Modern Brewery Age.Brewery Age.Pub.CO.Chicago Ill.
- 14.-Communications on the Science and Practice of Brewing.-Wallerstein  
Laboratories.-N.Y. Varios números.
- 15.- Brewing Processes.-R.Schwarz.-Ind,Eng.Chem. 27:1031(1935)
- 16.-Application of the Oxidation Reduction Potential to Brewing Control  
Ind,Eng.Chem.-Siebel Jr.F.F. and E.Singuen. 27:1042 (1935)
- 17.-Enzyme Technology.-H.Tauber Ph.D. John Wiley and Sons Inc. N.Y.1943
- 18.-La Industria Cervecera.-Varios Números.
- 19.-Curso de Microbiología Industrial.-Ing.Quím.Eduardo Faz.
- 20.-Proyecto para la instalación de una Planta Piloto de Cerveza.-  
Tesis.-Ing.Quím.Alberto Garduño.

- 21.-Proyecto de Instalación de una Fábrica de Malta.  
Tesis.Ing.Quím.Felipe Suberbie Mendiola
- 22.-Proyecto de una Fábrica de Levaduras Alimenticias.  
Tesis.-Ing.Quím.Manuel Ornelas Carrillo.
- 23.-Estudio Químico de las Cervezas elaboradas en el País.  
Tesis.-Srta.Quím.Farmacéutico Biólogo.Lucia Fournier González.
- 24.-Tercer Censo Industrial.1940.Cerveza.-Dirección General de Esta--  
dística.-Secretaria de Economía.
- 25.-Secretaria de Agricultura y Fomento.-Boletín Mensual de la Direc-  
ción de Economía Rural.-Número 195 agosto de 1942.
- 26.-Bottle Washing and its Control in the Carbonated Beverage Industry  
By. J.H.Buchanan and Max Levine.-A.B.C.E.-Educational Bulletin # 1.