

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE QUIMICA



GRANDES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA

OPTIMIZACION DEL PROCESO DE CLARIFICACION
ENZIMATICA DE CERVEZA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

PRESENTA

CARLOS CLEMENTE FRANCO PEREZ

MEXICO, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Contenido

	Página
I.-Introducción.	
a).- Antecedentes. Uso de enzimas en la Ind. Cervecera.	1
b).- Objetivos. Pretenciones del presente trabajo.	2
II.-Estudio Bibliográfico.	
a).- Antecedentes Cerveceros.	3
b).- Proceso Cervecero.	5
c).- Control de Calidad.	53
III.- Estabilización Física de la Cerveza.	
a).- Turbidez	80
b).- Estabilidad Coloidal y formación de turbidez	86
c).- Medida de la turbidez	92
IV.- Métodos de estabilización de la Cerveza.	
a).- Enzimas proteolíticas, Absorbentes y precipitantes de proteínas, Absorbentes polifenólicos.	102
b).- Pruebas realizadas a nivel planta piloto de los diferentes métodos de estabilización.	113
c).- Selección del método de estabilización apropiado para Cervecería.	132
V.- Pruebas experimentales.	
a).- Productos utilizados y características generales.	136
b).- Prueba para determinar la estabilidad coloidal utilizando 3 preparados enzimáticos comerciales.	139
c).- Prueba para determinar la estabilidad coloidal utilizando el preparado comercial seleccionado,	147
VI.- Conclusiones.	180
VII.- Bibliografía.	181

I.- Introducción.

a).- Antecedentes. Uso de enzimas en la Industria cervecera

La obligación de un buen cervecero no termina con la elaboración del producto, sino va más allá en la estabilidad del producto en el mercado antes de ser consumido, vigilando los cambios que pueda sufrir y evitando que se lleven a cabo.

Uno de estos cambios, es principalmente la inestabilidad física de la cerveza, debida a los cambios bruscos de temperaturas, presiones, etc; los cuales hacen de una cerveza cristalina y brillante, una cerveza turbia y opaca, la cual da un aspecto de producto mal terminado o viejo.

En los principios de la fabricación de cerveza, la mayoría de ésta, se consumía directamente en barriles, lo cual hacía que no se detectara su acabado. Al aumentar la demanda, hubo necesidad de utilizar envases de cristal, observándose entonces los cambios que la cerveza sufría.

En aquellos tiempos el único método para proteger la cerveza era el de mantenerla a 0°C o menos durante períodos muy largos de tiempo. Desde luego esto no era muy efectivo, por lo que se empezaron a buscar nuevas formas de protección.

Con el descubrimiento de las enzimas y la clasificación que de estas se hizo, de acuerdo al tipo de reacción que catalizan, se iniciaron estudios para prevenir la turbidez en la cerveza causada por precipitación y/o formación de complejos proteínicos debida a agentes externos.

Tales estudios incluyeron el uso de enzimas proteolíticas o proteasas, que son enzimas que catalizan la hidrólisis de las moléculas de proteína.

Hasta que en 1911, se lograron resultados satisfactorios, patentándose este procedimiento como estabilización enzimática.

b) Objetivos. Particularidades del presente trabajo.

El presente trabajo pretende revisar la información básica de la elaboración, el control de calidad y las técnicas actuales de protección de la estabilidad de la cerveza, así como la optimización de las modificaciones enzimáticas hechas a estas, con el fin de abatir los costos, sin dañar la calidad del producto.

II.- Estudio Bibliográfico.

a).- Antecedentes Cerveceros.

El origen de la cerveza es tan remoto, que en realidad nadie ha podido precisar con certeza cuando comenzó el hombre a elaborar esta bebida fermentada. Se cree que 3,000 años antes de nuestra era, ya se elaboraba cerveza en la mesopotamia y que ya en aquel entonces se exigía que fuese brillante y clara, por lo que la sometían al filtrado con arcillas. Los historiadores mencionan que hace por lo menos 30,000 años que el hombre conocía ya las bebidas fermentadas.

Algunos pueblos como el egipcio, perfeccionaron o modificaron su elaboración al introducir el empleo de pequeñas cantidades de lúpulo, el cual hasta la fecha se utiliza en su elaboración.

En la literatura¹ podemos encontrar, que ya en el siglo XIII era la bebida de mayor consumo en Europa. En un principio su elaboración era prácticamente una labor familiar o privilegio de los monasterios.

La Historia de la cerveza en México, puede remontarse a la época precolombina, en la cual existían algunas bebidas que sibien eran muy rudimentarias en su elaboración, tenían características muy similares a las cervezas que hoy conocemos, tales como el llamado "Sendeco", bebida de maíz fermentado y el "Pulque" el cual fermentaban después de obtener el extracto del agave, todas ellas con bajos contenidos de alcohol, gas en suspensión, etc.

(1) Cap. 1. Cervecero Práctico. paginas 10 y 11.

En 1554, por concesión del Emperador Carlos V al conquistador Alfonso Herrera, comenzó a funcionar la primera cervecería en Nueva España.

En 1825, varias pequeñas cervecerías comienzan a funcionar en el país; muy conocida es la fundación en 1845 de las cervecerías "La Pila Seca" y "La Candelaria" en la capital de la República, mismas que años más tarde no pudieron sobrevivir al tener que competir con nuevas y mayores cervecerías que comenzaron a elaborar cerveza con nuevas técnicas y mejores maltas.

Se pueden citar entre ellas a la Cervecería de San Diego fundada en la Ciudad de México en el año de 1860, La Cervecería Toluca-México, S. A. fundada en 1865 en la Ciudad de Toluca, misma que 10 años más tarde al cambiar de propietario, modificó las técnicas de elaboración para producir una cerveza tipo "Ale" con muy buen éxito.

Con el avance de la tecnología y la importación de maquinaria para la instalación de Fábricas de hielo, se inicia el 1885 la producción de cerveza tipo "Lager" que tuvo un éxito rotundo, naciendo así la primera cervecería moderna en el país, denominada Compañía Cervecera Toluca y México.

Un poco antes de 1890, se fundó en Guadalajara la Cervecería La Perla y en 1890 nace en Monterrey, N. L. la Cervecería Cuauhtemoc, S.A., en 1894 la Cervecería Tectezuma, S.A. en Orizaba, Ver., y en 1920 se construye la Cervecería Modelo, S.A. en la Capital de la República, quedando con ello consolidada esta importante industria nacional.

b).- Proceso Cervecero.

Los cerveceros acostumbran usar desde hace tiempo, cebada malteada, agua y lúpulo para la elaboración de cerveza. En algunos países las leyes prohíben el uso de cualquier otro material para elaborar cerveza que se consuma en el país. En otros sin embargo, el uso de cereales no malteados y azúcares en adición a la malta de cebada, es común.

Limpieza del grano

Generalmente, el grano malteado antes de ser molido, es sometido a una limpieza para eliminar impurezas tales como semillas extrañas, grano roto, raicillas, piedras o cualquier partícula sólida de tamaño diferente al grano de malta. En adición a lo anterior, también debe ser eliminado el polvo, que puede contener bacterias, esporas de hongos, etc., disminuyendo también con ello, el riesgo de daño al personal que trabaje en el área.

Existen varios tipos de equipo para este fin, y entre los más eficientes y prácticos, se encuentran las cribadoras¹ con zarandas oscilatorias inclinadas, con diferente medida de malla y sección de aspiración para la eliminación de polvo, cascarilla rota y grano demasiado ligero.

La capacidad de estos equipos, depende principalmente del ángulo de inclinación de las mallas, pero debe tenerse en cuenta que la eficiencia de la limpieza, será entonces inversamente proporcional a la capacidad. Entre cada dos mallas existen pelotas de hule sólido para evitar con ello el taponamiento de la malla inferior.

(1) Cervecero Práctico. Pag. 62-63.

El grano al abandonar la malla, lo hace a todo lo ancho de ésta y en forma de una delgada capa que pasa cubriendo un imán donde quedan retenidas las partículas metálicas que pudieran encontrarse en el flujo de los granos. En este mismo punto, se encuentra la sección de aspiración para la eliminación de polvo y cascarilla rota.

En la figura No. 1 se presenta la sección transversal de una cribadora¹ como la descrita anteriormente.

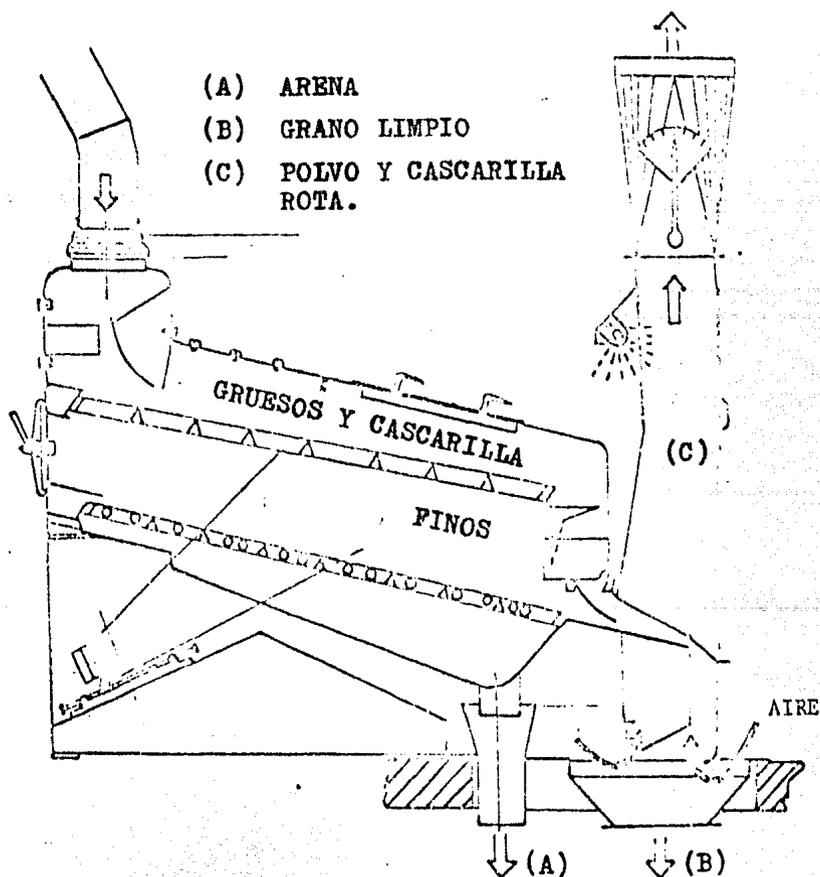


Figura No. 1.- Cribadora de grano.

Molienda

La cebada malteada y limpia, es cuidadosamente molida de tal manera que la cáscara del grano sea dañada lo menos posible mientras el contenido del grano queda en forma de sémola gruesa, sémola fina y algo de harina.

Para lograr la molienda o trituración deseada, los molinos más comunmente usados son los de rodillos, los cuales pueden ser de dos, cuatro, cinco o seis rodillos.¹

Generalmente los molinos están provistos de un rodillo alimentador profundamente estriado que tiene la finalidad de dosificar y distribuir el grano uniformemente a todo lo largo del primer par de rodillos y en forma paralela al eje de los mismos. Esto último ayuda a dañar menos la cascarrilla del grano.

Los molinos con tres pares de rodillos, ofrecen la ventaja de obtener los resultados deseados sin someter al grano a tratamientos muy fuertes.

Entre cada par de rodillos existen mallas para la separación de las diferentes fracciones de molienda que se van obteniendo en cada par y dirigirlas, ya sea al segundo o tercer par o a la tolva de malta molida.

En la parte inferior del molino, abarcando toda la longitud de la zona de caída del grano, se tienen muestreadores para la evaluación del grado de molienda. El grado de molienda debe ser controlado de acuerdo a las características de la malta, al equipo utilizado en la maceración, así como también de acuerdo al tipo de filtro que se utilice para separar el mosto del grano gastado.

(1) Cervecerero Práctico. Pags. 64 a 68.

Utilizando equipos modernos, un análisis característico de molienda podría ser el siguiente:

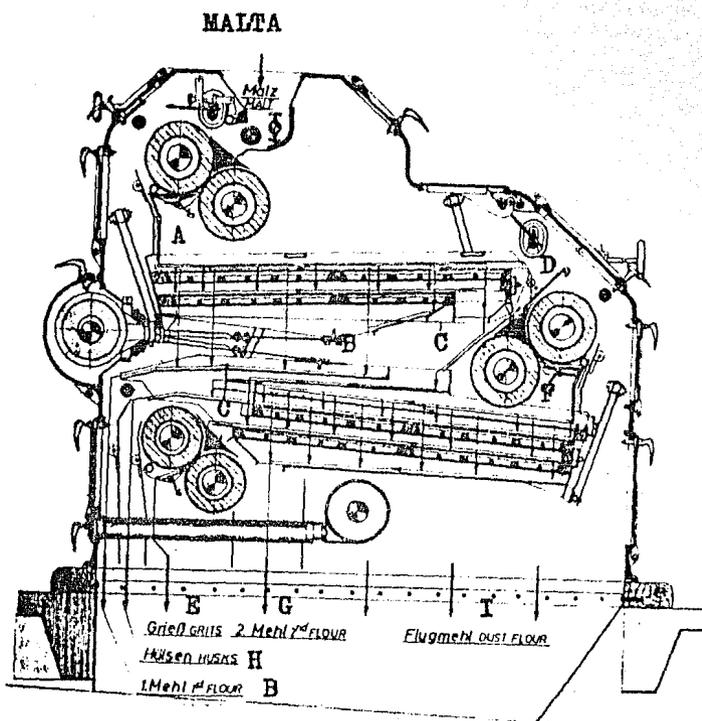
<u>No. Malla</u>	<u>% Retenido</u>
10	10
14	22
18	30
30	26
60	7
100	2
Final	3

Este análisis es solo ilustrativo de una variedad de moliendas que se sabe resultan satisfactorias para el proceso y pueden variar según las condiciones específicas de cada cervecería. En la figura No. 2, se muestra el diagrama de un molino de tres pares de rodillos.¹

(1)-Cervecerero Práctico. Pags. 64 a 67.

-Seminario de Teoría y Práctica de Maltería y Cervecería. Pags. 335 a 348.

Figura No. 2. MOLINO DE 3 PARES DE RODILLOS.



- (A) HARINA, SEMOLAS GRUESA Y FINA Y CASCARILLA
- (B) HARINA DEL 1er. PAR.
- (C) SEMOLAS GRUESA Y FINA DEL 1er. Y 2do. PAR.
- (D) CASCARILLA CON GRANO ADHERIDO DEL 1er. PAR.
- (E) HARINA Y SEMOLAS GRUESA Y FINA DEL 3er. PAR.
- (F) HARINA, SEMOLAS GRUESA Y FINA Y CASCARILLA DEL 2do. PAR.
- (G) HARINA DEL 2do. PAR.
- (H) CASCARILLA DEL 2do. PAR.
- (I) POLVO.

Maceración

En esta parte del proceso, en donde las condiciones de pH y temperatura son las más favorables a los principales sistemas enzimáticos presentes en el grano, se busca solubilizar y disolver los constituyentes valiosos de la materia prima, obteniendo como resultado un líquido conteniendo monosacáridos, disacáridos, trisacáridos, dextrinas, pentosanas, proteínas y derivados de su hidrólisis, polifenoles, ácidos orgánicos, vitaminas, etc.

La composición del mosto resultante, puede ser alterada, favoreciendo o retardando las actividades enzimáticas, lo que se puede lograr variando la relación de dilución empleada, la alcalinidad del agua utilizada y los ciclos tiempo-temperatura.

Existen tres principales métodos de maceración, los cuales son de particular importancia:

- 1.- Sistema de Macerado de Infusión.
(Común en Inglaterra)
- 2.- Sistema de Macerado de Decocción.
(Común en Alemania y algunos otros países de Europa Central)
- 3.- Sistema Mixto de Macerado.
(Común en América)

Sistema de Macerado de Infusión.

Involucra la molienda de la malta de cebada y el uso de una pequeña cantidad de cereal, el cual no es malteado, pero puede ser precocido.

El material molido es mezclado con agua caliente. El control se ejecuta por medio de la cantidad de agua utilizada y su temperatura, de tal manera que el macerado producido tenga una temperatura final de aproximadamente 65°C y una cierta consistencia. La temperatura se mantiene constante durante cierto tiempo, que puede ser desde media hora hasta varias horas.

Las enzimas de la malta atacan el endospermo produciendo lo que conocemos como mosto dulce. El ataque de las enzimas se realiza principalmente sobre el almidón y sus productos degradados, y el rompimiento del material nitrogenado presente en las capas exteriores del endospermo, ocurre también en pequeñas proporciones.

Este proceso se lleva a cabo en un recipiente, el cual tiene el fondo perforado o ranurado para que actúe como cedazo.

Para lavar el grano gastado y extraer todo el mosto dulce se utiliza agua caliente (75 a 78°C) adicionándola en forma de lluvia sobre la superficie del macerado.

Sistema de Macerado de Decocción.

Difiere del macerado de infusión en varios aspectos:

La malta usada tiene un endospermo que ha sufrido menos degradación enzimática y requiere por consiguiente mayor acción enzimática en el macerado. La malta es molida más finamente y mezclada con agua a 35°C . La proteólisis y degradación del almidón ocurren en un reposo de pocas horas. Una porción de este macerado, a menudo una tercera parte, es llevada a otro recipiente en donde se realiza la peptonización, sacarificación, conversión, se lleva a hervor y se regresa al recipiente original. Con ésto, se consigue una elevación de temperatura hasta

aproximadas ente 50 °C, a la cuál las enzimas amilo y proteolíticas trabajan efectivamente.

Nuevamente, después de una pausa a ésta temperatura una tercera parte del macerado es separada y procesada - en la misma forma que la primera, regresándola al macerado principal con lo cuál la temperatura se eleva a aproximadamente 65 °C, en la cuál la amilólisis se realiza rápidamente. El proceso se vuelve a repetir con otra parte del macerado, con lo cuál se obtiene una temperatura de, aproximadamente 72 a 75 °C, a la cuál la actividad enzimática se detiene.

El mosto es separado del grano gastado en un filtro para mosto, el más común de los cuales, se describirá en forma breve posteriormente.

Sistema Mixto de Macerado.

Este sistema también llamado de doble macerado, tiene algunas semejanzas con el de infusión y de decocción.

La malta usada, tiene con mucha frecuencia alto poder enzimático, y pueden utilizarse cereales no malteados, entre los cuales podemos mencionar el maíz, sorgo y arroz. Esto constituye su principal ventaja, ya que con, ellos se hace más económico el proceso.

Este proceso se realiza en dos recipientes, en uno, de los cuales se introducen los cereales utilizados como adjuntos. El almidón de estos es lo que básicamente tie-

ne valor para el cervecero, como se encuentra en estado, natural, es muy difícilmente atacado por las enzimas de la malta durante la maceración. Por lo tanto, tienen que ser precocidos para producir la gelatinización y solubilización de los gránulos de almidón, con lo, cual se facilita el ataque de las diastasas.

En otro recipiente llamado macerador, se realiza la peptonización de la masa principal para posteriormente - recibir en forma regulada, la masa solubilizada del cocedor, realizándose así la licuefacción y sacarificación - para finalmente llegar a la temperatura de conversión de 70 a 73 °C.

Cualquiera que sea el sistema de maceración¹ utilizado, los principios son los mismos en cualquiera de los tres sistemas.

En la figura No. 3, se ilustra el ciclo de un macerado mixto. La duración de tiempos y las temperaturas, - pueden considerarse características de cada cervecería, malta o cerveza deseada.

(1) SEMINARIO DE TEORIA Y PRACTICA EN MALTERIA Y CERVECERIA.- pags. 351 a 353.
CERVECERO PRACTICO. pags. 69 a 74.

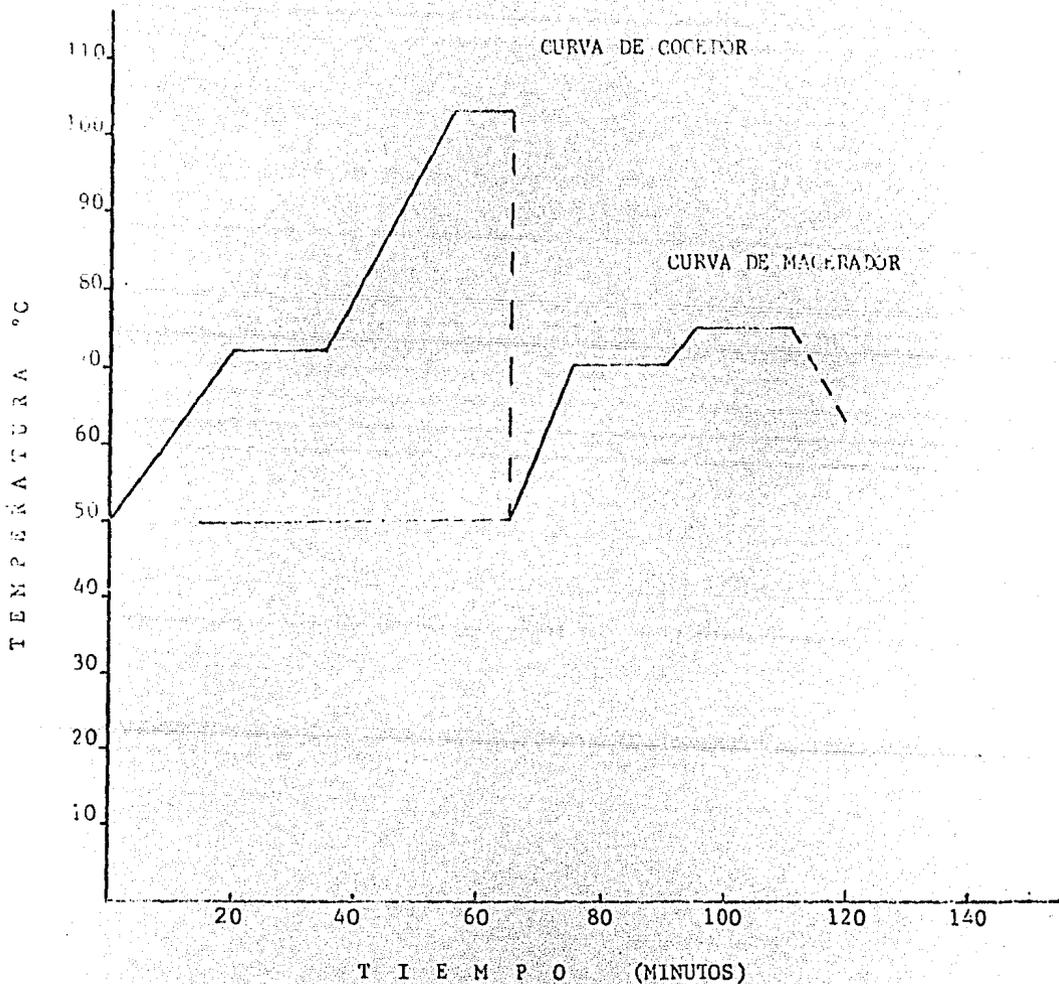


Figura No.3 GRAFICA TEMPERATURA - TIEMPO DE UN CICLO DE MACERADO MIXTO

FILTRACION DE MOSTO

Existen varios tipos de filtros utilizados para separar el mosto del grano gastado, sin embargo, solo se describirá en forma breve, el más ampliamente utilizado por los cerveceros de América.

Este equipo, llamado paila de filtración o más comúnmente conocido como "Lauter tub", consta de un cilindro de diámetro mucho mayor que su altura. Actualmente, la mayoría de ellos son construídos de acero inoxidable. La tapa del filtro es de forma cónica o esférica. El fondo real está constituido en forma de valles concéntricos en el centro de los cuales contiene perforaciones que conducen al mosto filtrado a un sistema colector. En adición al sistema de recolección de mosto, existe otro para la introducción de agua a presión cuando se desea enjuagar la unidad o levantar el lecho filtrante. Este sistema tiene sus salidas en la parte del lomo entre valle y valle, con deflectores que forzan la salida del agua en forma horizontal. De ésta forma, una delgada lámina de agua, fluye hacia el fondo del valle, llevándose los residuos, los cuales se drenan a través del sistema recolector de mosto.

Sobre el fondo real, y a una altura de aproximadamente 6 - 10 cm., está colocado un falso fondo dividido en secciones que permiten desarmarlo para su limpieza o reparación. Las placas que forman este fondo, son ranuradas en forma muy precisa y sobre ellas reposa el lecho filtrante.

El filtro está equipado con un sistema de cuchillas colocadas en forma radial a una distancia de 10 - 15 cm., entre cada una y montadas sobre dos brazos que corren del centro hacia la periferia. Los brazos están sostenidos por un eje de construcción pesada colocado en el centro del filtro y conectado a una propulsión de velocidad variable y a un hidráulico que permite variar la altura de las cuchillas, éstas son de cobre o acero inoxidable, diseñadas con una sección transversal delgada, con espacios intermedios que tienen trayectorias elípticas y tienen como finalidad facilitar la filtración del mosto, reduciendo la resistencia al flujo al formar canales dentro del lecho filtrante, uniformizan la cama filtrante durante el recibo de la masa y permiten descargar el grano gastado una vez terminada la filtración, ya que pueden ser giradas sobre su eje desde 0 a 45°, con lo cual mueven al grano hacia las compuertas de descarga colocadas en la periferia del fondo del filtro.

El filtro está también equipado con un sistema de regaderas colocadas exactamente por debajo del techo del filtro, de tal forma que permiten entregar agua en forma uniforme sobre toda la superficie del lecho filtrante. Estas regaderas son utilizadas para lavar el grano gastado, una vez que ha sido recuperado el primer mosto. En la figura No. 4 se presenta un corte transversal de este tipo de filtro.

Nos es la intención describir en este trabajo, las técnicas empleadas para establecer un buen lecho filtrante y una buena operación del filtro, y aún cuando varían en detalle en algunos aspectos, los principios que las rigen son generalmente similares y tendientes a obtener una buena eficiencia de filtración y brillantez del mosto,

aún cuando en ésto último existen diversas opiniones acerca de la conveniencia o inconveniencia de abrillantar demasiado el mosto durante su filtración.

Una vez realizada la filtración¹, la producción de mosto se ha concluido. El mosto ha sido entregado a la olla de cocción para continuar su proceso. El grano gastado, se envía a un tanque colector para ser utilizado como alimento animal. La unidad es entonces lavada para iniciar un nuevo ciclo.

(1)-Cervecerero Práctico. Pags. 87 a 92.

-Seminario de Teoría y Práctica en Maltería y Cervecería. Pags. 390 a 400.

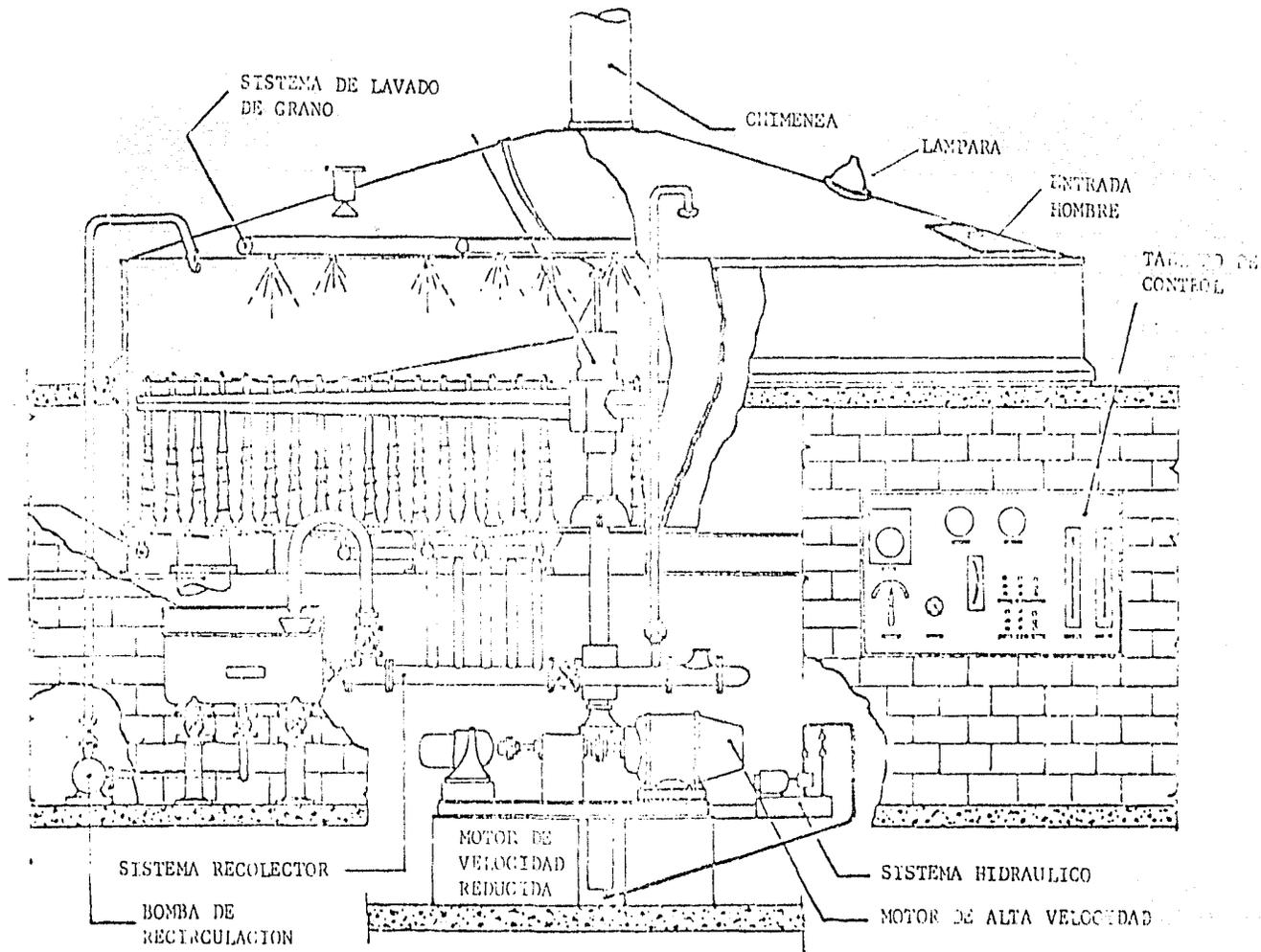


Figura No. 4 PAJLA DE FILTRACION ("LAUTER TUB")

OLLA DE COCCION

La ebullición del mosto en la olla,¹ puede parecer una operación sencilla, pero si se toman en cuenta todos los cambios químicos y físicos que afectan la composición del mosto, se vuelve una operación compleja.

Prestando atención sólo a los objetivos que se persiguen con la ebullición, se pueden resumir en forma sencilla como sigue:

1. Estabilidad
2. Desarrollo de sabor
3. Ajuste de la gravedad específica
4. Extracción de los Principios Amargos del Lúpulo e Isomerización de los Mismos

1. Estabilidad.— La estabilidad se proporciona en varios aspectos:

a) Estabilidad Biológica.— El tiempo transcurrido entre la filtración del mosto y el inicio de la ebullición resulta peligroso, ya que el mosto proveniente del filtro puede contener bacterias resistentes al calor. Una vez iniciada la ebullición, se consigue en pocos minutos esterilizar el mosto.

(1)—Cerveceros Práctico. Pags. 117 a 127.

—Seminario de Teoría y Práctica Cervecera. y Maltera. Pags. 419 a 436.

—A Textbook of Brewing. Volúmen I, Capítulo 14

b) Estabilidad Bioquímica.- La temperatura de ebullición destruirá completamente la actividad enzimática garantizando la uniformidad en la constitución química del mosto entre un cocimiento y otro.

c) Estabilidad coloidal.- Durante la ebullición se consigue también eliminar las proteínas coloidales inestables, debido a la desnaturalización de las mismas provocada por la temperatura y la agitación.

d) Estabilidad en el sabor.- Se favorece por la eliminación de compuestos volátiles, por ejemplo el ácido isovalérico. La presencia de algunos aminoácidos como la cistina y la cisteína, representa una fuente de azufre para la producción de ácido sulfhídrico por la levadura.

2.- Desarrollo del sabor.- Los cambios en el sabor en adición a los contribuidos por el lúpulo, se deben a la formación de compuestos formados por las reacciones entre los azúcares y aminoácidos, y a la eliminación, como ya se dijo, de compuestos volátiles provenientes de las materias primas.

3.- Ajuste de la Gravedad Específica.- Durante la operación del lavado del grano gastado, se introduce a la olla un exceso de agua, el cual se elimina durante la ebullición obteniendo con ello la densidad deseada en el mosto.

4. Extracción de los Principios Amargos del Lúpulo e Isomerización de los Mismos.- Durante la ebullición del mosto, pasan a solución los principios amargos del lúpulo¹ que son los que imparten a la cerveza su amargor característico.

TANQUES DE MOSTO CALIENTE

Estos tanques pueden ser rectangulares o cilíndricos de tipo remolino (Whirpool)². La estancia del mosto en estos tanques tiene como objetivo el permitir la sedimentación del coágulo formado durante la ebullición en la olla. Entre los factores que afectan la cantidad de coágulo separado en el tanque de mosto caliente, pueden mencionarse la altura del mosto en el tanque, el tamaño del flóculo, el peso específico del mosto, la temperatura y el pH.

(1) Ver inciso c de este capítulo. página 66.

(2) Cerveceros Práctico.- Pags. 149 a 151.

ENFRIAMIENTO DEL MOSTO

El enfriamiento del mosto, independientemente del tipo de enfriador utilizado, tiene como finalidad principal:

1. Reducir la temperatura desde aproximadamente 90-100°C hasta la temperatura de siembra, la cual puede oscilar desde 7 hasta 18°C, dependiendo del tipo de cerveza y cervecería en particular.

2. Aereación del mosto que permita trabajar adecuadamente a la levadura.

FERMENTACION

El mosto deja al enfriador a una temperatura, como ya se mencionó, entre 7 y 18°C. La siembra se realiza inmediatamente después del enfriamiento para evitar una fácil contaminación microbiológica a esta temperatura. La aereación del mosto puede ser realizada inmediatamente antes o después del punto de siembra.

El nivel de aereación del mosto se realiza hasta saturación, lo que se logra con aproximadamente 8 ppm de oxígeno disuelto.

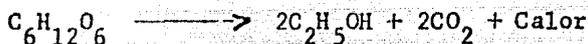
La dosis de levadura adicionada puede variar entre 8 y 15 millones de células por ml. de mosto.

Una vez sembrado y aereado el mosto, se tienen las condiciones para el inicio de la fermentación.

Algunos cerveceros reciben el mosto sembrado en un tanque llamado tanque de arranque, el cual puede ser cerrado o abierto, y en donde el mosto permanece un tiempo, el cual puede variar desde 2 hasta 24 horas; para posteriormente pasarlo al fermentador, otros reciben el mosto directamente en el fermentador.

La fermentación del mosto puede ser considerada como una de las etapas más importantes del proceso, a la cual se le ha dedicado mayor atención por parte de los investigadores. Sin embargo, se considera insuficiente lo que hasta la fecha se conoce acerca de los complicados cambios bioquímicos que finalmente establecen la diferencia entre una cerveza y otra.

Una definición sencilla de lo que es la fermentación cervecera, sin considerar la influencia enzimática, se podría expresar como el proceso anaeróbico por medio del cual la levadura convierte los azúcares fermentables en etanol, dióxido de carbono y calor:



Sea muchos los factores que afectan la fermentación, entre los principales pueden mencionarse los siguientes:

1. La cepa de levadura utilizada
2. Condiciones del cultivo en el momento de la siembra
3. La cantidad de levadura inoculada
4. Composición química del mosto
5. Aereación del mosto
6. Temperatura de fermentación
7. Condiciones y diseño del fermentador

El orden de importancia dado a cada uno de estos factores puede ser diferente dependiendo de la clase de cerveza y de cada cervecería en particular.

- En lo que se refiere al factor número uno, se sabe que la diferencia en el metabolismo de las distintas cepas de levadura, lleva consigo variaciones en las características de la levadura tales como grado de floculación, habilidad para fermentar los diferentes tipos de azúcares, eliminación del color, formación de aceites fusel, etc.

- Las condiciones del cultivo en el momento de la siembra, deben ser las de un cultivo sano, formado por células jóvenes y vigorosas, procedentes de una recolección selectiva y libre de infecciones. El estado del cultivo, depende mucho de su historia o manejo anterior, así por ejemplo, se ha demostrado que los efectos causados por una aereación

insuficiente (5 ppm) del mosto en el momento de la siembra, son acumulativos, de tal forma que en un ciclo de tres fermentaciones, el grado aparente de fermentación desciende desde 67% hasta 44%, es decir la levadura pierde gradualmente su poder de fermentación.

- Por lo que se refiere al factor 3, es muy importante que la inoculación no sea excesiva, ya que si este es el caso, se tendrá como resultado una cosecha de levadura muy pobre en células jóvenes con la consiguiente pérdida de vigor por agotamiento del cultivo.

- La composición química del mosto tiene gran influencia sobre la velocidad de fermentación, reproducción de la levadura, grado de atenuación conseguido, etc. La composición del mosto se verá alterada por los siguientes factores:

- a) Tipo y cantidad de adjunto utilizado en la fórmula de elaboración
- b) Características de la cebada empleada
- c) Grado de modificación durante el malteo
- d) Grado de proteólisis y sacarificación obtenidos durante la maceración

- La importancia de la aereación del mosto ya fue mencionada al hacer referencia al factor número dos.

- La temperatura de fermentación afecta directamente el metabolismo de la levadura. Es bien conocido que a mayor temperatura se tiene una fermentación más acelerada, pero a cambio de ello se obtendrá un producto de menor calidad, con características aromáticas y sabores astringentes, habrá mayor formación de aceites fusel, ácidos, aldehidos, ésteres, menor pH, menor espuma, etc., factores todos éstos, indeseables en la cerveza.

- Existen varias formas, tamaños y diseños de fermentadores, teniendo todos ellos influencia sobre la fermentación. Se considera que en fermentadores pequeños, existirá siempre una atenuación más fácil debido a un mejor contacto entre la levadura y el mosto. La colocación y diseño de las unidades de atemperación afectará las corrientes de convección que mantienen en suspensión a la levadura, reflejándose esto en el grado de atenuación obtenido. Existen otros factores que tienen su influencia sobre la fermentación, como pueden ser la relación entre la altura y el área de la base del tanque, la tersura o rugosidad de las paredes, bases cónicas o planas, etc.

REPOSO O MADURACION

Una vez terminada la fermentación primaria, aun cuando ésta sea total, siempre existirá un carácter astringente con

sabor a levadura. Una falta de carácter también será notoria al término de la misma.

Para eliminar estos sabores, se emplea la etapa de reposo, etapa en la cual se le dan los ajustes finos y definitivos, debido entre otras cosas a la eliminación o reducción de algunos volátiles presentes en la cerveza, como diacetilo, aldehídos, alcoholes pesados, cetoácidos, y compuestos sulfurados. En esta etapa es eliminado también el oxígeno que pudo haber sido atrapado durante el bombeo de tanques de fermentación a tanques de reposo. Algunos aceites de lúpulo, no separados en la olla, se eliminan aquí por precipitación, se separan también por adsorción en la levadura algunos metales. Precipitan también varias proteínas, las cuales son la causa principal de la turbiedad en la cerveza.

De acuerdo con la técnica de reposo utilizada, la eliminación de volátiles se puede obtener de diferentes formas.

Es posible, al terminar la fermentación primaria, enfriar la cerveza con o sin separar las células de levadura y carbonatar en reposo desde el fondo del tanque, purgando así en forma constante los volátiles mencionados anteriormente.

Generalmente esto se hace en procesos sin "Kraeusen" y se debe cuidar que la cerveza al término de la fermentación primaria, tenga 1% de extracto residual y de 0.5 a 3.0 millones de células de levadura en suspensión por mililitro; por

lo tanto, se debe cambiar el ciclo de enfriamiento en fermentación o centrifugar la cerveza. Cualquiera de las dos alternativas tiene sus problemas. El cambiar el ciclo de enfriamiento requiere de un mayor número de fermentadores que utilizando el proceso de "Kraeüssen", ésto quizá esté compensado con el menor tiempo necesario para reposo en proceso sin "Kraeüssen". El uso de centrifugas es costoso, son de poco rendimiento, el centrifugado aumenta la temperatura de la cerveza y se corre el riesgo de contaminaciones e introducción de oxígeno.

Los tanques de reposo en este proceso deberán tener contrapresión de bióxido de carbono, ya que generalmente se carbonata hasta 2 volúmenes de CO_2 . Se requiere sistema para recuperación de CO_2 , ya que se está recirculando.

Se dice que la cerveza así elaborada, tiene mejor estabilidad coloidal y una mayor purga de volátiles debido al lavado con CO_2 .

Cuando se utiliza el proceso de "Kraeüssen", éste requiere de mayor tiempo para la realización de la fermentación secundaria y la eliminación de complejos proteína-polifenol-carbohidrato.

En este proceso, al terminar la fermentación primaria, se tienen entre 0.5 y 6 millones de células en suspensión por mililitro.

En adición al efecto que se tiene por eliminar en reposo los compuestos volátiles (alcoholes superiores, diacetilo, aldehidos, etc.), se obtienen variaciones en las características de la cerveza debido a la secreción del interior de la célula de levadura, de material intercelular como aminoácidos, péptidos, fosfatos orgánicos e inorgánicos. Estos materiales logran salir del interior de la célula y difundirse en el medio debido a los cambios que con el tiempo ocurren en la permeabilidad de la pared celular. Este cambio en la permeabilidad celular es normal y no debe confundirse con el rompimiento que ocurre cuando la levadura se autoliza, ya que en este último caso, todo el protoplasma de la célula pasa al medio sin ningún tipo de selección.

Se cree que esta excreción constituye la principal diferencia entre una cerveza sin y con Kracüssen, ya que aparte de existir más levadura, es mayor la temperatura y el tiempo; y la acumulación interna en las células, aumenta con la temperatura y tanto ésto como el mayor tiempo acelerarán la modificación de la pared celular.

Esta excreción que ocurre durante el reposo, es la causante de que se observe un incremento en el pH de la cerveza entre el inicio y el fin del mismo. El pH puede aumentar en 0.1 unidades en un tiempo de 40 días y el alfa amino nitrógeno en 20 ppm.

Si analizamos la cerveza del fondo del tanque, estos va-

lores serán más altos, lo cual nos indica que estos compuestos ocurren debido a la excreción de materiales no volátiles de las células de levadura sedimentadas, o sea, los principales factores que regularán la maduración del sabor, serán:

- a) Acumulación interna de las células
- b) La secreción
- c) La difusión en toda la cerveza del tanque

En este proceso se pueden considerar 2 etapas de reposo:

1. En las primeras dos semanas, la levadura termina de fermentar
2. Después de 15 días se inicia la liberación de materiales de la levadura a la cerveza.

Cuando se utiliza el proceso de Kraeüßen, se considera óptimo enfriar la cerveza al terminar la fermentación primaria hasta 6.0°C, si la temperatura es menor, la fermentación secundaria será más difícil y más lenta la maduración, si es mayor, habrá más pobre separación de la levadura al terminar la fermentación primaria, y se aumentarán las cargas de refrigeración.

El nivel de Kraeüßen puede ser del 7 al 20%, dependiendo de las condiciones particulares.

El proceso con Kraeüssen es más largo, pero se considera que se obtienen cervezas con mejor espuma, mejor protegida contra la oxidación, sabor más limpio y suave, menor contenido de diacetilo y más uniforme carbonatación.

Es recomendable que en las etapas finales del reposo, la cerveza se encuentre próxima a 0°C para evitar que se autolice la levadura y se tengan problemas de sabor.

El tiempo óptimo de reposo para cervezas con Kraeüssen, variará entre los 25 y los 35 días, siendo principalmente afectado por los siguientes factores:

1. Temperatura
2. Cepa de levadura
3. Estado fisiológico de la levadura
4. Número de células de levadura en suspensión
5. Grado de floculación de la levadura
6. Corrientes de convección en el tanque
7. Capacidad y forma de los tanques de reposo

Cualquiera que sea el tipo de reposo que se siga, tendrá como finalidad lograr los siguientes objetivos:

1. Mejorar el sabor y aroma de la cerveza
2. Efectuar reacciones de reducción
3. Saturación parcial con CO₂
4. Clarificación parcial de la cerveza

5. Eliminación de los complejos formadores de turbiedad con lo cual se aumenta la estabilidad del producto
6. Reducción en el contenido de azúcares residuales, con lo cual se reduce una posibilidad de contaminación posterior.

FILTRACION FINAL DE CERVEZA

Al terminar la etapa de reposo, la cerveza ha alcanzado cierto grado de clarificación, sin embargo, está aun muy lejos de alcanzar el grado de brillantez requerido para su aceptación. Nace entonces la necesidad de la filtración previa a su envasado.

Aceptando que la filtración de la cerveza es necesaria, se considera conveniente mencionar los métodos y sistemas más conocidos y ampliamente utilizados en cervecería.

En condiciones en las cuales existe resistencia a la filtración, es una práctica muy común el utilizar los llamados "filtros ayuda", definiendo como filtro ayuda, a un material finamente dividido, que no presenta ninguna reacción química con el líquido a filtrarse y que prácticamente no se compacte o comprime por la presión que ejerce el líquido al pasar a través de él.

Un buen filtro ayuda debe formar una torta filtriante con aproximadamente 85 - 90% de espacios vacíos. El tamaño de estos espacios, debe ser tan pequeño como para retener cuerpos o sólidos hasta de un décimo de micra.

Resumiendo, se pueden enumerar las siguientes características para un buen filtro ayuda:

1. Debe ser inerte, libre de impurezas, como materia orgánica, bajo contenido de fierro, etc.

2. Debe ser ligero, ya que con esto se tendrán mayores ventajas económicas, ya que a igualdad de peso, existirá una mayor presencia volumétrica de filtro ayuda.

3. Debe formar una torta porosa con 85 - 90% de espacios vacíos.

4. Debe tener la menor área superficial posible. (La resistencia al flujo se produce por el esfuerzo de adherencia del líquido sobre la superficie de la partícula de filtro ayuda, por lo tanto, a menor área superficial, el flujo es mayor. El área superficial está directamente relacionada con el tamaño de la partícula. Una torta formada de partículas muy finas, tiene muchas veces más área superficial que aquella formada por partículas gruesas.)

5. Buena distribución del tamaño de las partículas.

Dado que las partículas finas presentan un área superficial muy grande, tienden a reducir el flujo, y por otra parte, las gruesas dan una pobre claridad, siempre se busca tener una uniformidad en las partículas.

Son muchos los materiales que como filtro ayuda se han empleado, pero sólo se mencionarán los que han tenido más éxito:

1. Filtros ayuda de diatomita
2. Filtros ayuda de perlita
3. Filtros ayuda de celulosa
4. Filtros ayuda de asbesto

- Filtros ayuda de diatomita.- Formada por esqueletos silicosos de plantas acuáticas microscópicas que se depositaron en el fondo de océanos y lagos después y durante la época del mioceno, comprendida entre 100,000 y 15,000,000 de años atrás. La diatomea es una célula viva que se encuentra dentro de dos medias valvas de naturaleza silicosa; al morir la célula, queda sólo la valva depositada en el fondo del lago o mar. Si los esqueletos son redondos, ésto nos indica que proviene de un depósito que en un tiempo fue mar, si son alargados, la muestra proviene de un depósito donde antes existió un lago.

La diatomita alargada tendrá mayor superficie filtrante

por unidad de peso.

Se producen prácticamente sólo 3 tipos de filtro ayuda de diatomita, a saber: Natural, Calcinada y Calcinada Flux, o sea, esta última con adición de Soda ash, y dentro de estas tres clases una diversidad de grados, de acuerdo con el tamaño promedio de las partículas.

Natural.- Es el que proporciona la mayor eficiencia en cuanto a claridad se refiere. Se procesa únicamente secando, moliendo y clasificando el material del depósito.

Calcinada.- En adición al proceso de la natural, se calcina a 1800°C. Durante la calcinación se destruyen las partículas más finas, consiguiéndose la fusión de algunas de ellas, el material adquiere un color rosado. Produce mayor velocidad de flujo con grados de brillantez muy aceptables.

Calcinada Flux.- Se calcina a 1900°C con Soda ash. Se volatilizan todos los óxidos de hierro y se aglomeran entre sí las partículas finas, dando con esto altas velocidades de filtración y pobre brillantez, por lo tanto, no se usa en cerveceras.

- Filtros ayuda de perlita.- Cuando cruda, es una roca densa, vidriosa, formada por acción volcánica. Cuando se muele y calcina bajo condiciones apropiadas, se expande debido a su agua molecular y aumenta hasta 20 veces su volumen.

original.

Los filtros ayuda de perlitas están compuestos básicamente de dióxido de silicio y son esencialmente inertes. Al igual que la diatomita, su solubilidad es prácticamente nula, excepción hecha de fuertes álcalis. Son excepcionalmente ligeros y no contienen materia orgánica. Una ventaja que tienen sobre la diatomita, es que pesan 20% menos por unidad de volumen.

Tienen una gran eficiencia de filtración en líquidos con alto contenido de sólidos en suspensión. Tienen gran resistencia a los resquebrajamiento de la torta en filtros rotatorios.

- Filtros ayuda de celulosa.- Es celulosa de madera, químicamente purificada, no es abrasiva, con ausencia de cenizas y su contenido de celulosa pura es de 99.5%. Existen 8 ó más grados de este tipo de filtro ayuda.

La forma más común de usarlo es como una primera precapa sobre el soporte filtrante. Las ventajas que se pueden esperar con su uso, son las siguientes:

1. Una formación de precapa más rígida debido a la trama que forman las fibras, el filtro ayuda de diatomita o perlita es detenido más rápidamente cuando se usa combinado con filtro ayuda de celulosa.

2. Mayor facilidad de retrolavado, ya que basta un pequeño golpe en la parte superior del soporte para que la torta agotada se desprenda con facilidad.

3. Ayuda a evitar que se desprenda en partes la precapa o torta, cuando por alguna razón existen cambios de presión dentro del filtro.

Cabe aclarar que este filtro ayuda por sí solo no da la brillantez necesaria en la filtración de cerveza, por lo que su uso debe ser acompañado de filtros ayuda, ya sea de perlita o diatomita, tanto para precapa como para inyección.

- Filtros ayuda de diatomeas.- Se puede usar en la precapa para aumentar su resistencia a los cambios en la presión debido a que sus fibras se entrelazan con las de la tierra de diatomeas, formando capas cohesivas. Origina capas más densas con poros más pequeños debido a que sus fibras son tan pequeñas que con un gramo se pueden cubrir de 3000 a 8000 cm² de superficie, y por lo tanto, debido a ésto y a sus efectos adsortivos y electrostáticos, mejorará considerablemente la brillantez del filtrado. Nunca se emplea solo porque se obtendrían poros demasiado pequeños, se usa mezclado con diatomita en la proporción de 10% máximo.

A continuación se discuten los básicamente tres procesos distintos en la filtración con filtros ayuda.

1. Proceso de Cama Fija.- Consiste en formar una torta de espesor entre 4 y 12 mm. Durante la filtración no se agrega ni se quita filtro ayuda. Sólo se usa en casos en que el contenido de sólidos es muy bajo (menos de 100 ppm) y para líquidos de baja viscosidad. (En hoteles y balnearios para filtrar el agua de las albercas)

2. Proceso de Precapa en Filtración Rotativa.- Consiste de un tambor rotativo al cual se le aplica vacío interno. En la superficie externa se usa la precapa. Parte del tambor se encuentra sumergido en la solución por filtrar. El líquido fluye a través de la torta depositando los sólidos en suspensión en la superficie de la misma. Este tipo de filtros nunca se usa en cervecerías, y por lo tanto, no se hablará más de él.

3. Proceso de Formación de Precapa y Agregado Posterior.- Es el proceso más generalizado en la filtración de cerveza. Se distingue de los ya mencionados en que el filtro ayuda es agregado en forma constante al líquido por filtrar.

Es práctica común formar previamente una precapa cuyo objetivo básico es evitar que se tapen las mallas con sólidos existentes en el líquido. Permite obtener brillantez desde las etapas iniciales de la filtración. Una vez formada la precapa y sin interrupción de la presión dentro del filtro se inicia el bombeo del líquido por filtrarse. Es muy importante no tener cambios bruscos en la presión dentro del filtro

al momento de hacer este cambio, pues podría causar desprendimiento de la precapa y una vez que esto sucede, es muy difícil volver a obtener la claridad deseada.

En este proceso, el líquido por filtrarse contiene no solamente sólidos en suspensión, sino también el filtro ayuda y ambos irán formando una torta que irá aumentando de espesor a lo largo del ciclo. El filtro ayuda se inyecta en la corriente del líquido que se filtra en una suspensión de concentración conocida, debe añadirse en forma constante tanto en cantidad como en concentración.

La principal ventaja que presenta este método con inyección constante, es que la duración del ciclo será mayor que con el sistema de cama fija.

La bomba dosificadora debe tener velocidad variable para permitimos variar la velocidad de dosificación al disminuir la velocidad de flujo.

Previamente a la filtración, la cerveza es pasada por un enfriador donde su temperatura desciende hasta -2.0°C para eliminar por coagulación la mayor parte de los complejos proteicos presentes. Es conveniente realizar la carbonatación de la cerveza antes del enfriador, con lo cual se tendrá una mejor disolución del gas sin que existan problemas por variaciones de presión en el filtro. En la **figura No. 5** se muestra un sistema característico de filtración con diatomeas.

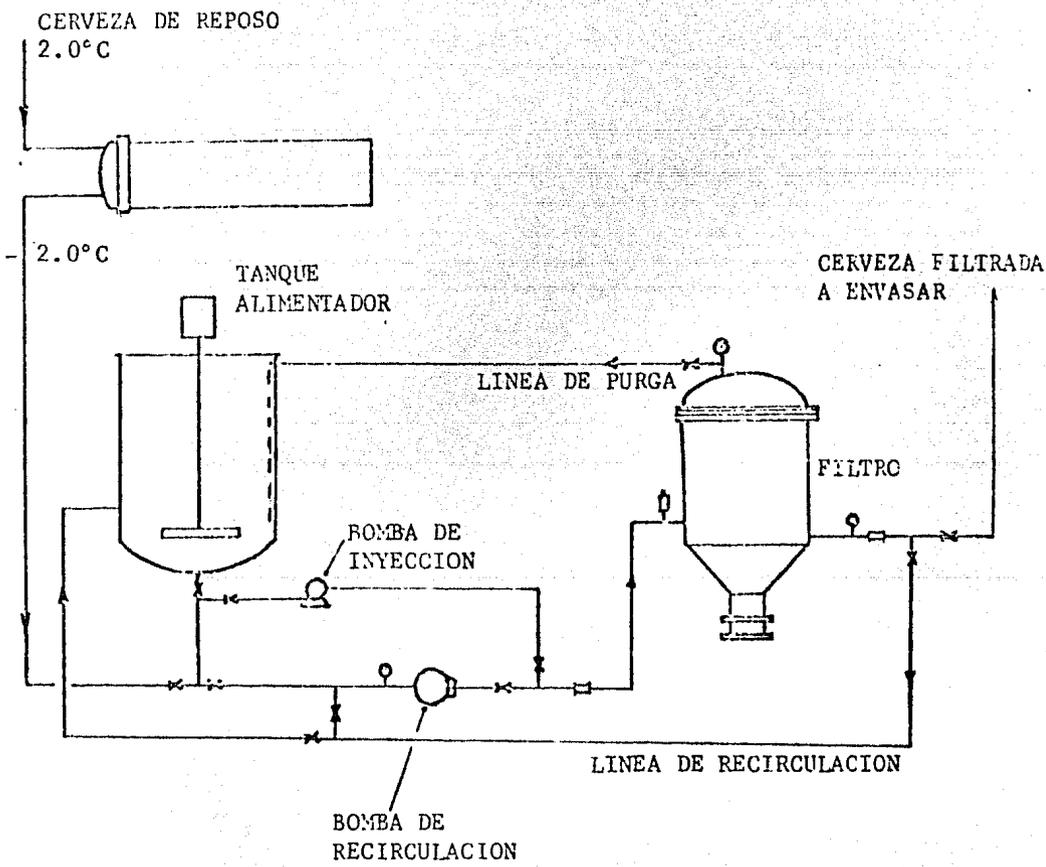


Figura No 5.- DIAGRAMA TIPICO DE UN SISTEMA DE
FILTRACION DE CERVEZA

Selección del Proceso de Filtración y Tipo de Filtro.-

Se pueden seguir tres métodos:

a) Experiencias ajenas: Literatura, recomendaciones del proveedor, conocimiento de procesos similares. Esto es un camino útil pero se considera muy incompleto, ya que nadie mejor que uno conoce las diferencias, a veces pequeñas, a veces considerables, que existen en el equipo, proceso, materias primas, etc., que existen de una planta a otra.

b) Experiencias propias mediante pruebas en planta. Este es sin duda el proceso que proporciona datos más completos y por el que se obtienen mejores experiencias. Al realizar pruebas en la planta, se obtienen desde luego, resultados concluyentes y definitivos, comprobatorios de cualquier tipo de investigación previa. Tiene, sin embargo, serios inconvenientes:

Tiempo.- El tiempo que dura la prueba es considerable, ya que son muchos los factores que se tienen que variar para cubrir todos los aspectos de la investigación. Entre los principales factores a variar se pueden considerar: presión, temperatura, tipo de filtro ayuda, equipo, claridad, resultados microbiológicos, etc.

Todo esto nos lleva a un número considerable de pruebas que requieren tiempo y que en la práctica generalmente no se tiene, especialmente cuando surge un problema que exige una

solución inmediata, pues en ella está comprometida parte o la totalidad de la producción.

En varias ocasiones, sobre todo al inicio de la investigación, se pueden obtener grandes cantidades de producto con un alto valor y sin reunir las condiciones que su venta requiere, y si por descuido salen así al mercado, pueden perjudicar el prestigio de una calidad alcanzada y aceptada por años.

c) Pruebas en Planta Piloto. Es el método que permite hacer un gran número de pruebas modificando las variables en un tiempo relativamente corto, no es un método comprometedor, se obtienen resultados muy aceptables y similares a los obtenidos en escala industrial. Es el más recomendable.

Una vez realizada la filtración y carbonatación de la cerveza, el producto está terminado y listo para ser envasado. El proceso que para ello se sigue, no se discutirá por ser muy similar al de cualquier bebida gaseosa embotellada o enlatada.

Sin embargo, es necesario indicar lo que a la pasteurización se refiere.

Pasteurización.

La pasteurización que se aplica hoy en casi todas las cervecerías del mundo, es el resultado de los estudios que hizo el gran **biólogo** francés Doctor Louis Pasteur sobre fermentaciones de cerveza. La pasteurización consiste en elevar la temperatura lo suficiente y mantenerla el tiempo necesario para destruir los microorganismos presentes en la cerveza y obtener en esta forma una mejor estabilidad biológica en el producto terminado.

Seguramente, en la época de éste descubrimiento no se le dió la importancia que tiene hoy. Entonces las cervecerías eran chicas, el consumo de cerveza en botella era insignificante, la cerveza se consumía casi inmediatamente después de haber salido de la cervecería y el cervecero podía observar su producto hasta el momento de consumirse. Hoy con el enorme volúmen de cerveza de botella, las distancias tan grandes, el tiempo y las diferentes condiciones a las que permanece la cerveza hasta su consumo, es cuando más apreciamos la herencia que nos dejó este gran hombre.

Como en casi todas las operaciones cerveceras, también en la pasteurización tenemos los dos factores: temperatura y tiempo que están íntimamente relacionados entre sí. La cerveza sale de la llenadora a una temperatura de 0 a 1.5°C, entra en la pasteurizadora y es elevada gradualmente

hasta 60°C, esta temperatura se mantiene durante 20 minutos y luego se enfría gradualmente a menos de 29°C. Ruff recomienda que la cerveza debe salir de la pasteurizadora con 24°. Ne kola, recomienda de 21 a 24° y quizá menos todavía en un futuro. Broderick y Bissel recomiendan 12 a 15°.

La temperatura de 60° en 20 minutos es la que generalmente se aplica en la pasteurización. Desde luego se pueden modificar los factores, aumentando temperatura y reduciendo tiempo o viceversa. El siguiente cuadro de: The Crown of Baltimore, da la relación entre las temperaturas y el tiempo mínimo necesario para asegurar la pasteurización. ((ver. Fig. 55)

TEMPERATURA °C	TIEMPO minutos
57.5	22
58.5	21
60.0	20
61.0	19
62.5	18
63.5	17
65.0	16

Se han ensayado temperaturas hasta 71° con 12 minutos pero la cerveza así tratada sufría demasiado en estabilidad.

En el cuadro siguiente de Epstein and Snell se muestran los diferentes microorganismos, tiempo y temperatura necesarios para su destrucción.

Lactobacilus	5 minutos a 60 °C
Pediococos	5 " " 56 "
Acetobacterias	5 " " 54 "
Levadura cervecera	5 " " 60 "
Micoderma	5 " " 54 "
Torula	5 " " 54 "

Estos tiempos y temperaturas deben considerarse como mínimos. Por lo tanto, la temperatura de 60°C y 20 minutos de tiempo se aplican generalmente sin ninguna modificación porque con un grado menos de los 60° ya no tenemos garantía de que la cerveza salga pasteurizada, lo mismo que uno o dos grados más de los 60° que imparten a la cerveza el conocido sabor de sobrepasteurización o sea a pan, o sencillamente azorrillado.

Ahora bien, si logramos que en nuestra cervecería imperen excelentes condiciones sanitarias, el contenido de microorganismos en la cerveza a pasteurizar será prácticamente nulo, con excepción de la levadura cervecera.

Con una filtración muy forzada, también podríamos eliminar ésta, pero sabemos que esto tendrá otras consecuencias, porque al retener en el filtro hasta la última célula de levadura, retendrá también otras sustancias que son indispensables en la cerveza. Con la sola eliminación de los microorganismos dañinos y una considerable reducción de las levaduras ya ganaríamos mucho.

La pasteurización en sí, no beneficia en nada a la cerveza, muy al contrario, pero es el único medio al que tenemos que recurrir forzosamente para que nuestros productos puedan estar 3 o 4 meses y a veces más, en el mercado antes de consumirse.

Al elevar la temperatura de la cerveza a 60°, que es en nuestro caso el 66% de la temperatura de hervir el caldo (2000 metros sobre el nivel del mar) ocurren forzosamente transformaciones trascendentales en un líquido tan complejo como es la cerveza, produciéndose desequilibrio en su estabilidad coloidal y que hacen cambiar su sabor. Tenemos aquí la explicación porque muchos tomadores expertos de cerveza prefieren la de barril que no es pasteurizada.

Cuales son las causas que hacen cambiar el sabor de la cerveza durante la pasteurización?. Sabemos que una de las principales causas es el contenido de aire en la cerveza a la hora de pasteurizarse. Es un hecho que este contacto con el aire altere definitivamente la estabilidad de la cerveza. Trabajos realizados sobre esta materia durante los últimos años, muestran que el efecto del aire produce cambios indeseables, debidos a la oxidación de la cerveza. Según Gray: "En relación con las características de aroma, sabor, estabilidad coloidal, brillo y enturbiamiento por el frío, existe la evidencia de que el contacto con el aire tiene definitivamente una influencia determinante que aumenta con el tiempo. Sigue: La

temperatura durante el contacto con el aire, es también de gran importancia y tiene especial significación en relación con las condiciones de pasteurización. Cuando existe aire presente, sus efectos perjudiciales se acentúan con las temperaturas altas. Por tanto, para cervezas pasteurizadas este factor operado durante la pasteurización, es una de las causas de la falta de uniformidad, debida a la variación de la cantidad de aire contenido de una botella a otra, las pequeñas cantidades de aire disueltas en la cerveza al embotellar, están expuestas a verse aumentadas en condiciones normales de embotellado, por la entrada de aire atmosférico en el momento antes de tapar la botella. Actualmente, las precauciones corrientes para reducir las cantidades de aire atrapadas de este modo en la botella, consisten en algunos dispositivos para crear espuma, subiendo ésta en el cuello de la botella y desplazando así el aire mecanicamente, las variaciones que permite este procedimiento hacen que la cantidad de aire contenido en cada botella sea diferente. Esto se ha comprobado por el hecho de que al examinar el aire contenido en cada botella, se han encontrado variaciones considerables. Naturalmente, cuando esas variaciones existen, el producto presenta diferencias en su estabilidad. Se ha encontrado que botellas aisladas, que contienen relativamente altas cantidades de aire, están sujetas a cambios coloidales, así como otros efectos

de oxidación cuando están en el mercado, en menos tiempo que otras botellas compañeras llenadas al mismo tiempo con igual clase de cerveza, pero en las que el contenido de aire está más bajo".

Nosotros procuramos que la cerveza llegue uniforme y homogénea al embotellado, pero de ahí en adelante comienza la variación. Durante el proceso de la elaboración de la cerveza, el aire es beneficioso hasta el momento de iniciarse la fermentación, de este punto en adelante y con todos los medios a nuestro alcance, debemos evitar el contacto de aire con la cerveza. Al vaciarse los tanques de fermentación, la succión hace un remolino en la salida, arrastra aire y como entra al tanque de reposo por abajo, burbujea a través de la cerveza y ya tenemos ahí el primer contacto con aire. Esto se puede evitar, reduciendo la válvula de salida del tanque de fermentación. Luego tenemos entradas de aire en las líneas de cerveza por empaques defectuosos, estoperos de las bombas, por bolsas de aire en las líneas que nos están niveladas correctamente, por la contrapresión de aire en los tanques de reposo al vaciar y finalmente en la sala de gobierno también por contrapresiones altas y sobre todo en tanques con superficie grande. Hoy día y conociendo el daño que nos causa el aire en la cerveza, todas las contrapresiones debían ser con gas carbónico para que la cerveza llegue a embotellado con un ITT mínimo.

Con la pasteurización todavía no termina el mal trato que se da a la cerveza. Como vimos al principio, la cerveza debe salir de la pasteurizadora bien enfriada, eso quizás es tan importante como la misma pasteurización. Me refiero otra vez a Gray quien dice: "El efecto de la temperatura en la cerveza no es solamente una cuestión de temperatura alcanzada por la misma, sino también una cuestión de tiempo. Una cerveza sometida a una temperatura de 37.8°C durante una semana, desarrollará mucho sabor a pasteurizada o cocinada, como resultaría de unos minutos de exceso de duración en la pasteurización a 60°C . Por esta razón, se supuso que un rápido enfriamiento a temperaturas bajas de las botellas inmediatamente después de la pasteurización y el posterior almacenaje de las mismas a temperaturas relativamente bajas son necesarias para la mejor estabilidad!"

La realidad es la siguiente: La producción máxima coincide precisamente con la temperatura de calor y como consecuencia de una escasez de agua. Lo principal es satisfacer las demandas de cerveza y a todo lo demás no se le da atención debida.

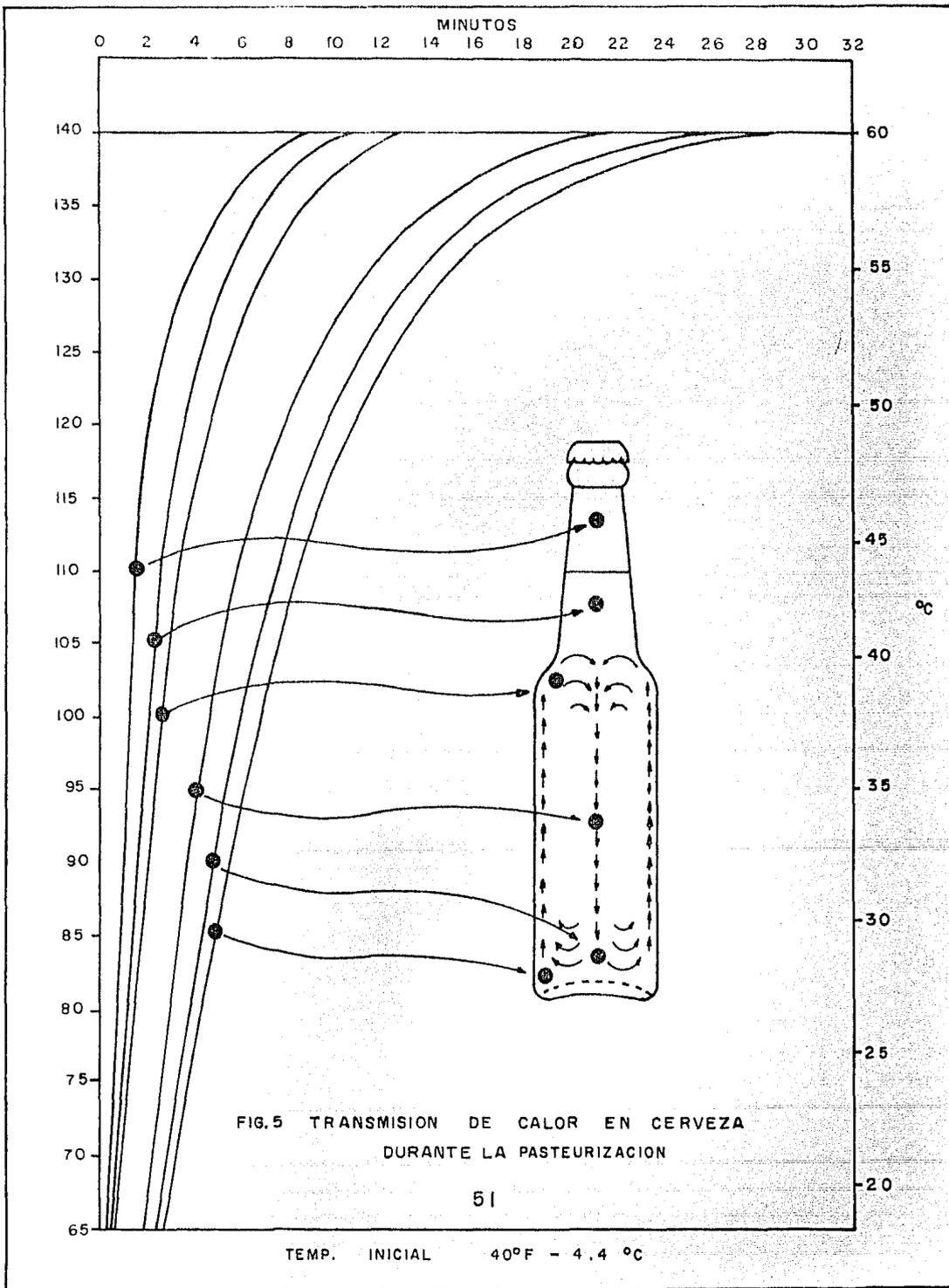
Vemos que la cerveza es empacada con bastante más de 30°C en la botella. Esta temperatura se conserva en el cartón estibado que no permite un enfriamiento, llega a los lugares de consumo si acaso con unos grados menos y vuelve a tomar la temperatura del ambiente del lugar donde está alm

cenada. Si es en la costa, ya sabemos que pasa también de los 30°. No es una mera coincidencia que de lugares fríos, como Toluca por ejemplo, no se reciben las quejas como las que vienen de la costa o de otros lugares calientes, de que la cerveza tiene mal sabor y falta de brillantez.

Otra causa que acelera el desequilibrio de la estabilidad coloidal, es el movimiento vibratorio durante el transporte. Esto se comprueba fácilmente, enviando en un transporte de 1000 kilómetros un cartón de cerveza y comparándolo el día siguiente de su regreso con otras botellas del mismo lote pero que han quedado en un lugar con temperatura normal y sin movimiento.

Otro inconveniente, es la falta de rotación en las bodegas de los distribuidores. Mucho nos podrían ayudar estos, haciendo la rotación correcta en sus bodegas y evitar en esta forma el envejecimiento y consiguiente cambio de sabor y pérdida de brillantez en la cerveza. En ningún caso deberá permanecer la cerveza más de tres meses en el mercado, ni tampoco debe distribuirse la cerveza inmediatamente después de recibirse a los expendios ó cantinas, después de un viaje de 500 ó más kilómetros, la cerveza deberá reposar unos 3 o 4 días antes de expenderse.

Por último deberá recomendarse al cantinero que no exponga las botellas a la luz y que la rotación de la cerveza en su refrigerador no pasara de 48 horas.



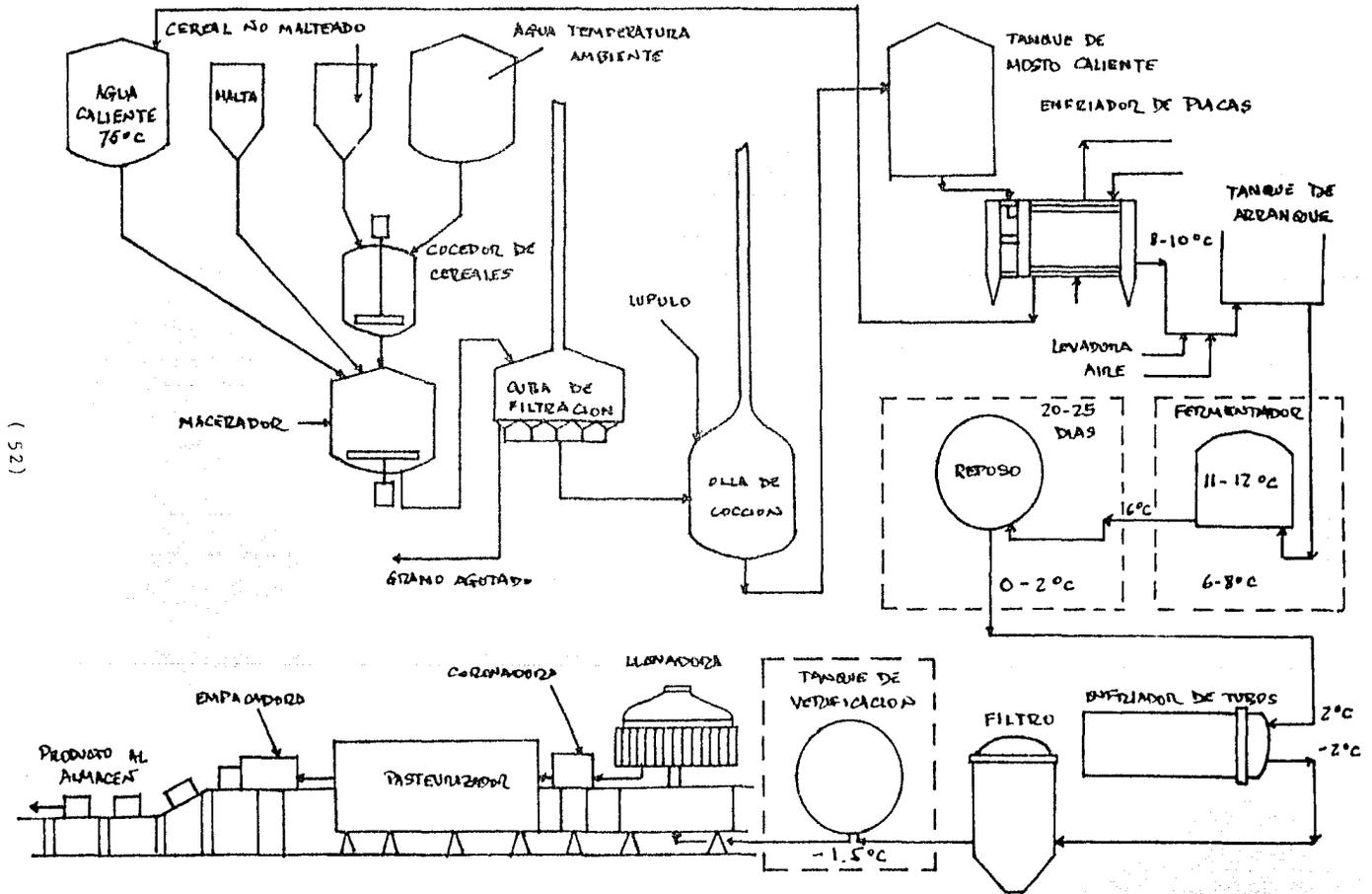


FIGURA No. 6 DIAGRAMA TÍPICO DEL EQUIPO DE UNA CERVECERIA.

c).- CONTROL DE CALIDAD

En el presente capítulo se mencionan los principales factores a cuidar en cuanto a control de calidad se refiere. Incluye el control sobre materias primas, producto en proceso y producto terminado.

MATERIAS PRIMAS

Agua para elaboración.- Debe primeramente estar libre de cualquier contaminante biológico que pueda producir enfermedades, o de sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales. En adición a lo anterior, debe ser transparente, sin color ni olor, o sea, debe reunir los requerimientos generales del agua potable.

La potabilidad del agua, solo puede determinarse por medio de análisis químicos y bacteriológicos de laboratorio. El análisis químico señala si el agua ha experimentado polución

y ofrece valiosa información en otros aspectos, sin embargo; no es confiable para determinar contaminaciones mínimas por aguas residuales. Las técnicas bacteriológicas son en cambio, sumamente confiables y sensibles para revelar contaminación de origen fecal. Como es sabido, casi todos los métodos de análisis están normalizados; por lo tanto, para que un análisis adquiera significación oficial, deben seguirse los detalles del procedimiento, y así, para que un análisis bacteriológico de una muestra de agua sea válido, debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. La muestra debe ser tomada en un recipiente estéril.
2. La muestra debe ser representativa de la fuente de que procede.
3. Se debe evitar la contaminación de la muestra durante el muestreo y después de éste.
4. La muestra debe analizarse lo más pronto posible.
5. Si ha de transcurrir algún tiempo entre el muestreo y el análisis, la muestra debe ser conservada a temperatura entre 0 y 10°C.

Los métodos de análisis bacteriológicos más comúnmente empleados son:

1. Recuento en placa para determinar el número de bacterias presentes.

Esta técnica consiste en sembrar en placas con el medio prescrito, por lo general un mililitro y 0.1 ml. de la muestra, incubar a 20°C durante 48 hrs. ó a 35°C durante 24 hrs.; se hace el recuento de colonias y se calcula el número de bacterias por mililitro de la muestra.

Se considera que el agua de buena calidad no debe dar una cuenta mayor de 200 colonias, aun cuando éstas sean de especies exclusivamente saprófitas.

2. Comprobación de la presencia de bacterias coliformes.

Este examen se realiza en tres pruebas sucesivas:

- a) Prueba Presuntiva
- b) Prueba Confirmativa
- c) Prueba Complementaria

a) Prueba Presuntiva.- Se basa en la propiedad de este grupo bacteriano, de desprender gas en la fermentación de la lactosa. La prueba consiste en sembrar tubos de caldo lacto-

sado con cantidades apropiadas de la muestra de agua, y observar si se produce gas después de 24 y 48 hrs. de incubación a 35°C. La producción de gas en los tubos será solo una sospecha de la presencia de coliformes, ya que puede ser posible que la producción de gas se deba a la presencia de especies no coliformes; por lo tanto, será necesario continuar con las pruebas confirmativa y complementaria para poder comprobar que el gas es producido por microorganismos coliformes.

b) Prueba Confirmativa.- Consiste en resembrar los tubos con caldo lactosado en caldo lactosa-bilis-verde brillante. Este medio, inhibirá el crecimiento de microorganismos no coliformes que fermenten la lactosa; por lo tanto, la producción de gas en este medio, será prueba confirmativa de contaminación con coliformes.

c) Prueba Complementaria.- Consiste en hacer una siembra de las colonias más típicas formadas en la prueba confirmativa, en caldo lactosado e incubar a 35°C por 24 ó 48 hrs., la producción de gas, confirmará la presencia de organismos del grupo coliforme.

Para la determinación de coliformes fecales, se emplean

pruebas con temperaturas elevadas ($44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$). Su determinación no deberá sustituir la prueba de coliformes al analizar aguas potables, ya que no deben permitirse bacterias coliformes de ninguna clase en aguas tratadas.

Los métodos mencionados anteriormente, son confiables y efectivos; sin embargo, presentan la desventaja de requerir un tiempo considerable para obtener los resultados definitivos.

Un método que industrialmente ha resultado más práctico y no menos confiable, es el conocido como Técnica de Filtro-Membrana. Este método permite examinar grandes volúmenes de agua, da resultados en menor tiempo y tiene un alto grado de reproducibilidad. Consiste básicamente en lo siguiente:

1. Se pasa el volumen de muestra a través de una membrana filtrante esterilizada, la cual generalmente se encuentra sobre un elemento de filtración. Las bacterias quedarán retenidas en la membrana.

2. La membrana se coloca sobre el medio de cultivo adecuado dispuesto en una caja Petri y se incuba.

3. Durante la incubación, se desarrollan las colonias debido a las bacterias que quedaron retenidas durante el proceso de filtración.

El agua que cumple con todos los requerimientos para ser potable, no necesariamente será apta para emplearla en la elaboración de cerveza.

Es realmente difícil definir un criterio único que permita medir la calidad del agua para elaboración; sin embargo, a continuación se señalan algunos requisitos que deberá cumplir el análisis químico del agua para elaboración de cerveza.

CUADRO 1

PARAMETRO	COMENTARIOS
Apariencia	Debe ser cristalina y transparente.
Color	Incolora.
Olor	Libre de cualquier olor objetable, inodora.
H^+ y OH^-	El pH depende de sus concentraciones y es importante en función de que es indicador de la alcalinidad. El pH tiene influencia directa sobre la actividad enzimática; y por lo tanto, en el rendimiento del extracto.

En la olla de cocimientos juega un papel importante en la precipitación de taninos y proteínas, y consecuentemente, en la estabilidad coloidal. Si la alcalinidad no es superior a 50 ppm, será aceptable un pH entre 4.5 y 9.0

Cl^-

En concentraciones de 150 a 300 ppm, da a la cerveza un sabor mas suave, sensación de mejor cuerpo.

Na^+ , K^+

No tienen mucha influencia en las características de la cerveza; sin embargo, imparten un sabor desagradable en concentraciones superiores a 300 ppm.

Fe^{++} ó Fe^{+++}

Indeseable por ser tóxico para la levadura y contribuir a la oxidación de los taninos en la cerveza, favoreciendo la formación de turbiedad.

Mg^{++} , Mn^{++}

En concentraciones no mayores de 15 ppm, es deseable, pues actúa como coenzima en fermentación. Tiende a impartir sabor astringente.

Ca^{++}

La reacción producida entre el calcio del agua y los fosfatos, reduce el pH, ayudando con ello a precipitar proteínas en la olla. La gelatinización del almidón se favorece al proteger el calcio a la alfa amilasa de las altas temperaturas. Al descender el pH, da mejor estabilidad biológica y coloidal, mejora el sabor, es necesario para la floculación de la levadura, estimula la actividad enzimática, mejora la filtración del mosto. Un exceso de calcio puede precipitar demasiados fosfatos. En mosto, se recomienda entre 300 a 400 ppm y aproximadamente en 80 ppm en cerveza terminada.

	En el agua se pueden encontrar desde 10 hasta 350 ppm.
SiO ₂	Es indeseable; se sabe que retarda la fermentación y forma parte de la turbiedad por frío.
SO ₄ ⁼	Contribuyen a dar un sabor mas seco a la cerveza. Se permiten entre 200 y 300 ppm en la cerveza. En el agua pueden encontrarse en un rango tan amplio como desde 20 a 800 ppm.
HCO ₃ ⁻	Se descomponen por el calor en CO ₃ ⁼ y CO ₂ . Altas concentraciones darán una agua de mayor alcalinidad, afectando con ello el sabor resultante. Pueden encontrarse entre 30 y 300 ppm en el agua.
NH ₃	Su presencia en el agua es indicación de contaminación con materia orgánica.
NO ₂	Debe encontrarse ausente en el agua para elaboración. Su presencia es indicación de materia orgánica en descomposición. Es tóxico para la levadura.
NO ₃ ⁻	Niveles superiores a 10 ppm pueden ser una indicación de una agua contaminada que se autopurificó; por lo tanto, sería necesario considerar la historia previa de la fuente de abastecimiento.

MALTA DE CEBADA

Es muy ventajoso tener un conocimiento previo de la calidad y características de la malta, para poder introducirla al proceso.

Las características de una malta dependerán en gran parte, de la variedad de cebada utilizada. Así se tiene que una cebada maltera de 6 hileras, tiene mas nitrógeno que la de 2 hileras, menos extracto, mas poder diastásico, mas cascarilla, y mas polifenoles. El grano de cebada de 2 hileras, tiene una configuración mas uniforme, menos nitrógeno que la de 6 hileras, mas extracto, menos poder diastásico, menos cascarilla; y por lo tanto, menos polifenoles.

Otros factores que pueden hacer variar la composición química de la cebada, son el ciclo de cultivo, composición química del suelo, cultivo de temporal o de riego, condiciones climatológicas, etc.

A pesar de todos estos factores que pueden variar las características de una malta, a continuación se mencionan los fundamentales análisis de control de calidad a que debe ser sometida una malta si se desea obtener una cerveza de buena calidad.

CUADRO 2

CARACTERÍSTICAS ANALIZADAS

COMENTARIOS

Peso Específico

Nos puede dar una indicación del tamaño del grano, dato importante, ya que como se mencionó anteriormente, esto generalmente tiene cierta relación con el análisis químico.

Crecimiento de Plúmula

Es importante por ser una indicación del grado de modificación enzimática obtenido durante el malteo. El grado de modificación es de primordial importancia para todas las etapas del proceso en la elaboración de cerveza. Maltas con bajo grado de modificación darán bajos rendimientos de extracto, provocarán fermentaciones lentas y prematura floculación de la levadura. El sabor y la estabilidad de la cerveza terminada dejarán mucho que desear. Por el contrario, maltas sobremodificadas, tenderán a dar altos rendimientos de extracto, la fermentación primaria se realizará más rápidamente, la fermentación secundaria será lenta y la cerveza terminada estará deficiente de cuerpo y estabilidad de la espuma.

Humedad

Se permite entre 4.0 y 5.0% en malta. Humedades menores pueden ser indicación de daños al sistema enzimático durante el secado. Maltas con bajos contenidos de humedad pueden ocasionar problemas en la molienda y filtración del mosto.

Color

Refleja grado de modificación inicial, temperaturas y ciclo de secado, duración e intensidad del curado durante la etapa final del secado. No puede ser fijado un grado único, ya que esto depende en parte, de las normas de cada cervecería en particular.

pH

Característico en parte, de la variedad de la malta y del ciclo de cultivo. Indicativo de las condiciones en que se realizó el malteo.

Poder Diastásico

Se puede expresar en varias unidades. Lo más común en América es expresarlo en grados Lintner (L°).

100°L corresponden a la actividad para formar reductores a partir de una solución de almidón que sean capaces de reducir 5 ml. de licor de Fehling, bajo condiciones definidas de pH, temperatura y tiempo.

El poder diastásico de una malta, depende de la forma en que se haya realizado el malteo, y especialmente el secado; pero también, en gran parte, de la variedad de cebada.

El poder diastásico de la malta, es muy frecuentemente utilizado para estimar el poder sacarificante, muestra principalmente la presencia y actividad de la beta amilasa.

Alfa Amilasa

Su proporción indica el poder de licuefacción de la malta sobre el almidón.

Una unidad de alfa amilasa es de finida como la cantidad de alfa amilasa necesaria para dextrinificar un almidón soluble en presencia de un exceso de beta amilasa a razón de un gramo por hora a 20°C.

Cabe hacer notar que la alfa amilasa no existe en la cebada; por lo tanto, toda se formará durante el malteo y parte de ella se destruye en la etapa de secado.

Viscosidad

Está directamente relacionada con la cantidad de betaglucano presente en la malta. La cantidad de glucanos solubles en el mosto, pueden tener un efecto adverso sobre la velocidad de separación del mosto en la filtración, de ahí la importancia de mantener bajo control el valor de la viscosidad del mosto. Viscosidades elevadas pueden ocasionar problemas cuando se tienen que cubrir programas de fabricación estrictos.

Proteínas Totales

Tiene consecuencias sobre la estabilidad coloidal, espuma y cuerpo de la cerveza terminada. Altos contenidos de proteína favorecerán el tiempo de retención de espuma, darán la sensación de mayor plenitud al beber la cerveza; sin embargo, tarde o temprano precipitarán provocando turbiedad. Por el contrario, maltas con bajo contenido de proteína son también indeseables, producirán una cerveza con pobre calidad de espuma y de sabor mas vacío.

Proteínas Solubles	Es otro índice que sumado a otras determinaciones como viscosidad, extracto, crecimiento de plúmula, proteínas totales, etc., nos determina el grado de modificación de la malta, sin olvidar que también es función de la variedad de cebada.
Porcentaje de Extracto	Muy característico de la variedad de cebada. Es un índice de la eficiencia de extracción que se tendrá en casa de cocimientos.
Relación de Proteína Soluble a Proteína Total (S/T)	Esta es otra determinación que generalmente exigen todas las cervecerías. Cuando existe una adecuada correlación entre los diferentes análisis, se considera que una relación de S/T del orden de 38 a 42% es indicativo de una correcta modificación.
Tamaño del Grano	Tiene efecto sobre la molienda, y como se mencionó ya con anterioridad, sobre el análisis químico.

Se han mencionado ya los principales controles de calidad fijados para la malta, los cuales se pueden considerar rutinarios. La importancia y especificaciones dadas a cada uno de ellos, serán reflejo de las políticas de cada compañía en particular.

LUPULO

Existen varios criterios para la determinación de la calidad de un lúpulo. Para normar un criterio, podemos mencionar que las únicas sustancias que son exclusivas del lúpulo, o sea, que no se encuentran en ninguna otra planta, son las resinas y los aceites esenciales. Por lo tanto, el control de calidad fijará su atención en el contenido de estas sustancias, las cuales fluctuarán con la variedad, encontrándose rangos de 2% a 12%, y de 0.5% a 1.5% para los ácidos alfa y aceites esenciales, respectivamente.

Algunas cervecerías, al comprar el lúpulo, a lo único que prestan atención es al poder tener la mayor cantidad de ácidos alfa, sin importarles el resto de los componentes, otras; sin embargo, tienen el criterio de no importarles cuantos ácidos alfa tenga el lúpulo, y prestan atención a otros factores como variedad, contenido de mircenol, etc.

Los aceites esenciales son compuestos formados principalmente por hidrocarburos del tipo del mircenol, terpeno, sesquiterpeno, etc., los cuales constituyen mas del 80% de los aceites esenciales, y el resto está formado por alcoholes, cetonas y ésteres.

Entre los principales ácidos alfa de valor cervecero se pueden mencionar: humulona, cohumulona y adhumulona.

Existen variedades de lúpulo con contenidos de 4 a 6% de ácidos alfa; el utilizar estos lúpulos, es obvio que cuesta el doble de lo que costaría utilizar lúpulos con un contenido de 8 a 12% de ácidos alfa, pero también se dice que las cervezas elaboradas con lúpulos de bajo contenido de ácidos alfa, tendrán un amargor más suave, agradable y fino, debido al bajo contenido de aceites esenciales.

Con el uso cada día mayor de extracto de lúpulo, la selección de la variedad dependerá en gran parte de las consideraciones económicas de cada cervecería, ya que existen opiniones de autoridades en la materia, de que utilizando extracto de lúpulo, existe la posibilidad de obtener cervezas idénticas, aun cuando se utilicen extractos procedentes de diferentes variedades de lúpulo.

LEVADURA

El término "levadura" se ha desarrollado a través de la historia, y cubre un grupo heterogeneo y mal definido de organismos.

Dentro de la industria cervecera, se utilizan prácticamente dos especies del género *Saccharomyces*: *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces uvarum*.

Gran parte de las levaduras que producen fermentación alta, pertenecen al grupo *S. Cerevisiae*, y la mayoría de las de fermentación baja, pertenecen al grupo *S. Uvarum*.

En cada caso particular, se considera levadura salvaje a toda aquella que no pertenece al cultivo con el que intencionalmente se está trabajando.

Para conservar un cultivo puro y sano, deberán tomarse todas las medidas posibles para prevenir o eliminar contaminaciones. Por lo tanto, en toda cervecería moderna, es necesario incluir pruebas rutinarias dentro del programa de control microbiológico que permitan detectar oportunamente la presencia de cualquier microorganismo extraño.

A continuación se mencionan las principales características utilizadas para distinguir una levadura *S. Uvarum* de una *S. Cerevisiae*, así como de otras levaduras consideradas salvajes en cualquier caso.

S. Uvarum. - Nunca esporula; y por lo tanto, este fenómeno estará relacionado únicamente con la levadura *S. Cerevisiae*, la cual en ocasiones esporula muy difícilmente en medio húmedo, con aire y sin nutrientes, excepto sales minerales.

S. Uvarum. - Es capaz de fermentar totalmente al disacárido Melibiosa y trisacárido Rafinosa, debido a la presencia de melibiasa, de la cual carece la *S. cerevisiae*; y por lo tanto, esta última es incapaz de fermentar la melibiasa, y solo fermentará la tercera parte de la molécula de rafinosa (la fracción de fructuosa).

Métodos utilizados para detección de levaduras salvajes.

Observación al microscopio. - Esta prueba es muy poco útil, salvo que la contaminación sea muy grande. Consiste básicamente en observar la levadura en su forma y tamaño.

Esporulación. - La levadura cervecera esporula con gran dificultad, en tanto que las salvajes esporulan con cierta facilidad.

Resistencia al calor. - La mayor resistencia térmica de las levaduras salvajes, las distingue fácilmente de la levadura

cervecera. La prueba consiste en sostener una suspensión de levadura en baño maría a 50°C durante 20 minutos. Después de realizar lo anterior, se siembra en agar de mosto, todo lo que crezca será levadura salvaje.

Medios Selectivos.- Su usan mucho en laboratorios cerveceros, y son un medio sencillo para detectar contaminantes en levaduras de cultivo. Se sabe, por ejemplo, que el actidione¹ en concentraciones de 0.2 ppm es letal para levadura cervecera, en tanto que algunas salvajes pueden resistirlo hasta en concentraciones de 100 ppm.

Un medio de cultivo que contenga lisina como única fuente de nitrógeno, puede ser adecuado para el desarrollo de una amplia gama de levaduras salvajes, en tanto que la *S. Uvarum* puede utilizar a la lisina como fuente de nitrógeno cuando este aminoácido existe como parte de una mezcla, pero nunca cuando se encuentra solo.

Medios de cultivo que contienen cristal violeta inhibirán la reproducción de la levadura de cultivo y permitirán el desarrollo de *S. Pastorianus*, *S. Ellipsoideus* y *S. Diastatcus*.

Inoculación en mosto acidulado.- Se inocula levadura

(1) Nombre comercial de un antibiótico.

líquida en mosto con 1.2% de ácido tartárico y se incuba a 30°C durante 48 hrs. Si ocurre alguna fermentación en este lapso de tiempo, se tendrá una evidencia de la presencia de levadura salvaje.

Existen otros métodos útiles para determinar el estado en que se encuentra nuestra levadura de cultivo, uno de los más utilizados es la Tinción de Gutstein, que no solamente indicará las células muertas, sino que también mostrará la vitalidad general del cultivo.

En general, el control puede ser tan estricto como se desee o lo ameriten las condiciones particulares. Existen otras muchas determinaciones y técnicas que pueden realizarse cuando un problema en particular así lo exija; y así se tienen por ejemplo, determinaciones de: grado de floculación de la levadura, poder fermentativo, tratamientos a la levadura para eliminar contaminación con bacteria, métodos para revitalizar un cultivo, etc.

Se ha mencionado solo lo más común en análisis de rutina.

CONTROL DE CALIDAD DURANTE EL PRODUCTO EN PROCESO

CUADRO 3

Clasificación de Molienda	En la página No. 8 se presentó ya un análisis ilustrativo de molienda, el cual, como se mencionó, no puede considerarse único, ya que puede variar de acuerdo a circunstancias específicas. La frecuencia del análisis estará también sujeta a cada caso en particular.
pH en el macerado	Determinación de importancia, ya que es uno de los principales factores que alteran la actividad enzimática. Es sabido que las diferentes enzimas tienen actividad óptima a determinado pH, mas como sería imposible tener las condiciones óptimas para cada enzima en particular, se recomienda sostener el macerado a un pH entre 5.0 y 5.60, con lo cual se obtiene una aceptable actividad enzimática global. Con un adecuado pH en el macerado, se logra: mayor rendimiento en la extracción, mayor cantidad de nitrógeno permanentemente soluble, reducción en el color del mosto, mejor velocidad de filtración, mejor coagulación en la olla y finalmente, una cerveza con mejor brillantez y menos propensa a la turbiedad.
pH y alcalinidad del agua para el lavado del grano agotado	Aquí el pH es importante en función de ser indicador de la alcalinidad, la cual se recomienda no sea mayor de 50 ppm.

Si consideramos que en las etapas finales del lavado del grano no existen buffers presentes, se destaca la importancia que el factor alcalinidad tiene, ya que no se podría neutralizar con nada, y a mayor alcalinidad, será también mayor el arrastre de polifenoles, antocianógenos, etc., que contribuirán a deteriorar las estabilidades coloidales y de sabor. Se recomiendan valores de pH cercanos a 6.0.

El factor pH es por lo general, determinado en cada una de las etapas del proceso hasta cerveza terminada; los puntos de muestreo, frecuencia de los mismos, y rangos permitidos, son, dentro de ciertos límites, a criterio o específicos de cada cervecería.

Color

Otro factor, que al igual que otros, debe conservarse bajo control en las etapas del proceso y dentro de las normas fijadas por la cervecería.

Los rangos pueden ser muy variables, dependiendo del tipo de cerveza que se trate, cervezas claras, cervezas oscuras, clases de malta utilizadas, etc. Sin embargo, una vez fijada una norma para el color, cualquier valor fuera de la misma, representará una anomalía en el proceso o materias primas utilizadas, de donde se desprende la importancia de mantenerlo bajo control.

Peso Específico

Independientemente de ser un control de calidad dentro de la cervecía, es un requisito legal que fija el impuesto de producción. Una vez establecido el valor mínimo y máximo, generalmente se permanece en el valor medio.

Es común su control, desde siendo mosto original hasta cerveza terminada.

Temperatura

Esta variable, es quizá una de las que mas influencia tienen a todo lo largo del proceso. Ya se ha mencionado que durante la maceración, la acción enzimática es altamente influenciada por la temperatura y pH. Así mismo, se sabe que durante la fermentación, la temperatura afecta directamente el metabolismo de la levadura, a mayor temperatura corresponderá también una mayor velocidad de fermentación a costa de las características resultantes en la cerveza, ya que se obtendrá un producto mas aromático, con sabor mas astringente, menor pH, y mas pobre calidad de espuma. La duración de la etapa de reposo también será influenciada por la temperatura al alterarse con ésta la velocidad de maduración. En resumen, la temperatura se tiene siempre bajo control en el nivel y rangos establecidos en las diferentes etapas del proceso.

DETERMINACIONES EN PRODUCTO TERMINADO

Generalmente, todas las pruebas a que se somete la materia prima cervecera y cerveza terminada, han sido descritas en "Métodos de Análisis", publicado por la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros (ASBC).

El análisis de una cerveza terminada, puede ser tan detallado o profundo como se desee, pudiendo llegarse hasta el campo de la investigación. Solo es la intención mencionar aquí las principales determinaciones que constituyen lo que se puede llamar Análisis Típico, mismo que se presenta a continuación.

- Análisis Típico de Cerveza Terminada -

Tipo de Envase

Apariencia

Color

Claridad

Densidad

Sedimento

Extracto Aparente, °Plato

Extracto Real, °Plato
Extracto de Mosto Original, °Plato
Alcohol en Peso, %
Alcohol en Volumen, %
Grado Aparente de Atenuación, %
Grado Real de Atenuación, %
Azúcares Reductores, %
Proteínas, %
pH
Fierro, ppm
Cobre, ppm
Unidades de Amargor, ppm
Acidez, %
Diacetilo, ppm
SO₂, ppm
Tiempo de Retención de Espuma (T.R.E.), segundos
Dióxido de Carbono, volúmenes
Dióxido de Carbono, % en peso
Aire, ml. por envase
Calorías (por 100 ml.)
Calcio, ppm

Para una interpretación correcta de los resultados analíticos, es necesario contar con especificaciones. Si éstas no se tienen, se puede establecer un criterio de acuerdo a la literatura o experiencia personal.

Una vez fijadas las especificaciones, debe tenerse en cuenta que los valores numéricos obtenidos, mostrarán siempre ciertas diferencias entre pruebas repetidas de la misma muestra, es decir, la variación será solo analítica, y esto debe ser considerado para no realizar ajustes equivocados al proceso de fabricación. Una vez establecidas las tolerancias permitidas, tanto en las determinaciones analíticas como en el proceso, cualquier valor obtenido fuera de éstas, será indicativo de anomalía en el proceso, y deberá ser buscado el origen del problema.

ESTABILIZACION FISICA DE LA CERVEZA

Una vez presentado y discutido en forma breve lo que es el proceso de elaboración de la cerveza y de haber mostrado los factores que pueden influir en su elaboración y calidad, se comprenderá mejor el porqué, como ya en las primeras páginas se mencionó, la constante preocupación del cervecero por mantener bajo control, todas las variables que determinan la estabilidad coloidal de la cerveza para obtener un producto de buena aceptación. La presencia de turbiedad en la cerveza, generalmente dará la impresión en el consumidor de un pobre control de calidad, acabando por rechazar el producto y terminando así la vida comercial de la cerveza.

Desde las primeras investigaciones, se ha reconocido la importancia de los compuestos protéicos en la estabilidad coloidal y la formación de turbiedad en la cerveza terminada. Inicialmente sólo se reconocía la acción protéica como responsable de la turbiedad, pero a medida que se obtiene mayor información, se ha observado la influencia que muchos otros factores tienen sobre este fenómeno, y así se ha demostrado que fermentaciones bien logradas con atenuaciones cercanas al límite, producen cerveza con un menor contenido de carbohidrato de bajo peso molecular, y consecuentemente con una mejor estabilidad coloidal.

En la misma forma, el menor contenido de metal en la cerveza provoca una mayor vida en estante de la misma, al no existir núcleos catalizadores de las reacciones de condensación. Se conoce también con certeza, que entre otros muchos factores, es importantísimo evitar la introducción de oxígeno después de terminada la fermentación primaria, ya que esto origina polimerizaciones del material polifenólico, facilitando la formación de complejos proteína-polifenol, y por lo tanto, la turbiedad del producto.

a)... Turbidez.

Varias proteínas de alto peso molecular y taninos tienden a combinarse lentamente formando un agrupamiento coloidal insoluble, que se manifiesta como turbidez. Las turbideces coloidales se forman durante la fermentación fría y el almacenaje, pero son generalmente removidas durante los procesos de clarificación. No obstante, si suficientes moléculas de proteínas y taninos permanecen en la cerveza clarificada y si ocurre suficiente oxidación, la turbidez coloidal que reaparece después de dos a cuatro semanas de almacenamiento en frío, formará eventualmente un precipitado insoluble después de ocho a diez semanas de almacenamiento en frío. La turbidez que inicialmente reaparece es llamada turbidez en frío (Chill haze), y es reversible ya que ésta desaparece cuando la cerveza es calentada a temperatura ambiente. El precipitado insoluble es llamado simplemente turbidez permanente (Haze) y es irreversible.

Desde la introducción de técnicas para mejorar el mercado de cervezas brillantes, está basado en aquellas que previenen ó reducen la formación de la turbidez coloidal en cerveza terminada. Esas técnicas de estabilización son llamadas: técnicas a prueba de frío (Chillproofing).

El objetivo de cualquier técnica a prueba de frío es re mover las proteínas y/o taninos involucrados en la formación de la turbidez, ó hacer de las moléculas de proteínas ó tani nos de modo que unas u otras sean incapaces de formar turbidez visible. Debe de enfatizarse que todas las corvezas son diferentes, y cada una requiere un tratamiento significante- mente diferente para la estabilización física.

Cuatro principales procesos abordan la prueba en frío y son: enzimas proteolíticas, absorbentes de proteínas, precipi- tantes de proteínas y absorbentes de taninos.

Otros desarrollos a parte de la prueba de frío han ayu- dado a incrementar la estabilidad física de corvezas actual- mente. Entre esos estan los que han mejorado los métodos de filtración y los materiales, usando agentes para mejorar y a- celerar la clarificación durante el almacenamiento, evitando la contaminación de iones de fierro y cobre, disminuyendo los niveles de oxígeno disuelto en todas las etapas del proceso, adoptando la centrifugación de cerveza fermentada y/o usando variedades mejoradas de cebada para el malteo. En gran grado la prueba de frío es necesaria para corregir condicio nes fisi- coquímicas creadas previamente durante el malteo y/o cocción. La estabilidad coloidal es mejorada por el uso de maltas bien modificadas que poseen suficiente diastasa con mínima canti- dad de proteína insoluble, empleando suficiente tiempo para la proteólisis durante el macerado, asegurando la completa

conversión antes de macerar completamente, controlando el pH de la masa y del agua, empleando una ebullición vigorosa y clarificando el mosto antes de la fermentación.

A modo de discutir, las proteínas y taninos responsables de la formación de la turbidez, es necesario comprender los cambios que cada uno de esos materiales ha sufrido durante el malteo, macerado, ebullición, separación de trub, fermentación y reposo.

Proteína.- El componente protéico de la turbidez puede estar en el rango de 40 a 75%. En el rango de 35% es reflejo de una gran variedad reconocida en los materiales protéicos de la turbidez, como la concentración promedio de la turbidez es de 2 a 10 mg/l, ó 0.00002 a 0.0001 oz. en cada botella de 12 oz. (325 ml), y como la proteína es solo una porción, es evidente que restos de proteínas tienen una profunda influencia tanto en la turbidez en frío como en la permanente, éstas a su vez tienen similares cantidades de proteína y aminoácidos. En adición a esto, las cantidades de aminoácidos de algunas proteínas de cebada y la turbidez, son impresionantemente similares. De hecho varios componentes protéicos de la turbidez parecen ser derivados virtualmente sin cambios de la cebada.

Las proteínas de la cebada son clásicamente categorizadas en cuatro grupos principales sobre la base de su solubilidad en: agua (Albúminas), salmueras (Globulinas), eta-

nol acuoso (Hordeínas) y ácidos ó álcalis diluídos (Gluteínas) Funcionalmente, las proteínas de cebada pueden ser clasificadas como: estructurales (Hordeína, Gluteína) y no estructurales (Albúmina, Globulina), cada una de esas fracciones consisten de dos o más subgrupos. Pesos moleculares característicos y aminoácidos típicos han sido reconocidos.

Las proteínas de la turbidez son ricas en: aminoácidos, prolina, leucina, ácido glutámico, tirosina, treonina y cistina (cisteína). La preponderancia de esos mismos aminoácidos es reconocida en las beta-globulinas, las alfa, beta, gamma, delta y épsilon-Hordeínas, y las alfa y beta-Gluteínas de la cebada. La fracción residual de gluteína (36% del total) aparece en la turbidez en mejor forma como en la originalmente presente en la cebada.

Taninos.— El término tanino es generalmente aplicado a un amplio y complejo grupo de sustancias polifenólicas que tienen ciertas propiedades químicas comunes. Los términos taninos, fenoles, antocianógenos y polifenoles son usados intercambiablemente, pero no son sinónimos. El más correcto y general término es polifenol. El papel de los polifenoles en el sabor y la estabilidad de la cerveza está bien establecido.

Una clasificación común de los polifenoles está basada en su susceptibilidad a la hidrólisis alcalina. Los materiales fácilmente hidrolizables son referidos como taninos, mientras que los no hidrolizables (taninos condensados) son llama

dos flavanoides. Los galotaninos y elagitaninos son los más prevalentes taninos reconocidos por sus ácidos, producto de la hidrólisis (ácido gálico y elágico).

Los flavanoides son los más complejos de la clase de los polifenoles, son reconocidos por su clásico color al reaccionar con ácidos y por la liberación de floreglucinol y ácido protocatéuico, después de fusionarse en álcali. Al menos quince ácidos fenólicos han sido detectados en los productos de la hidrólisis con álcali de los flavanoides de la malta. Los más abundantes son los ácidos protocatéuicos vanílico, ferúlico y siríngico, mientras que pequeñas cantidades de ácidos caféico, sinápico, gálico, para-hidroxibenzoico y p-cumárico están presentes. Los flavanoides son los polifenoles más abundantes presentes en los materiales cerveceros. Hay también importantes sustancias químicas presentes en la estabilidad coloidal. Si bien, las dextrinas y polipéptidos son la mayoría de los constituyentes no volátiles de los sólidos en cerveza, son por el contrario inertes y poco probable inicien procesos de oxidación. Su participación en la turbidez es inducida por el alto potencial de reducción de los flavanoides.

El papel de los flavanoides en la oxidación, desarrollo de turbidez y sabor de la cerveza están relacionados. Un bien estimado nivel de los flavanoides en la porción de los polifenoles de la cerveza es de 300 a 400 mg/l. Usando

370 mg/l como promedio, los flavanoides son aproximadamente 300 y 25 veces más responsables de la oxidación completa de la cerveza que los isohumulones (asumiendo 15 mg/l) y los carbonilos volátiles (asumiendo 30 mg/l) respectivamente. Factores oxidativos que inducen en incremento de la formación de turbidez, en general causarían deterioro gradual del sabor de la cerveza. La oxidación de los polifenoles de la cerveza durante el reposo normal en el empaque, parece producir aldehidos, notado por su añejamiento y su característico sabor rancio, aunado a la oxidación de los polifenoles por ácidos grasos no saturados y aminoácidos. Así el factor 25, citado anteriormente para los carbonilos volátiles puede estar en el máximo.

Los más importantes compuestos fenólicos, precursores y constituyentes de la turbidez son los antocianógenos y los flavanoides de las leucoantocianinas. Entre los flavanoides, las leucoantocianinas son los más fuertes agentes reductores (más fácilmente oxidan). Las catequinas han sido bien reconocidas como uno de los más activos precursores de la turbidez en condiciones de alto contenido de aire, donde rápidamente se polimerizan por un mecanismo oxidativo. Por otro lado, cervezas con bajo contenido de catequinas, pero relativamente alto contenido de antocianógenos, son menos estables que las cervezas en situación contraria, particularmente cuando el nivel de oxígeno disminuye.

Por lo tanto, es obvio que posteriores investigaciones sobre los polifenoles son requeridas, antes de precisar los papeles y las exactas estructuras que pueden ser asignadas a los polifenoles activos en el sabor y la estabilidad.

b).--Estabilidad coloidal y formación de turbidez.

La turbidez reversible y la permanente, son las más co munes turbideces en la cerveza. La turbidez reversible se forma a 0°C y se redissuelve cuando la cerveza es calentada a 21°C, mientras que la turbidez restante o la que permanece a rriba de 21°C es definida como turbidez permanente. Sin em- bargo, existe una considerable coincidencia entre ambas tur- bideces. Para los propósitos de ésta discusión, ambas turbi- decas serán consideradas como una sola, debido a que sus di- ferencias en composición son mínimas.

La turbidez no solo depende de sus componentes indivi- duales sino también de sus interacciones dinámicas. Particu- las coloidales (0.001 a 0.1 micras) son 100 a 1000 veces más pequeñas que las que conforman la turbidez (0.1 a 1.0 micra) El tamaño de la partícula de la turbidez es directamente pro porcional al peso molecular de sus constituyentes. Las parti- culas de la turbidez parecen estar compuestas de 10,000 a 100,000 y hasta 1,000,000 unidades, y tener pesos molecula- ras en el rango de 10,000 a 100,000. La mayoría de los poli- péptidos y las dextrinas en cerveza son de suficiente tamaño

(0.201 a 0.10 micras), mientras que la mayoría de los polifenoles de la cerveza no tienen polimerización extensiva para conseguir este tamaño. Polifenoles de cierto grado de polimerización tienden a formar enlaces de hidrógeno principalmente con los polipéptidos. La naturaleza y distribución de los polifenoles en la partícula hidrofóbica determinan su solubilidad y por lo tanto la proporción a la cual se forma la turbidez visible.

Fisicoquímicamente, las partículas inicialmente formadas son pequeñas, masas regularmente formadas que se combinan con grupos de irregular tamaño y forma durante el reposo. Cuando esos grupos se vuelven suficientemente grandes la turbidez visible es evidente. Esto sugiere que la polimerización de los polifenoles continúa durante todo el reposo. Debe ser indicado que una porción de los complejos proteína-polifenol y de los polímeros fenólicos son formados en la etapa en la cual el mosto se hace cerveza. Si bien la polimerización fenólica en cerveza no ha sido inequívocamente probada, es altamente probable que los polifenoles de la cerveza han experimentado polimerizaciones oxidativa y ácido-catalizada durante el almacenaje. De hecho la polimerización ácido-catalizada es el más probable y principal mecanismo, especialmente en la últimas etapas del almacenaje y en el empaque anaeróbico.

El concepto estabilidad coloidal puede ser expresado como un equilibrio de adsorción entre las proteínas libres y los fenoles libres por un lado y un grupo no estequiométrico de ambos por el otro. La solubilidad del grupo es mínima, con el equilibrio dependiente de la reactividad de cada componente. Así la estabilidad coloidal es una función de este equilibrio y la tendencia del grupo a formar repetidamente grandes agregados, los cuales formarán eventualmente un precipitado. El grupo (precursor de la turbidez) es formado en una proporción tan rápida como la agregación de partículas de la turbidez visible. La formación de la turbidez no solo está influenciada por la interacción de cada constituyente, sino también por la condición de cada grupo antecesor.

Por definición, la turbidez en frío es reversible totalmente a temperatura ambiente, mientras que la turbidez permanente requiere de temperaturas tan altas como 71°C. Esto indica que los enlaces intermoleculares de hidrógeno débiles del grupo han sido reemplazados por enlaces covalentes y/o iónicos fuertes durante la agregación de partículas en la turbidez visible. Un plausible mecanismo para el grupo y la formación de la turbidez, es la deshidratación de las moléculas de proteína liofílica por los polifenoles. Los coloides proteínicos en cerveza son estabilizados por moléculas de agua unidas con puentes de hidrógeno a aminoácidos tales como el glutámico y la treonina, los cuales se conoce son abundantes en las proteínas activas de la turbidez. Los electrolitos tienden a

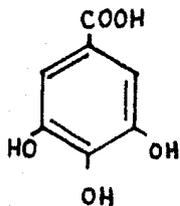
disminuir la estabilidad de coloides protéicos desplazando el enlace de hidrógeno del agua con el enlace iónico a la cisteína, tirosina y ácido glutámico. Los polifenoles de la cerveza completan su proceso de ataque deshidratando las micelas de la proteína, resultando en la formación de enlaces covalentes a los residuos de cisteína en las proteínas activas de la turbidez.

Es generalmente aceptado que la composición química de la turbidez es:

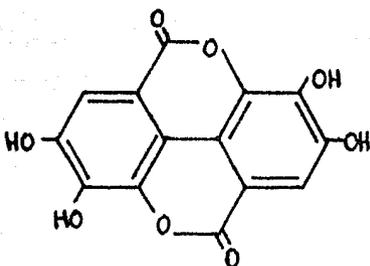
Proteína	40	-	75	%
Polifenol	17	-	55	%
Carbohidratos	2	-	13	%
Cenizas	1	-	3	%
Calcio	0.02	-	2	%

El componente protéico es derivado de la beta-globulina hordeína, y/o gluteína de la malta. Entre los polifenoles identificados en la turbidez, están aquellos derivados de antocianógenos, catequinas, fenoles metoxilados de la lignina, flavanoles y ácidos fenólico e hidroxicinámico y sus esteres o glicósidos. El calcio es el metal predominante, pero el aluminio, cobre, fierro, plomo, magnesio, manganeso, molibdeno, niquel, estaño y vanadio han sido identificados. Los carbohidratos son principalmente dextrinas y son dependientes principalmente de la proporción malta-adjuntos.

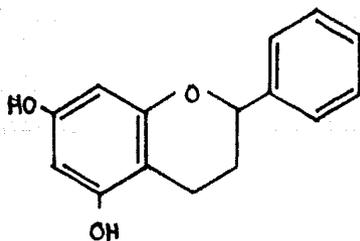
CUADRO 4



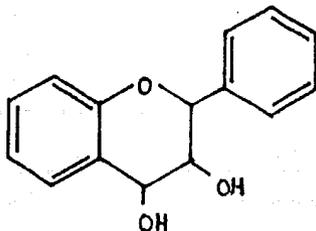
ACIDO GALICO



ACIDO ELAGICO



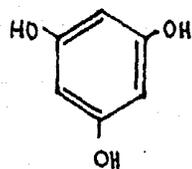
5,7-DIHIIDROXIFLAVAN



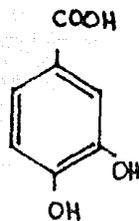
FLAVAN-3,4-DIOL

Algunas formulas de compuestos mencionados.

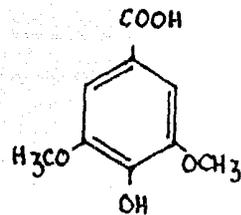
CUADRO 5



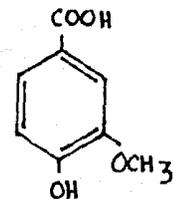
FLOROGLUCINOL



ACIDO
PROTocatequico

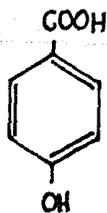


ACIDO
SIRINGICO

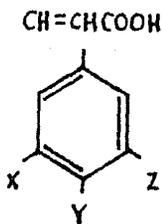


ACIDO
VANILICO

91



ACIDO
p-HIDROXIBENZOICO



ACIDO	X	Y	Z
FERULICO	H	OH	OCH ₃
CAFEICO	H	OH	OH
SINAPICO	OCH ₃	OH	OCH ₃
p-CUMARICO	H	OH	H

Algunas fórmulas de compuestos mencionados.

c).-Medida de la turbidez:

No existe un estandar único para la medida de la turbidez. Es difícil y a la vez peligroso comparar datos como: cebada usada, técnicas de malteo, cantidad de adjuntos y tipos de proceso para notar diferencias en color de la cerveza, composición de la turbidez y características de la misma. En general, cada cervecero ha adoptado un estandar aceptable para sus productos, usualmente dictado por las consideraciones en el mercado. Un estandar común para la turbidez en frío, es la cantidad de turbidez desarrollada después de 24 horas a 0°C.

Todas las medidas instrumentales deberían estar basadas sobre lo que el ojo humano podría detectar. Esto es, un instrumento debe medir la luz reflejada a un ángulo tan bajo como fuera posible, idealmente cero grados, al rayo incidente. Cuando la luz incidente es dispersada por pequeñas partículas la cantidad de luz reflejada es inversamente proporcional al ángulo entre el rayo incidente y el reflejado. Así, diferencias significantes existen entre la detección por el ojo humano de la dispersión de la luz y la detectada por los instrumentos medida en ángulos de 45 ó 90° respecto al rayo incidente. Por lo tanto las determinaciones instrumentales de la turbidez serán más aproximadas a la realidad. Comparando directamente los datos será posible si estos se han hecho con el mismo instrumento. La mejor forma es seleccionar un instrumento que dé datos reproducibles para todos los productos de la com

pañía, almacenando dicho instrumento frecuentemente.

Generalmente son usadas dentro de la corporación pruebas aceleradas, de modo que los datos de estabilidad son conocidos antes que el consumidor pudiera detectar un problema. El procedimiento de turbidez forzada de la ASBC (American Society of Brewing Chemists) es muy común. En esta prueba, una temperatura entre 4.5 y 15.5 °C es establecida, donde una semana a esta temperatura se producirá la misma cantidad de turbidez desarrollada después de almacenarse a temperatura ambiente durante 12 semanas. En algunos casos se han usado combinaciones de temperaturas altas y bajas, mientras que algunos cerveceros no usan la prueba acelerada, prefiriendo la determinación de la estabilidad en almacenamiento sobre una base mensual durante tres meses a temperatura ambiente.

Diferentes estándares de turbidez han sido adoptados por la ASBC y la EBC (European Brewing Chemists). El estándar de la ASBC es la formazina, preparada por la reacción del sulfato de hidrazina con hexametilentetramina. Los datos de turbidez, son reportados en términos de FTU'S (Unidades formazina de turbidez). El estándar de la EBC es similar, pero es reportado como unidades EBC'S. Basicamente 1 unidad EBC es igual a 69 FTU'S. Comparando las escalas de turbidez es la mejor aproximación. Como una cerveza típica producirá menos de 10 mg/l de material turbio, es obvio que esto no es mucho, pero cuan visible será es lo importante.

La predicción de la estabilidad coloidal es una parte integral del control de calidad rutinario. Sin embargo, una satisfactoria y confiable prueba predictiva no ha sido desarrollada a la fecha. La prueba de turbidez forzada da resultados erróneos cuando se aplica a una amplia selección de varias cervezas estabilizadas.

Como la vida en estante debería ser incrementada por la reducción del contenido polifenólico en los materiales y/o cerveza, han sido sugeridos métodos para la cuantificación de los polifenoles. Se sugirió que un incremento en la vida en estante estaba correlacionado con la cantidad de antocianógenos removidos. Sin embargo, un incremento en la vida en estante es generalmente más grande que lo predicho por la determinación de antocianógenos, debido a que los antocianógenos poliméricos dan mucho menos desarrollo de color cuando son preferentemente removidos. Como los antocianógenos poliméricos son activos en el desarrollo de la turbidez, la falta de correlación entre el contenido de antocianógenos y la estabilidad coloidal durante el almacenamiento es evidente. Mientras que preguntas como si los polifenoles son activadores de la turbidez y cuál es su papel, aquellas como si las catequinas monoméricas son las precursoras de la turbidez no han sido contestadas aún, el más prometedor acercamiento a una prueba predictiva debe involucrar análisis de los antocianógenos poliméricos y de las catequinas.

También han sido propuestos métodos para medir los polifenoles precipitados por la polivinilpirrolidona¹ y/o medir los polifenoles oxidizables. La clasificación de los fenoles de la cerveza es nociva, benéfica y/o neutral a la vida en es tante, y el concepto de índice de polimerización ha sido in- troducido. La más reciente prueba predictiva propuesta para la estabilidad coloidal implica la medida nefelométrica de la turbidez desarrollada en cervezas con etanol añadido abajo de la temperatura de congelación.

La predicción de la vida en estante sobre la base del componente protéico de la turbidez debería ser un tiempo-consumo, procedimiento tedioso que podría no fácilmente ayudar al control de calidad. Métodos electroforéticos, cromatográficos, y/o inmunoquímicos, o una combinación de dos o más deben ser necesarios para obtener correlaciones inequívocas.

A pesar de los méritos de todos los métodos propuestos, es obvio que ninguna prueba predictiva absoluta está disponible actualmente. El más prometedor acercamiento y el más confiable es medir los antocianógenos y catequinas presentes en la materia prima y relacionar dichos datos con la vida en es- tante derivada en las cervezas elaboradas con dichos materia- les.

(1) Ver absorbentes polifenólicos.

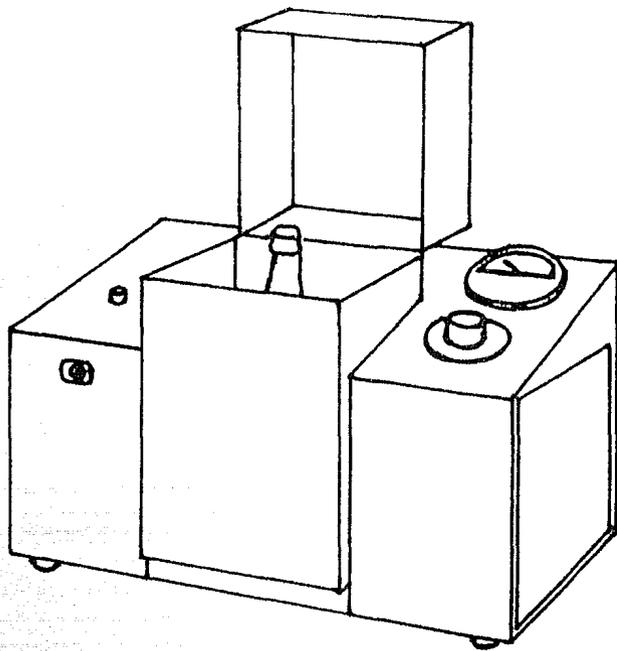
Se ha adoptado medir la turbidez empleando las pruebas de estabilidad normal y forzada, determinando en cada una la brillantez de la cerveza en la botella, utilizando para ello un turbidímetro como se muestra en la figura No.6

Prueba de estabilidad normal: Determinar la brillantez al terminar de envasar la cerveza; a las 48 horas a 0°C ; a los 15, 30, 60 y 90 días en estante a temperatura ambiente y 48 horas a 0°C respectivamente.

Prueba de estabilidad forzada: Correr un número determinado de ciclos manteniendo la cerveza 24 horas a 45°C y 24 horas a 0°C , determinando la brillantez al final de cada ciclo.

Se ha comprobado experimentalmente que estos dos tipos de pruebas dan resultados similares, con la única diferencia que en la de estabilidad forzada se obtienen resultados más rápidamente, ambas nos darán una idea del comportamiento de la cerveza en el mercado.

Turbidímetro: Instrumento diseñado para medir objetivamente la turbidez en cerveza embotellada, cuyo principio se basa en comparar por medio de celdas fotoeléctricas las intensidades de la luz transmitida por una lámpara y la luz dispersada a través de la cerveza, dando lecturas en unidades Helm (UH), las cuales se comparan con las escalas de la tabla No. 1, o con el estandar establecido previamente para cada marca de cerveza.



TURBIDIMETRO

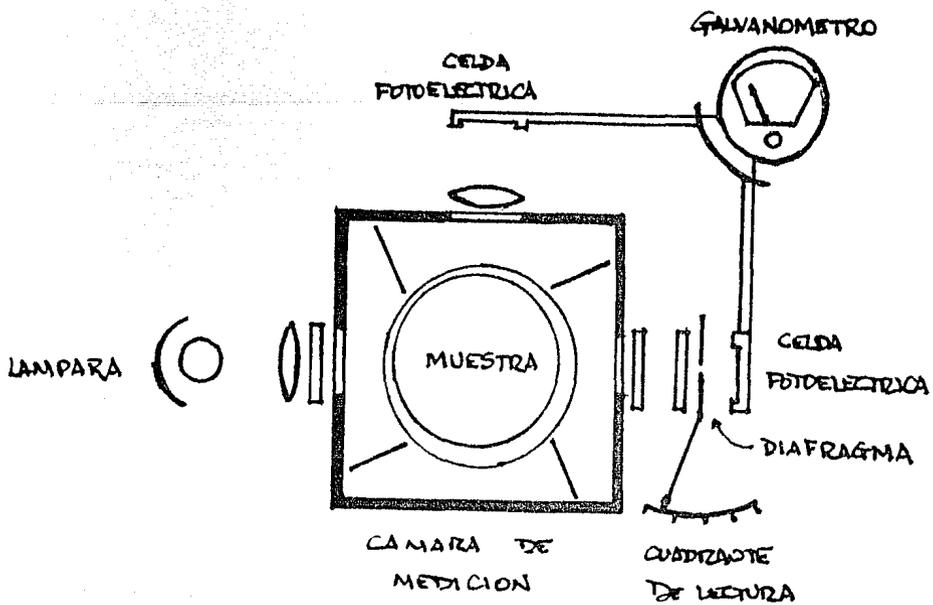
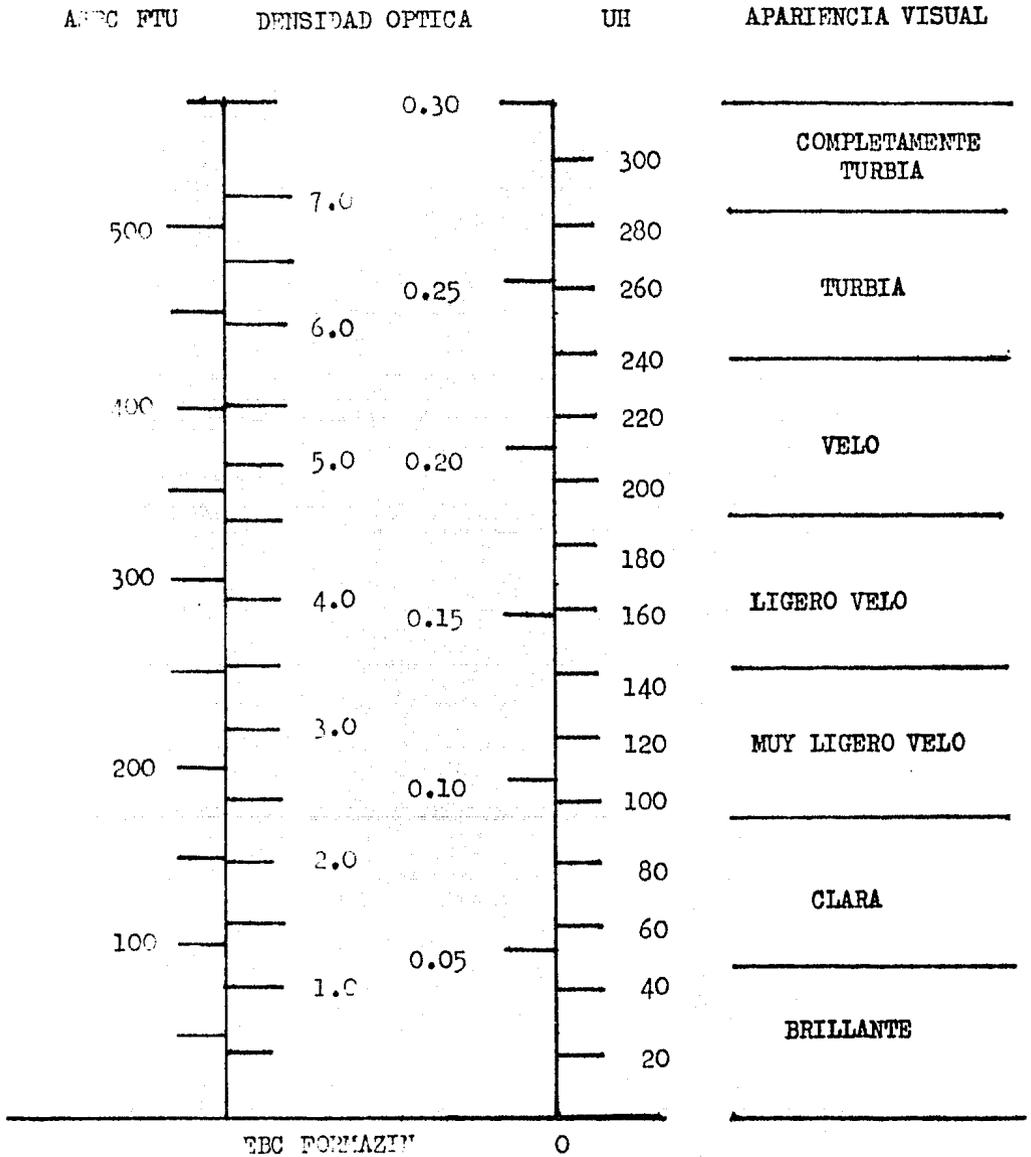


Figura No. 6. Componentes de un Turbidímetro.

TABLA No. 1



COMPARACION DE LAS ESCALAS DE DENSIDAD OPTICA Y UNIDADES HELM

IV.- Métodos de estabilización de la cerveza.

La selección de un procedimiento o procedimientos particulares de estabilización, están basados grandemente en consideraciones de mercadotecnia. El diversificado mercado de las cervezas de hoy, está compuesto por productos dentro de un rango que va de bajos materiales residuales (cervezas con bajo contenido de calorías) a altos materiales residuales (cervezas super premium). Idealmente cada producto debería ser estabilizado por su propio proceso. El grado de estabilidad debía ser dictado por la distancia de embarque y el tiempo desde el empaquetado hasta el consumo. El costo por barril para un procedimiento de estabilización es otro factor importante.

Las consideraciones basadas en el consumidor están jugando aún papeles importantes en la técnicas usadas para la protección contra el frío. Los consumidores son más cultos y conscientes de las listas de ingredientes y demandan menos aditivos residuales en los productos alimenticios. La publicidad competitiva tiende a acentuar la diferencia entre una etiqueta honrada y otro confusa. Los requerimientos para el etiquetado de ingredientes para la industria cervecera influenciarán la adopción y/o descarte de varios procesos de estabilización.

Una próspera técnica de estabilización incluye una reducción del potencial de formación de turbidez para proteínas y/o polifenoles activos de la turbidez. Sin embargo debe ser

recordado que el sabor y la estabilidad coloidal están relacionados. Por lo tanto, la selección del o de los métodos de estabilización debe otorgar estabilidad coloidal sin influenciar adversamente las deseadas características impartidas por los polifenoles.

Las proteínas responsables de la turbidez, difieren de aquellas involucradas en la estabilidad de la espuma. Una común terminología ha sido aplicada a ambos grupos de proteínas. Las proteasas tienen pesos moleculares en el rango de 5,000 a 70,000. Si bien ambas proteasas están asociadas con carbohidratos, las proteasas de la turbidez son más ácidas y altas en pesos moleculares que las de la espuma. Los antocianógenos y catequinas conocidos son precursores muy activos de la turbidez y son llamados tanoides y/o taninógenos por varios autores. Esos términos son intercambiables, y deberían ser usados solo cuando se refiere a los antocianógenos y las catequinas activas de la turbidez.

Los complejos solubles proteína-flavanoide son formados durante la elaboración y pasan a la cerveza, siendo responsables de arriba de un 30% del nitrógeno total de la misma. Estos complejos preformados, composicionalmente asemejan turbidez en la cual el componente flavanoide es polimérico y con el menos un grupo en etapa de desarrollo. La caracterización parcial de esos complejos muestra que las estructuras específicas son más activas de la turbidez que las actuales

cantidades. Los polifenoles más activos de la turbidez son productos de condensación de precursores de bajo peso molecular, como muestra la observación que la catequina dimérica es más activa que la monomérica en la formación de turbidez.

Técnicas de estabilización son empleadas para transferir el equilibrio hacia la izquierda de la proteína activa de la turbidez y el taninógeno (retarda la formación del grupo). Alcances para reducir la actividad del componente protéico incluyen enzimas proteolíticas, absorbentes y precipitantes. La actividad del componente taninógeno es reducida por el uso de absorbentes. El uso de antioxidantes para corregir el aire recogido durante el proceso, no es tan común como lo fué. Un antioxidante será el más apropiado para aparecer en la lista de ingredientes de la etiqueta. Este hecho adiciona el mínimo oxígeno recogido con prácticas modernas que han reducido el uso de antioxidantes. Algunos de los materiales aún usados incluyen el metabisulfito de potasio (KMS), las sales de ascorbato y el ácido ascórbico. El KMS y las sales de ascorbato imparten características sulfídicas si son usados en cantidades excesivas. El ácido ascórbico corroe el fierro y el cobre en adición a la actividad antioxidante que posee. Los polifenoles son antioxidantes, pero los polifenoles oxidados son más perjudiciales que benéficos.

a).--Enzimas proteolíticas.--

El uso de enzimas proteolíticas fué el primer acercamiento activo para incrementar la estabilidad coloidal. Este procedimiento llamado estabilización enzimática, fué patentado en 1911. Entre las proteasas que han sido usadas estan la: papaína, pancreatina, ficina y bromelina. Solo la papaína es usada en cierto grado actualmente. La papaína es extraída y purificada de la papaya sin madurar, y es estandarizada a aproximadamente 16% de su actividad (84% en sales inertes). Actualmente las proporciones de uso varían de 0.25 a 1.0 libras por cada 100 barriles, lo cuál es aproximadamente de 1.5 a 6.2 mg/l de enzima activa.

La forma de actuar de la papaína es bién conocida. La papaína reduce el tamaño de materiales protéicos de alto peso molecular, catalizando por hidrólisis las conexiones entre los péptidos, amidas, ésteres y/o tioésteres. Una variedad de reactivos nucleofílicos, el agua siendo el más activo convierte los grupos acilo aceptores siguiendo la hidrólisis. Un residuo de cisteína es esencial para la actividad catalítica y parece formar una enzima ligada a un tioester con un grupo carboxilo de enlace roto antes de transferirlo a un reactivo nucleófilo. La papaína exhibe una amplia especificidad de sustrato, mostrando cierta preferencia por enlaces que comprenden ácidos aminobásicos, leucina, y/o glicina, pe

no no actúa sobre residuos acídicos. La papaína podría tender a disminuir el peso molecular de las proteasas activas de la turbidez, las cuales son ricas en leucina, estabilizando la micela proteína-agua. Las micelas resultantes serían más solubles y menos propensas a flocular como partículas visibles.

La enzima preparada es añadida a la corriente de cerveza después de una filtración inicial removiendo la levadura suspendida y el trub. La cerveza es mantenida a temperatura de reposo (0 a 2°C) de 24 a 48 horas y darle después otra filtración como acabado. La papaína no es desactivada durante la pasteurización y la actividad residual puede promover problemas en el mercado.

Disponibilidad, precio, requerimientos regulatorios federales y actividad residual son areas que deben ser definidas y/o aceptadas con el uso de la papaína. La actividad residual tiende a reducir la estabilidad de la espuma, especialmente si el período de almacenamiento es largo y/o las temperaturas de almacenamiento son altas. Así, la cerveza tratada con papaína, es usualmente tratada con estabilizadores de espuma, donde el alginato de propileno glicol (Kolcoloid) es el más común.

Absorbentes de proteínas.

Entre los más comunmente usados absorbentes de proteínas estan naturalmente los silicatos de arcillas tales como la bentonita y hectorita. El talco sintético ha sido usado en cierto grado. Los silicatos quimicamente sintetizados (silica gels) han sido usados ampliamente.

La bentonita no es un absorbente eficiente, requiere bastante tiempo de reposo y permite tener significantes perdidas de cerveza debido a que su sedimento no es compacto. El uso de bentonita es mas perjudicial a las filtraciones. La tendencia a sedimentar disminuye al aumentar las filtraciones. La bentonita no es selectiva hacia proteasa de altos pesos moleculares y tiende a disminuir la estabilidad de la espuma hasta el punto que es necesario utilizar un estabilizador de espuma. Las proporciones de uso varían de 4 a 8 libras/100 barriles..

La hectorita fué usada extensamente durante los 1940's actualmente casi no se usa. La hectorita formó parte de un proceso patentado conocido como proceso ceniza, el cuál incluía una mezcla de ácido tánico y KMS. Este material fué vendido bajo el nombre comercial de Tansul 7. La mayor deficiencia de este absorbente es la alta pérdida de cerveza. Sus proporciones de uso varían de 6 a 8 libras/100 barriles

El talco sintético es una partícula finamente dividida mezclada con silicatos que es un muy efectivo absorbente. Este material es vendido con el nombre comercial de Clearfil. La deficiencia de este material es que requiere de períodos extremadamente largos de reposo para sedimentar la proteína absorbida. En ocasiones es usado con enzimas proteolíticas. La proporción de uso de 5 libras/100 barriles es muy común.

Debido a las deficiencias antes mencionadas de estos absorbentes aunadas al manejo y la baja eficiencia en la estabilidad, no existe información de que se hayan utilizado en el país.

Precipitantes de proteínas.

Los taninos han sido bastante usados para precipitar polipéptidos de alto peso molecular en cerveza, y es comúnmente añadido al final de la fermentación. El tipo más apropiado es el galotanino, el cuál presenta alta actividad para precipitar proteínas en cerveza. Los galotaninos pueden ser añadidos durante la ebullición en la olla, para mejorar la formación del trub en caliente. En uno u otro caso, este material está acelerando la formación de turbideces que son removidas después por precipitación.

Si bien es conocido que los galotaninos (ácido tánico) precipitarán materiales nitrogenados de alto peso molecular, mejorando así la estabilidad de la cerveza, existe poca información de ello en la literatura cervecera. Mientras existen numerosos artículos sobre otros materiales estabilizantes, los cerveceros que usan ácido tánico para estabilizar sus cervezas son reacios a revelar detalles sobre sus métodos de aplicación. En adición, como los taninos es uno de los constituyentes de la turbidez coloidal, es algo contradictorio usar un material de este tipo para la estabilización. Sin embargo, si cantidades y procesos apropiados son empleados, el tratamiento con taninos da buenos resultados.

Como antioxidante para la estabilización con ácido tánico questura que ni más ni menos debe ser añadido y que el opí que se recoge por cerveza tratada con tanino debe ser evitada. Las cantidades a usar deben ser determinadas para cada tipo de cerveza de modo que la precipitación sea satisfactoria para prevenir la cerveza de permanecer turbia y/o hacerla difícil de filtrar. La oxidación de la cerveza conteniendo un exceso de taninos causa coloraciones oscuras, incrementa la astringencia en el sabor y desarrolla turbidez. Mucha oposición al tratamiento con tanino ha aumentado de la experiencia de reducción coloidal y estabilidad en el sabor, debido al uso de cantidades inapropiadas y/o precauciones inadecuadas contra el recogimiento de aire después del tratamiento.

Está bien asentado que los taninos son mezclas polifenólicas capaces de precipitar materiales nitrogenados complejos. El poder de precipitación de los polifenoles varía considerablemente, donde algunos son incapaces de precipitar proteínas. El poder de precipitación de los galotáninos entre los más altos reconocidos, es mucho más alto que los polifenoles de la cerveza.

La terminología galotáninos y ácido tánico es usada intercambiamente, si bien, esto no es estrictamente correcto. El ácido tánico es pentadigaloil glucosa, mientras

que los galotaninos involucran otras estructuras además que pentaésteres. Así, debe ser recordado que el ácido tánico comercial no es necesariamente homogéneo, variando en el número de enlaces de los ésteres con el ácido digálico y/o en el grado o forma del enlace de los residuos del ácido gálico. Los galotaninos parecen ser de pequeña importancia en la materia prima, donde más complejos polifenólicos son encontrados.

Han sido utilizadas cantidades de uso arriba de 100 mg/l (2 y 1/2 libras/100 barriles). Comparando cerveza no tratada con ácido tánico y después de 4 semanas de almacenamiento, las cervezas tratadas con cantidades de 1/2 a 1 y 1/2 libras/100 barriles, no mostraron incremento en los polifenoles totales. Esto significa que el ácido tánico adicionado ha sido precipitado y removido durante la filtración. Existe indicación de coprecipitación de algunos taninos naturales de la cerveza a esta proporción. Cantidades de 2 y 2 y 1/2 libras/100 barriles producen en las cervezas altos contenidos de taninos totales después de 4 semanas. Como el contenido de antocianógenos no cambia aún a 2 y 1/2 libras/100 barriles y como el contenido de galotaninos no contiene antocianógenos, el incremento en los taninos totales a más altas proporciones es más probable debido a los galotaninos. Así, la cantidad de uso óptima será de 60 a 80 mg/l, siendo 70 mg/l la cantidad más conveniente.

Es evidente que el uso de los galotaninos dificulta la estabilización de la cerveza. El establecimiento de una correcta proporción de uso para una cerveza en particular debe ser tomada como guía, tomando en cuenta los cambios en el producto, la materia prima, y/o en el proceso. La correcta proporción de la solución de ácido tánico y el voluminoso precipitado requieren un concienzudo control durante el movimiento al almacenamiento y filtración. Relativamente altas pérdidas deben ser hechas como mínimo. En adición, no se ha resuelto si el ácido tánico debe ser incluido en la lista de ingredientes de la etiqueta.

Absorbentes polifenólicos

Este procedimiento para retardar la formación de turbidez, se hizo comercialmente factible durante los 1950's con la introducción de resinas de poliamida insoluble. Inicialmente fueron usados el nylon en polvo y la polivinilpirrolidona (PVP). Sin embargo, la absorptividad y selectividad características del nylon y la permanencia de residuos de PVP en la cerveza, trajeron como consecuencia el uso del nylon 66 y la PVP polimerizada de alto peso molecular (Polivinilpolipirrolidona PVPP) llamada comercialmente Policlar AT, que es una forma de PVP con enlaces cruzados. El producto PVPP, es insoluble en agua, solventes orgánicos incluyendo etanol, ácidos minerales fuertes y álcalis.

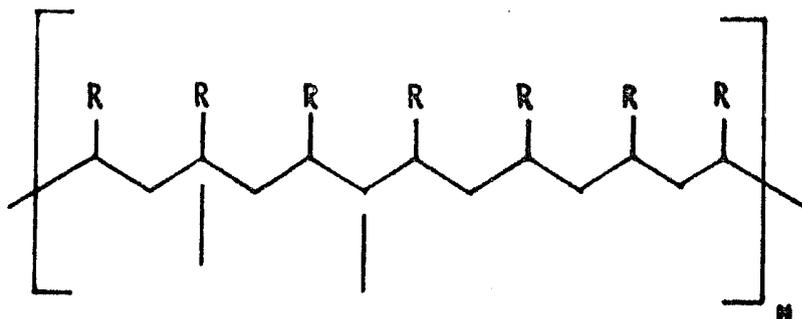
El nylon 66 y la PVP,¹ fueron usados inicialmente para calcular el contenido de antocianógenos en la cerveza, ya que ambos son eficientes absorbentes de antocianógenos. Fueron usados para acumular datos para verificar el postulado siguiente: El grado de antocianógenos removidos es proporcional al aumento en la vida en estante y al incremento en la estabilidad coloidal. Como se hizo evidente que otros polifenoles, catequinas en particular fueron los principales contribuidores a la inestabilidad coloidal, los métodos fueron desarrollados para la determinación simultánea de antocianógenos y cate

(1) Ver figura 7.

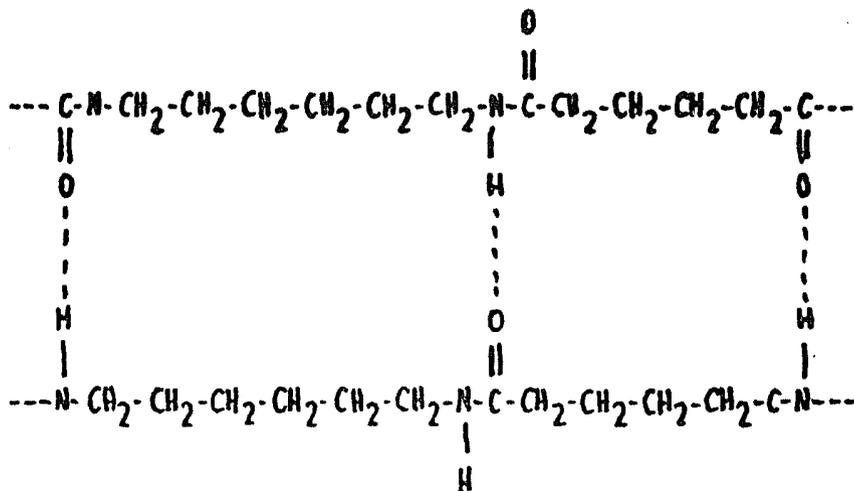
quinas, siendo estos materiales llamados taninógenos. Se reconoció que el nylon 66 y la PVP absorbían taninógenos y no solo la porción antocianógena. Así, la estabilización física por remoción de la porción taninógena activa de la turbidez se hizo un procedimiento factible de producción.

El trabajo original hecho por la PVP, es igualmente aplicable a la PVPP, siendo a menudo utilizadas intercambiamente, lo cuál no es correcto en un sentido estricto. La PVP fué originalmente desarrollada como conservador del plasma sanguíneo, siendo usada para estudios experimentales sobre los taninos de la cerveza en 1954. Después de utilizarla como ayuda en el proceso, se hizo evidente que la proporción de uso era crítica. Como no existe efecto adverso en el sabor si son removidos menos del 45% de los taninógenos, se usaron cantidades necesarias de PVP para absorber de 30 a 35% de los taninógenos. Sin embargo, se hizo también evidente que una porción de PVP era residual en la cerveza terminada y que el nivel de este residuo afectaba la formación de turbidez durante la pasteurización. Cervezas con 5 a 10 mg/l de PVP residual desarrollaron turbidez visible durante la pasteurización, mientras que cervezas con 100 mg/l de PVP residual permanecían brillantes. Otras técnicas de estabilización basadas en mezclas de PVP con enzimas proteolíticas han sido utilizadas, mejorando la estabilidad coloidal.

FIGURA No. 7



POLIVINILPOLIPIRROLIDONA
 (PVPP, POLYCLAR AT; CROSPOLIDONA)



NYLON-66

1).- Pruebas y análisis en Planta Piloto con los diferentes métodos de estabilización.

Como se ha mencionado anteriormente, se han realizado pruebas a escala planta piloto (algunas de las cuales a nivel Industrial), todas ellas tendientes a mejorar la estabilidad coloidal de la cerveza.

Las cantidades de turbidez presente en los resultados de las pruebas a los diferentes tiempos y temperaturas, fueron hechas en el turbidímetro y comparadas con los estándares expuestos a continuación:

TABLA No. 2

ESTANCIAS DE UNIDADES HELM (UH)

GOBIERNO	UH (Máximas)	
Corona	16	
Victoria	18	(24 horas máximo antes de envasar la cerveza)
Modelo	18	
Negra	28	

TEMPERATURA

Corona	17	
Victoria	19	(8 horas máximo después de envasar la cerveza)
Modelo	19+	
Negra	30	

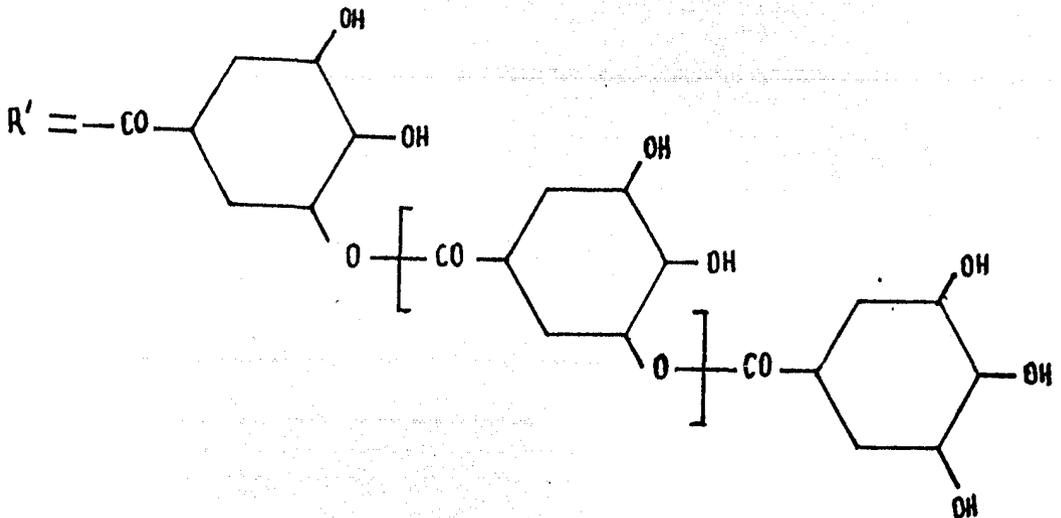
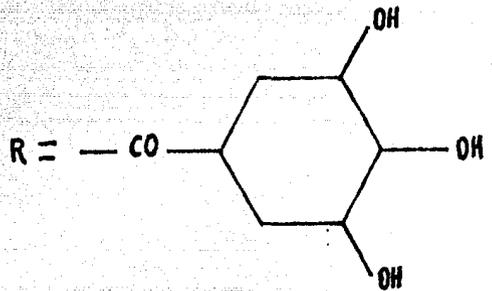
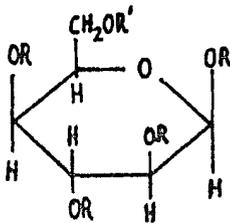
(+) Bote

Los resultados de las pruebas de estabilidad normal y estabilidad forzada se compararon con la tabla No. 1

A continuación se presentan parte de dichas pruebas.

Uso de ácido tánico purificado.

Se utilizó este ácido debido a que si observamos la estructura molecular, se notará la presencia de muchos grupos oxhidrilos.



Las fuerzas de unión entre el ácido tánico y la proteína son debidas principalmente a ligaduras de hidrógeno, formadas entre los grupos oxhidrilo del ácido y el átomo de oxígeno de los grupos péptidos. La formación de estas ligaduras provoca la precipitación del material nitrogenado en la cerveza, rompiéndose así el balance tanino-proteína causante de la turbidez. El precipitado Acido tánico-proteína es removido posteriormente por filtración.

La cantidad óptima de ácido tánico a usar como ya se dijo anteriormente, puede ser variable, dependiendo de la naturaleza de la cerveza a tratar, por lo tanto se realizaron en el laboratorio seis pruebas tentativas utilizando cerveza fermentada antes de iniciar el reposo. Esta cerveza fué tratada con 30, 40, 50, 60, 70 y 80 ppm de ácido tánico; se sostuvo a 0°C por un tiempo de 24 horas y posteriormente fué filtrada.

A cada 10 ml. de esta cerveza, se le adicionó 1 ml. de solución acuosa con 1.2% de ácido pícrico y 2.5% de ácido acético glacial. La cerveza tratada con 50 ppm o más, mostró buena estabilidad, es decir no hubo presencia de turbidez, por lo que se decidió probar en planta piloto con 60 ppm.

El ácido tánico se adicionó directamente en los tanques de reposo, dosificándolo al recibir la cerveza de fermentación. Se permitió un tiempo de reposo de 21 días. Durante este tiempo, la cerveza estuvo siendo comparada con un "control",

es decir, cerveza no tratada con ácido tánico; no se observó ninguna anomalía y como única diferencia podría mencionarse la formación de una mayor turbiedad al compararla con la cerveza control. Esto era de esperarse y fué la indicación de la coagulación producida por la acción del ácido tánico sobre la proteína.

Al filtrar la cerveza tratada, se observó una disminución en la eficiencia de filtración, acortándose la duración del ciclo en casi un 50%; sin embargo, este problema se superó al modificar la fórmula de filtración y conseguir una eficiencia comparativa del 80% durante la filtración.

Para realizar los análisis químicos y las pruebas de estabilidad forzada, se envasó cerveza control y cerveza tratada y según se desprendió del estudio de los análisis químicos realizados, no existe ninguna variación en los datos de extracto ni grado de fermentación, el tiempo de retención de espuma no resultó afectado. No se observó ninguna influencia en las unidades de amargor ni en los contenidos de antocianos; los valores de pH fueron idénticos en ambos casos.

La prueba de estabilidad se realizó determinando la brillantez de la cerveza en la misma botella, durante 10 ciclos de prueba. Cada ciclo consistió en mantener la cerveza 24 horas a 45°C y 24 horas a 0°C, evaluando entonces la turbidez en el turbidímetro. Con esto, se pudieron obtener datos comparativos muy significativos, y que podrían equipar-

(1) Ver cuadro 6.

arse con una vida de 4 meses en estante.

Se promedió el valor de 3 botellas de cada muestra en cada ciclo y los resultados se graficaron según se observa en la siguiente hoja.

El comportamiento de todas las muestras se puede considerar igual hasta el segundo ciclo. A partir del tercer ciclo, se comienza a observar que en las cervezas control se tienen con mucho mayores unidades Helm, haciéndose cada vez mayor esta diferencia con respecto a las cervezas tratadas con ácido tánico, las cuales permanecen prácticamente constantes, y al terminar el décimo ciclo de la prueba, se tienen unidades Helm de 28, 27 y 29, en tanto que las cervezas control tienen 158 y 117 unidades Helm, respectivamente.¹

Por lo que se refiere a la prueba organoléptica (cata do), no se encontró hasta los 3 meses, diferencias significativas entre las cervezas control y las tratadas con ácido tánico; antes bien, en ocasiones los catadores manifestaron cierta preferencia por la cerveza tratada.

En conclusión y basándose en los datos obtenidos, se puede decir que el tratamiento es muy efectivo para eliminar complejos protéicos susceptibles de condensar y que no permanecen residuos de ácido tánico en la cerveza terminada y así mismo, no afecta a las propiedades de la misma.

De acuerdo a lo anterior, se aprobó su uso a nivel industrial, obteniéndose resultados satisfactorios.

(1) Ver figura 8

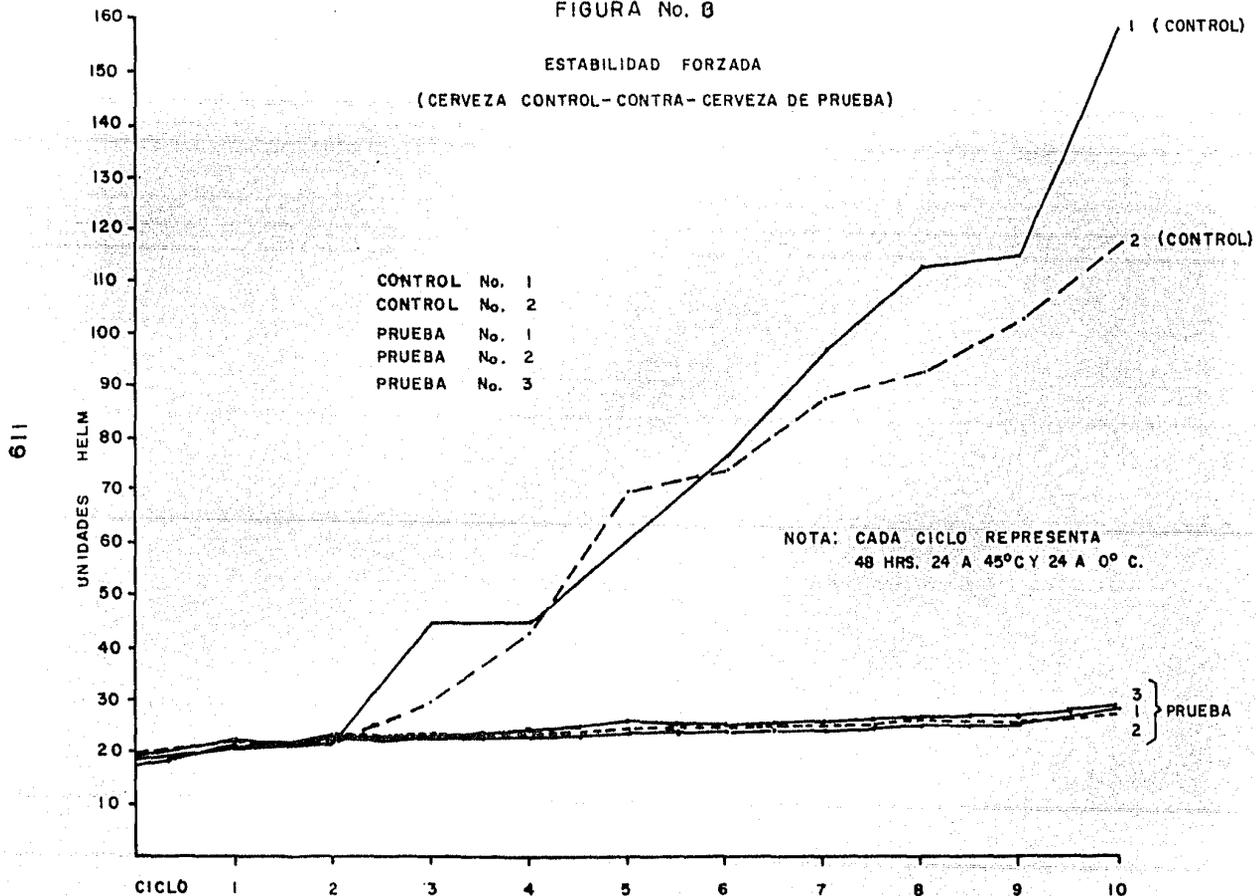
CUADRO 6

		U. H. 0 HORAS	CICLO 1	CICLO 2	CICLO 3	CICLO 4	CICLO 5	CICLO 6	CICLO 7	CICLO 8	CICLO 9	CICLO 10
PRUEBA	1	18	21	23	23	23	24	24	24	25	25	28
PRUEBA	2	19	21	23	23	23	24	25	25	26	25	27
PRUEBA	3	19	22	23	23	24	26	25	26	27	27	29
CONTROL	1	19	21	22	45	45	61	77	97	113	115	158
CONTROL	2	19	22	22	30	43	70	74	88	93	103	117

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ESTABILIDAD CON ACIDO TANICO.

FIGURA No. 8

ESTABILIDAD FORZADA
(CERVEZA CONTROL-CONTRA-CERVEZA DE PRUEBA)



Uso de formaldehído al inicio de la maceración.

La efectividad de los métodos para estabilizar depende de los cambios que ellos causen en el completo equilibrio en tre polifenoles y proteínas, los que aunados a una correcta técnica de proceso, permitan un óptimo en la estabilidad coloidal, sin afectar por supuesto las características físicas químicas y organolépticas deseables en la cerveza.

El formaldehído es un antiséptico y en experiencias de sarrolladas sembrando levadura en diferentes medios de culti vo tratados con altas concentraciones de éste, ha existido una total inhibición de crecimiento; esto se dice, es debido a las interacciones proteínas-formaldehído en la célula del microorganismo.

El formaldehído al reaccionar y precipitarse con los antocianógenos, aparecerá solo en pequeñas cantidades en el mosto ya filtrado y un gran porcentaje de esta cantidad se e liminará durante la ebullición, en parte por pérdidas por e vaporación y por interacciones con los antocianógenos del lú pule y solo reducidas cantidades en relación a la cantidad a gregada en el macerado pasarán al mosto terminado, pero se dice que aún a estas concentraciones, la cosecha de levadura su efectividad fermentativa y su capacidad respiratoria, se ven afectadas por posibles cambios metabólicos y fisiológicos.

Buscando ya, en definidas concentraciones, los efectos del formaldehído sobre la estabilidad coloidal, se desarrolló un programa que consistió de 24 experiencias, utilizando concentraciones de 0, 50, 75 y 100 ppm de formaldehído con relación al peso de la malta. La adición del formaldehído se realizó al inicio de la maceración y se efectuaron 6 secuencias de dichas concentraciones, empleando la levadura cosechada al término de la fermentación para posterior inoculación. Con esto último se buscaba observar las posibles alteraciones que ocasionaría en la levadura el formaldehído residual en los mostos tratados.

No se observaron variaciones en casa de cocimientos provenientes de las adiciones de formaldehído; la conversión, filtración, floculación, etc., fueron normales.

Los tiempos de fermentación no se vieron afectados por el formaldehído, la consistencia y aspecto de la levadura fue normal en casi todos los casos a excepción de los cocimientos correspondientes a la sexta vuelta de la levadura con tratamientos de 75 y 100 ppm. de formaldehído en los que al término de la fermentación existió muy mala floculación.

Todas las demás operaciones fueron normales, sin haber encontrado variaciones con relación a los controles.

Los análisis químicos efectuados se observan en las tablas 3 y 4. En la tabla 3, se observa que el formaldehído re-

sidual en mostos, es muy bajo con relación a las cantidades que menciona la literatura. En la cerveza terminada el remanente de formol es muy pequeño.

Los antocianógenos son reducidos en un 35% con concentraciones de 100 ppm de formaldehído. Los azúcares en mosto y cerveza, no revelan alteración alguna, según se observa en la tabla 4.

Las observaciones microscópicas directas de la levadura recolectada al término de la fermentación, indicaron que no hubo cambios visibles en la morfología. La siembra de levadura en un medio conteniendo verde de bromocresol, no pudo revelar anomalía alguna, por lo que no se pudo concluir algo definitivo.

En las gráficas 2A, 2B y 2C¹, se pueden observar los promedios de estabilidad coloidal a 1, 2 y 3 meses; estabilidad forzada y el promedio de contenidos de antocianógenos en la cerveza. Es notoria la mejor estabilidad en las pruebas tratadas con formaldehído, siendo el descenso en unidades Helm y antocianógenos directamente proporcional a las concentraciones de formaldehído empleadas.

Los diferentes catados a lo largo de la vida en estante de la cerveza, nos revelan que no existieron variaciones en las propiedades organolépticas.

(1) Ver. figura No. 9

En una experiencia anterior utilizando 1,000 ppm de formaldehído, se observó que los contenidos de antocianógenos disminuyeron hasta en un 75% con relación a los controles. En esta última prueba se vió que no es necesaria tal reducción, ya que con un 35% de abatimiento en el contenido de antocianógenos, la estabilidad es ampliamente mejorada, y ésto se logró con 100 ppm de formaldehído.

No se observaron mayores tiempos de atenuación en fermentación, lo que hizo pensar que la actividad fermentativa no se vió alterada, así mismo, no se pudo constatar que existiesen problemas en la respiración de la levadura, pero el hecho de que en la sexta vuelta la levadura de mostos tratados con 75 y 100 ppm no floclara, hace pensar que existió alguna alteración fisiológica en las células que promovió la mala floclación.

A concentraciones de 50, 75 y 100 ppm de formaldehído, no se encontraron variaciones perceptibles en las características organolépticas de la cerveza.

Sin embargo no se autorizó su uso a nivel industrial, aunque ésta prueba se haya efectuado a este nivel.

TABLA No. 3

1 - A

<u>COCTO.</u>	<u>HCHO</u>	<u>FORMALDEHIDO</u>		<u>TAN.</u>	<u>ANT.</u>
		<u>RESIDUAL</u>	<u>(ppm)</u>		
		<u>MOSTO</u>	<u>GERVEZA</u>		
1	0	-	-	130	30
2	50	0.06	0.05	131	24
3	75	0.125	0.10	138	24
4	100	0.10	0.10	131	17
5	0	-	-	151	26
6	50	0.05	0.01	150	22
7	75	0.18	0.03	131	23
8	100	0.12	0.01	124	20
9	0	-	-	144	26
10	50	0.04	0.04	150	22
11	75	0.11	0.09	146	20
12	100	0.11	0.11	152	19
13	0	-	-	132	31
14	50	0.11	0.07	136	25
15	75	0.07	0.01	132	24
16	100	0.12	0.16	126	20
17	0	-	-	136	30
18	50	0.12	0.10	140	21
19	75	0.06	0.05	150	19
20	100	0.15	0.12	143	16
21	0	-	-	141	27
22	50	0.045	0.07	134	23
23	75	0.08	0.07	131	22
24	100	0.09	0.08	128	18

TABLA No. 4

1 - B

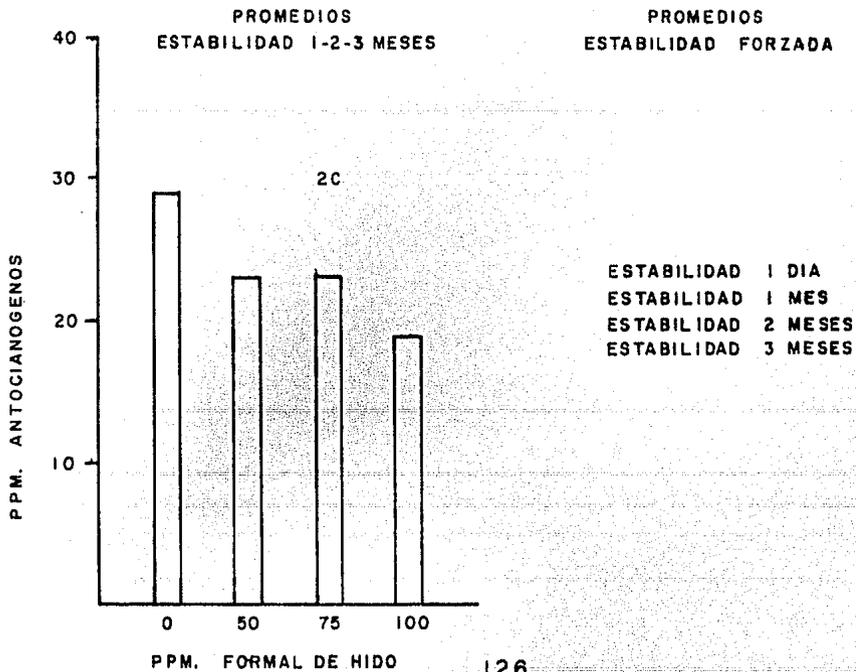
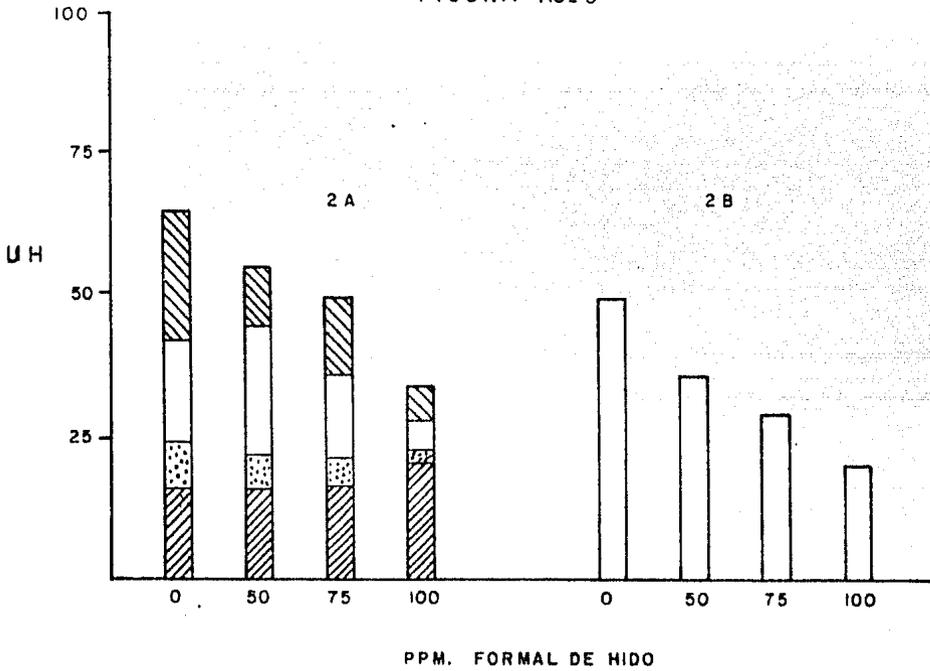
AZUCARES %

CANTO.	M O S T E O F G A C E R V E Z A E															ppm HCHO
	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E				
1	1.30	0.56	1.51	4.90	0.30	1.43	0.12	2.20	0.56	0.52	0.47	0.03			0	
2	1.55	0.45	1.49	4.85	0.29	1.12	0.07	2.20	0.56	0.52	0.47	0.03			50	
3	1.60	0.43	1.57	5.00	0.26	1.01	0.26	1.80	0.45	0.54	0.36	0.02			75	
4	1.35	0.61	1.49	5.10	0.29	1.14	0.29	1.75	0.66	0.58	0.46	0.04			100	
5	1.30	0.56	1.48	4.85	0.30	1.40	0.12	2.46	0.69	0.70	0.78	0.06			0	
6	1.67	0.59	1.41	4.70	0.17	0.94	0.07	1.86	0.46	0.42	0.41	0.03			50	
7	1.72	0.39	1.33	4.40	0.17	0.93	0.07	1.47	0.42	0.39	0.42	0.01			75	
8	1.30	0.44	1.37	4.25	0.16	1.01	0.12	1.76	0.41	0.44	0.44	0.04			100	
9	1.65	0.48	1.48	5.10	0.25	1.17	0.07	2.02	0.53	0.45	0.42	0.03			0	
10	1.95	0.46	1.68	5.35	0.34	1.06	0.09	1.64	0.49	0.26	0.48	0.03			50	
11	1.95	0.46	1.65	5.35	0.37	1.07	0.19	1.99	0.48	0.53	0.60	0.10			75	
12	1.70	0.47	1.41	4.60	0.22	0.97	0.07	2.25	0.57	0.55	0.63	0.04			100	
13	2.45	0.53	1.87	6.30	0.62	1.50	0.08	2.12	0.53	0.37	0.55	0.10			0	
14	1.95	0.51	1.77	5.35	0.34	1.13	0.12	2.05	0.47	0.47	0.60	0.04			50	
15	1.20	0.45	1.57	5.10	0.42	1.17	0.17	2.20	0.55	0.52	0.48	0.02			75	
16	1.30	0.40	1.54	5.00	0.29	0.86	0.04	2.21	0.68	0.56	0.56	0.06			100	
17	2.12	0.71	2.01	7.25	0.35	1.17	0.15	2.27	0.44	0.58	0.26	0.05			0	
18	1.72	0.45	1.45	5.10	0.26	1.06	0.07	2.14	0.50	0.50	0.73	0.03			50	
19	2.25	0.60	1.70	4.80	0.25	1.57	0.09	2.08	0.56	0.47	0.57	0.03			75	
20	2.12	0.51	1.25	5.15	0.47	1.37	0.14	2.14	0.53	0.47	0.50	0.05			100	
21	2.05	0.51	1.73	5.80	0.23	1.25	0.06	2.20	0.72	0.50	0.47	0.06			0	
22	2.12	0.46	1.53	5.80	0.29	0.91	0.10	2.21	0.47	0.50	0.63	0.01			50	
23	1.72	0.39	1.41	4.70	0.29	0.97	0.07	2.08	0.44	0.42	0.48	0.04			75	
24	2.27	0.60	1.77	5.50	0.30	0.98	0.11	2.02	0.56	0.39	0.33	0.06			100	

A = DEXTRINAS
 B = MALTOTETRAOSA
 C = MALTOTRIOSA
 D = MALTOSA

E = SACAROSA
 F = GLUCOSA
 G = FRUCTUOSA

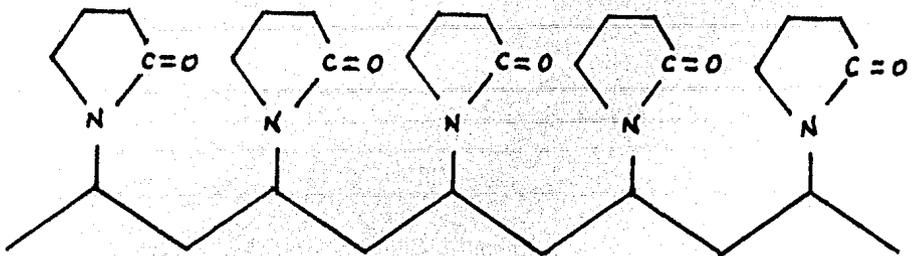
FIGURA No. 9



Uso de Polivinilpirrolidona en combinación con enzimas proteolíticas.

Ya se ha mencionado anteriormente que los polifenoles están involucrados en la formación de turbidez, pero son de gran importancia los antocianógenos por ser altamente reactivos susceptibles de polimerizaciones no oxidativas, cuyos productos de reacción son moléculas lo suficientemente grandes para interactuar y formar complejos insolubles.

Resalta por lo tanto, la importancia de ellos en la estabilidad coloidal, y es por ello que se han desarrollado experiencias utilizando polivinilpirrolidona, ya que si se examina su estructura molecular, se verá que posee múltiples uniones peptídicas semejantes a las de las proteínas, estos grupos peptídicos reaccionan con los grupos hidroxil-fenólicos de los antocianógenos y efectúan su retiro por adsorción.



El principio de estabilización de las enzimas proteolíticas, implica la hidrólisis del material protéico en la cerveza, que puede verse involucrado en la formación de turbidez y su efecto depende de la cantidad de producto usado, de la forma y lugar en el proceso donde es adicionado y principalmente de la composición de la cerveza.

En las pruebas en las que se utilizó enzima proteolítica después de la filtración, la polivinilpirrolidona se dosificó en el traslado de fermentación a reposo y variando los tiempos de reposo; las pruebas en las que solo se utilizó PVP, esta se adicionó durante la primera filtración y en ambos casos fué dosificada en una suspensión del 10%.

En los tanques de prefiltrado y de reposo, se encontraron residuos de PVP. En la **figura No. 10** se observan los resultados de estabilidad coloidal obtenidos de pruebas combinadas y usando unicamente PVP.

El tiempo de reposo fué de 2 semanas y las porciones usadas de cada uno de los productos, también se indican. En las pruebas desarrolladas usando PVP sin tratamiento enzimático, se obtuvo como era de esperarse, una apreciable mejoría con respecto al control y en las pruebas combinadas se observó una mayor estabilidad coloidal con concentraciones de 100 y 200 ppm de PVP, indicándonos que con dichas adiciones podemos disminuir la cantidad de enzimas de 30 a 10 ppm.

En la **figura No.11**, se manifiesta la influencia benéfica, en cuanto a estabilidad se refiere, de un mayor tiempo de reposo, y en general, las cervezas tratadas con FWP, resultan más estables que los controles.

FIGURA No. 10

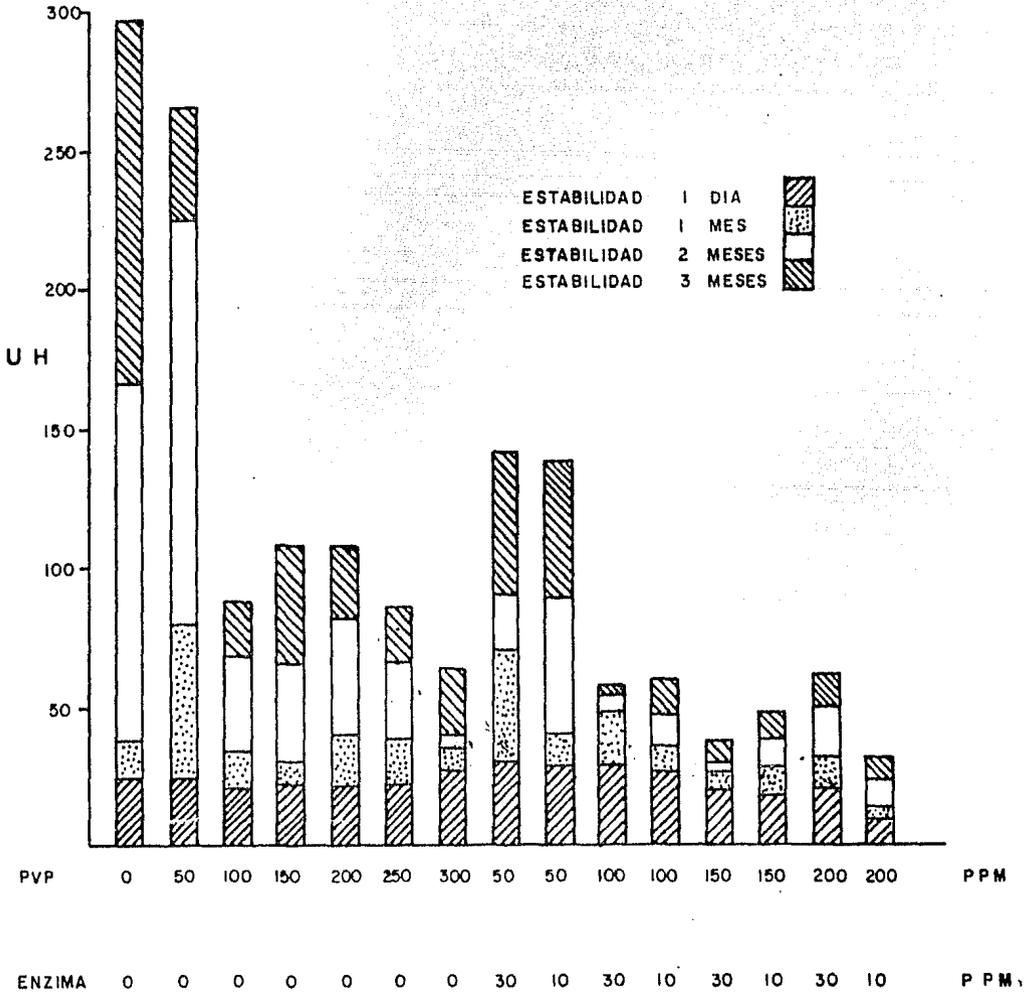
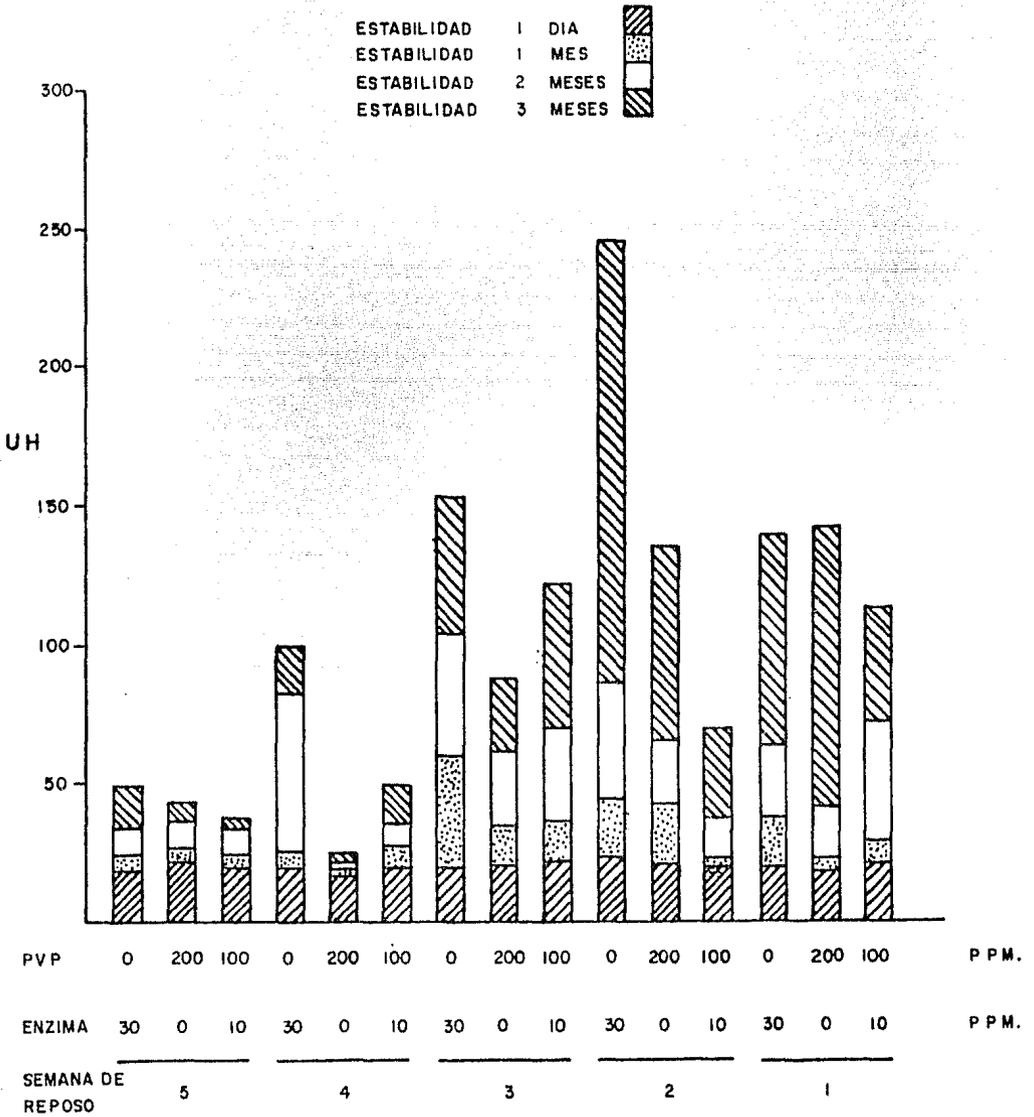


FIGURA No. 11



c).- Selección del método de estabilización apropiado para cervacería.

Como ya se mencionó al inicio de este capítulo, la selección del procedimiento de estabilización de cerveza, es ta basada en:

1).- Consideraciones en base al mercado. Es decir que tan grande es el mercado para nuestras cervezas, que distancias de traslado deben cubrir y que tiempos se tienen desde el empaclado hasta el consumo de las mismas.

2).- Costos por barril. Que tan altos son los costos de un procedimiento de estabilización en comparación con otros.

3).- Consideraciones basadas en el consumidor. Tales como materiales residuales, ingredientes, etc.

4).- El método de estabilización de cerveza, no debe alterar las propiedades organolépticas. Características de los aditivos utilizados.

Aplicando lo anterior al procedimiento de estabilización de cerveza por medio de enzimas proteolíticas, se tiene lo siguiente:

1.- Consideraciones en base al mercado:

a).- En México, el mercado no está diversificado, es decir, las cervezas producidas por las tres principales compañías son del mismo tipo, lo cual hace que no se tenga una competencia disparaja, y por lo tanto podremos utilizar

el mismo método de estabilización para todas nuestras marcas.

b).- Distancias de traslado: Como cada compañía cervecera tiene su mercado definido en México, entonces se conocen las distancias y condiciones del traslado de la cerveza, lo cual hace que se conozcan datos de estabilidad coloidal en nuestras cervezas en cada lugar de consumo.

c).- Tiempo desde el empaquetado hasta el consumo: Lo mismo puede decirse para este punto, al conocer las distancias y condiciones de traslado de la cerveza y tomando en cuenta las cantidades requeridas de la misma en cada centro de consumo, se conoce el tiempo transcurrido desde el empaquetado hasta el consumo.

Respecto a los puntos b).- y c).- podemos decir que nuestros productos no rebasan un tiempo de residencia en el mercado de 3 meses, con una estabilidad coloidal máxima por abajo de las 100 Unidades Helm, aplicando éste método.

2).- Costo por barril.- La experiencia y la práctica han demostrado que el uso del método o procedimiento de estabilización enzimática de la cerveza, aunque es caro el producto, se abaten los costos en comparación con otros, ya que no es necesario utilizar métodos y/o equipos auxiliares para su aplicación.

3).- Consideraciones basadas en el consumidor. Aunque actualmente no está bien reglamentado listar en el etiquetado los ingredientes utilizados en la elaboración de la cerveza,

se cree tendrá menos impacto la utilización del método de estabilización enzimática al referirla como "estabilizador a base de enzimas provenientes de fruta" que citar "ácidos", "productos químicos y/o sintéticos", etc.

4).- Un método de estabilización, no debe alterar las propiedades organolépticas.

a).- La estabilidad en el sabor y la coloidal están interrelacionadas.

Las enzimas proteolíticas, no afectan el sabor ni el cuerpo de la cerveza, no imparten olores y/o sabores característicos y ayudan a la maduración de la cerveza, mejorando las características de la misma.

b).- Proteínas activadoras de turbidez contra las activadoras de espuma.

Debido a que las enzimas proteolíticas son selectivas solo interfieren con las moléculas de proteína precursoras de la turbidez, asegurando la retención de los constituyentes de la espuma y mediante la estabilización de estos, produce una espuma mejor.

c).- Antioxidantes.

Las enzimas proteolíticas no reaccionan ni interfieren con los antioxidantes u otros aditivos.

Por todo lo anterior, a partir de 1970, se instituyó este método de estabilización en esta planta, obteniéndose excelentes resultados, mismos que dieron la pauta para su uso en las demás plantas filiales.

V.- Pruebas Experimentales.

Como ya se ha mencionado, la acción estabilizadora de los preparados enzimáticos, está basada o implica la hidrólisis de material proteico presente en la cerveza, el cual es mayor en cerveza de reposo que en aquella cerveza que se ha filtrado, por lo tanto, es lógico suponer que al ser menor la cantidad de proteína después de la filtración, su hidrólisis requerirá una menor cantidad de enzima.

Es conocido también que la actividad proteolítica de los estabilizadores enzimáticos, es incrementada con la temperatura, de tal suerte que su mayor actividad es desarrollada durante la etapa de pasteurización y no en la reposo.

Con las consideraciones anteriores y pensando en la ventaja económica que se pudiera obtener, así como en la dificultad que en un momento dado pudiese representar la adquisición de la enzima, se han desarrollado a niveles planta piloto e industriales las pruebas que a continuación se presentan, tendientes a disminuir el consumo de enzima sin deteriorar la calidad del producto.

a).- Productos utilizados y características generales.

En general, un preparado comercial enzimático contiene proteasas de grado alimenticio, altamente refinadas, derivadas de papaina (5.27% de papaina activa aproximadamente), y agentes estandarizantes, conservadores, antioxidantes, etc. son completamente miscibles en agua y cerveza con una gravedad específica de 1.2 a 1.3 gr/ml. Otras especificaciones: ¹

Arsénico	3 ppm.
metales pesados (Pb)	40 ppm.
Plomo	10 ppm.
Coliformes	30 / gramo
Pseudomonas Aeuroginosa	Negativo
Especie Salmonella	Negativo

El tiempo de almacenamiento sin pérdida de actividad es directamente influenciado por la temperatura.

A L M A C E N A M I E N T O

Temperatura (°C)	20	15	10	5	0
Tiempo (meses)	4	8	16	24	36

A temperatura ambiente pierde aproximadamente 3% de su actividad. Se inactiva mediante la acción de metales pesados y agentes oxidantes, la actividad proteolítica es directamente proporcional a la concentración de enzima usada.

A consecuencia de lo anterior, de 1970 a la fecha hemos estado utilizando los siguientes preparados enzimáticos:

(1) Datos del Proveedor.

a).- Nombre comercial: CHILKO

Distribuidor: ENEMK, S. A.

Propiedades: Líquido no viscoso

Color café oscuro

Contiene: Papaina

Jarabe de maíz

agua

Bisulfito de Sodio

Sal

Aceite de Lúpulo

Alfa amilasa

Actividad: 80 Hb (Siebel Hemoglobin Units)

b).- Nombre Comercial: COLLUFULIN

Distribuidor: Laboratorios QUIMORGAN

Propiedades: Líquido no viscoso

Color café claro

Contiene: Papaina

Sorbitol

agua

Metabisulfito de Sodio (20%)

Actividad: 100 DP (Digestive Power)

Se han obtenido muy buenos resultados de estabilidad coloidal con estos dos preparados, ya que sus caracteris-

ticas se ajustan al tipo de cervezas que se producen en esta planta, sin embargo, ya que en determinado momento nos sea imposible contar con uno de ellos, es necesario tener otro preparado con el que se pueda contar, eligiéndose a priori el siguiente:

c).- Nombre comercial: PROTENSAL

Distribuidor: Glucosa, S.A.

Propiedades: Líquido no viscoso

Color café claro

Elaborado con: Papaína

Glucosa líquida

Actividad: 90 NT (Unidades Papaína)

Sin embargo, no podemos correr pruebas de reducción de enzima con los tres preparados, por lo tanto realizaremos una prueba para determinar cuál de estos tres será el más conveniente utilizar para optimizar su uso.

b).--REPORTO SOBRE LA ESTABILIDAD COLOIDAL OBTENIDA EN
CERVEZA CON DIFERENTES TIPOS DE PREPARADOS ENZIMA
TICOS COMERCIALES.

Es conocido que básicamente todas las enzimas comercia-
les consisten de una mezcla de enzimas proteolíticas (princi-
palmente papaína y pepsina), la proporción de las cuales pue-
de variar de producto a producto, y por lo tanto no es posi-
ble determinar su valor real de aplicación, basándose exclusi-
vamente en la medición de la actividad gamma (γ) Tirosina. En
adición a la diferencia cuantitativa del contenido enzimático
individual de cada producto, se tienen variaciones en el mate-
rial empleado para preservar y suspender la enzima, pero ya
se trate de sorbitol o de jarabes de maíz, esto solamente a-
fectaría la potencialidad disponible de enzimas si se tratara
de condiciones adversas o períodos muy largos de almacenaje;
y por lo tanto, no consideraremos que existe ninguna diferen-
cia por lo que toca a productos enzimáticos de reciente elabo-
ración.

Sin embargo, se determinó la actividad de la enzima en
los preparados comerciales a utilizar, encontrándose una dife-
rencia considerable en la actividad enzimática medida como (γ)
Tirosina, siendo estos valores los siguientes:¹

(1) Ver cuadro 7

CUADRO No. 7

	Actividad γ Tirosina por gramo por minuto.	% de actividad con relación al Chilko
Chilko	115	100.0
Protesal	102	88.7
Collupulin	89	77.4

En vista de estos resultados, y considerando que estos aunque indicativos no son definitivos, se procedió a realizar una prueba que nos indicára la influencia que sobre la estabilidad coloidal de la cerveza tendría el uso de cada uno de estos preparados enzimáticos, así como investigar la posibilidad de reducir las dosis de inoculación, logrando así una ventaja económica.

La prueba¹ se realizó tomando cerveza de un tanque de fermentación, reposando y filtrándola en la planta piloto e inoculándole 20, 30 y 40 ppm. de cada una de las enzimas en la etapa correspondiente a la filtración.

Aún cuando se utilizó el mismo tanque de fermentación, con la misma cerveza, existió una variación en los tiempos de reposo en cada prueba², teniéndose así 18 días para la cerveza con 20 ppm. de enzima, 21 días para la cerveza con 30 ppm y 24 días para la cerveza con 40 ppm.; esto origina que aún cuando las pruebas con la misma concentración de enzima sean comparativas entre si, no ocurre lo mismo al tratar de comparar pruebas con distintas concentraciones de enzima, pues son diferentes tiempos de reposo.

(1) Ver figuras 12, 13 y 14.

(2) Ver Cuadro No. 8.

UH

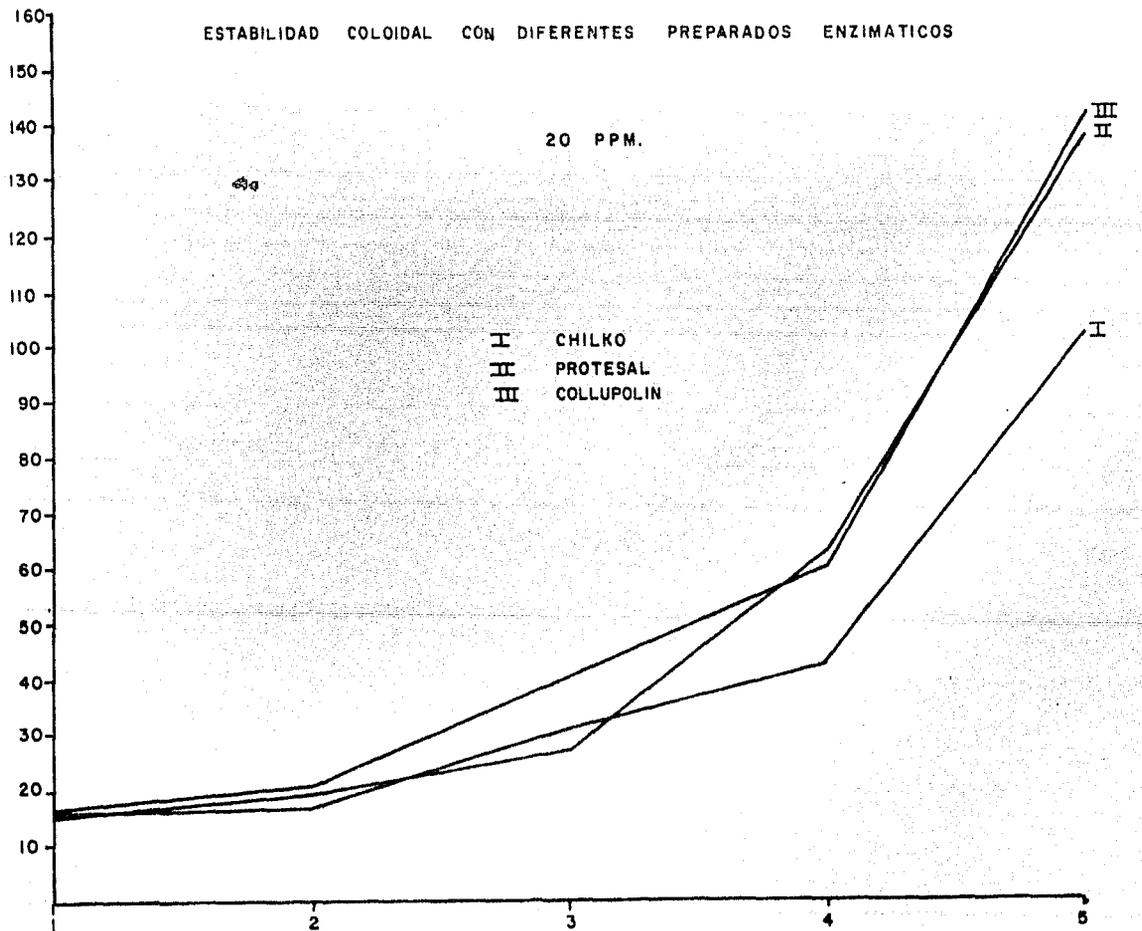
FIGURA No. 12

ESTABILIDAD COLOIDAL CON DIFERENTES PREPARADOS ENZIMATICOS

20 PPM.

- I CHILKO
- II PROTESAL
- III COLLUPOLIN

141



TIEMPO Y TEMP.

UH

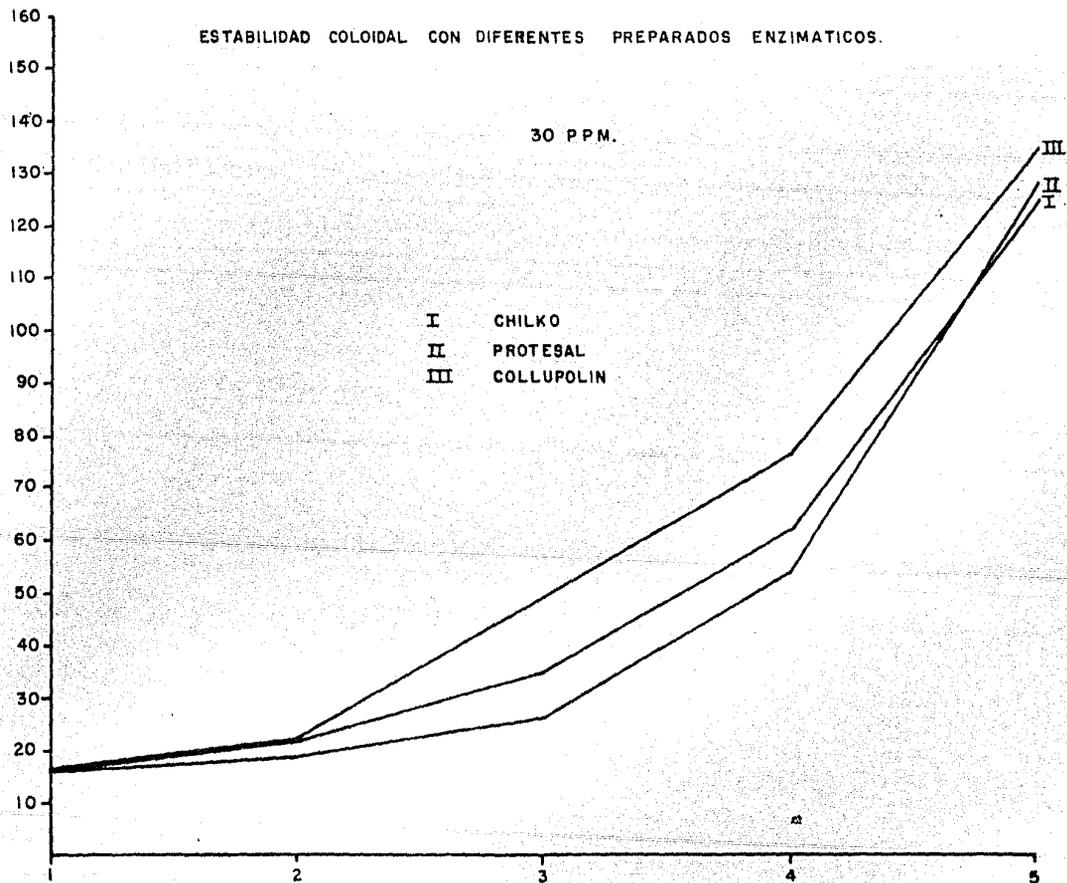
FIGURA No. 13

ESTABILIDAD COLOIDAL CON DIFERENTES PREPARADOS ENZIMATICOS.

30 PPM.

I CHILKO
II PROTESAL
III COLLUPOLIN

142



TIEMPO Y TEMP.

UH

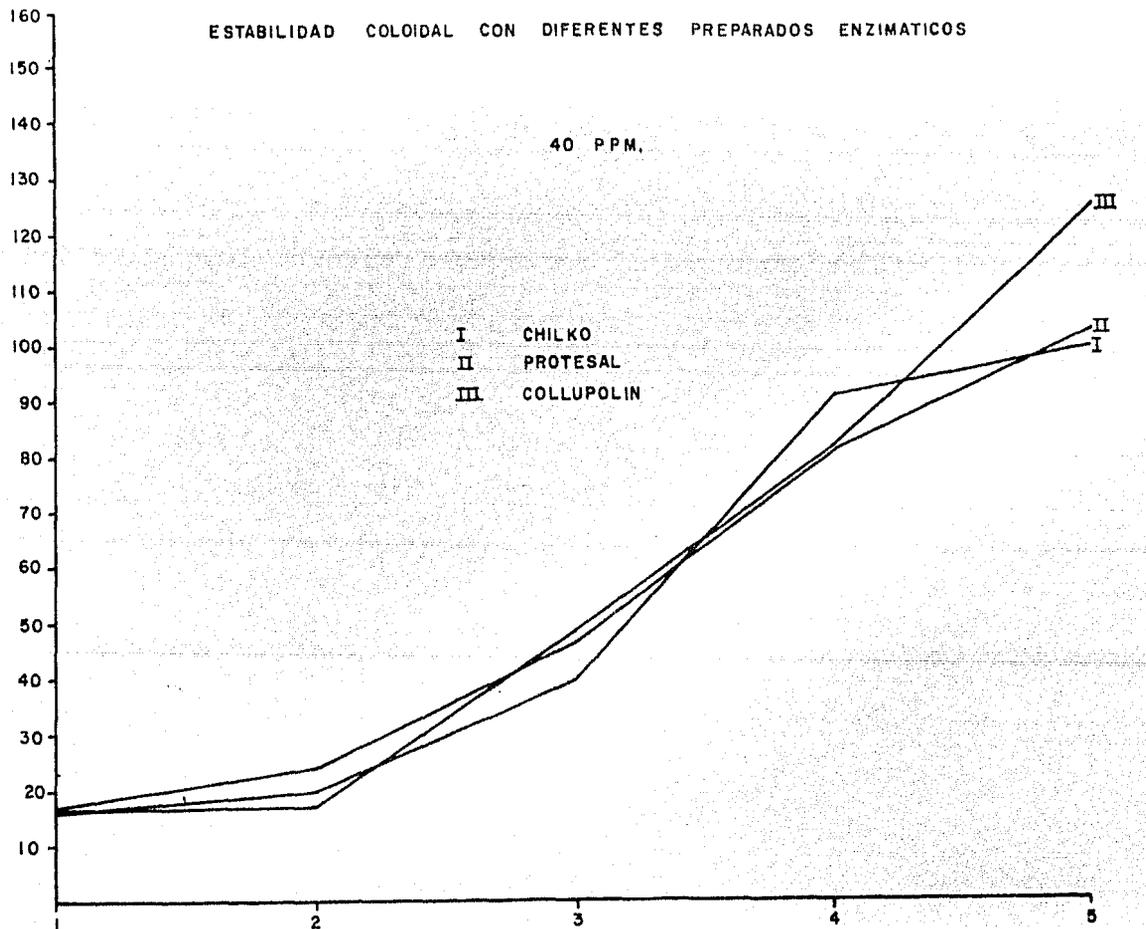
FIGURA No. 14

ESTABILIDAD COLOIDAL CON DIFERENTES PREPARADOS ENZIMATICOS

40 PPM.

- I CHILKO
- II PROTESAL
- III COLLUPOLIN

143



TIEMPO Y TEMP.

CUADRO No. 8

ESTABILIDAD COLOIDAL CON DIFERENTES PREPARADOS ENZIMATICOS

1).- 20 ppm. en Prefiltrado.

UNIDADES HELM

Al Al llegar y 1 mes y 2 meses y 3 meses y
envasar 48 hrs. a 0°C 48 hrs. a 0°C 48 hrs. a 0°C 48 hrs. a 0°C

Chilko	16.0	17.0	31.0	43.0	102.5
Protesal	15.5	19.0	27.0	63.0	138.5
Collupulin	16.5	20.5	40.5	60.0	141.5

2).- 30 ppm. en Prefiltrado.

UNIDADES HELM

Chilko	16.5	22.0	35.0	62.5	125.0
Protesal	16.0	19.0	26.5	54.0	127.5
Collupulin	16.5	22.0	49.0	76.5	135.0

3).- 40 ppm. en Prefiltrado.

UNIDADES HELM

Chilko	16.0	20.0	40.0	91.0	100.0
Protesal	17.0	24.0	47.0	81.0	102.5
Collupulin	16.5	17.0	48.5	81.5	125.0

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

Pruebas forzadas de estabilidad coloidal

Los resultados indican una mejor estabilidad en la cerveza preparada con Chilko, y una diferencia considerable al comparar ésta cerveza con la elaborada utilizando Collupulin (58 unidades Helm más en la prueba con 20 ppm.)

En la prueba con 30 ppm. se tiene una menor diferencia (43 unidades Helm más en la cerveza con Collupulin), pero es to podría ser debido a que el aumento de enzima añadida originó un exceso no útil en el caso del Chilko, en tanto que éste aumento si es aprovechable en el caso del collupulin y del Protosal que tenían insuficiente actividad enzimática originalmente.

Con la reserva ya mencionada de los diferentes días de reposo, si se comparan las pruebas de estabilidad forzada con 20 y 30 ppm., no se observa ninguna mejora considerable que justifique la adición de 1 gramo por hectólitro más de enzima (especialmente si se considera que esta prueba fué realizada en cerveza Corona sin la ayuda que el ácido tánico proporciona).

Prueba de estabilidad coloidal a 3 meses

Se observan los mismos resultados, es decir, que a menores concentraciones de enzima, se tiene una mejor estabilidad con el Chilko si se le compara con el Protosal y Collupu lin, en tanto que a mayores concentraciones de enzima se tienen menores diferencias.

Nuevamente y tomándolo con las reservas correspondientes, no se observa ninguna mejora considerable en la estabilidad coloidal, al incrementar en 50 y 100% las adiciones de enzima, tomando como base una adición original de 2 g/Ht.

En conclusión, de acuerdo a la prueba anterior, procederemos a realizar las pruebas de reducción de enzima utilizando el preparado comercial Chilko, aunque esto no quiere decir que no podamos utilizar cualquiera de los otros dos preparados comerciales, ya que estos se ajustan a nuestros propósitos.

c).- Prueba para determinar la estabilidad coloidal con el preparado comercial seleccionado, variando la concentración y punto de adición.

Durante 10 años (1970-1980), se estuvo trabajando con los preparados comerciales Chilko y Collupulin, a razón de 2.0 gramos por hectólitro, adicionándose directamente a los tanques de reposo al momento de llenarlos.

La siguiente prueba consiste en determinar la estabilidad coloidal reduciendo la cantidad de enzima del preparado comercial seleccionado (Chilko) y adicionándolo después de la filtración.

Seis tanques de reposo fueron llenados con cerveza Victoria y con cocimientos del mismo número de producción. Tres de los cuales fueron tomados como CONTROL y preparados normalmente, es decir, con 2.0 gramos de enzima por hectólitro de cerveza. Los otros tres tanques se tomaron como PRUEBA, y no recibieron adición alguna de enzima durante la etapa de reposo, en este caso, la enzima fue dosificada a la salida del filtro, durante la filtración de reposo a gobierno y a razón de 1.0 gramos por hectólitro de cerveza, o sea 50% menos que en el caso de la cerveza control. El tiempo de reposo fue de 18 y 19 días para el control y prueba respectivamente.

Cabe hacer notar que se utilizó cerveza de la marca Victoria, debido a que era la marca que se estaba procesando en el momento de la prueba, tomando en cuenta que si no se lograba el objetivo de ésta, se tendrían un mínimo de problemas en el mercado, ya que ésta marca es la de mayor y más rápido consumo actualmente.

La estabilidad coloidal fué determinada a las cervezas de PRUEBA y CONTROL durante los ciclos de filtración¹ correspondientes, en los tanques de gobierno¹ y después de envasar, corriéndose las pruebas de estabilidad normal y forzada, así mismo se realizaron pruebas organolépticas.

La estabilidad coloidal en todos los casos se determinó utilizando el turbidímetro, presentándose a continuación los resultados obtenidos.

(1) Ver Cuadro No. 9

CUADRO No. 9

RESULTADOS DE ESTABILIDAD COLOIDAL DURANTE LA FILTRACION Y EN LOS TANQUES DE GOBIERNO.

P R U E B A

<u>Primer ciclo</u>	<u>1a. Muestra UH</u>	<u>2a. Muestra UH</u>
Intermedio	15 (20°C)	15 (20°C)
Final	14 (20°C)	14 (20°C)
<u>Segundo ciclo</u>		
Intermedio	15 (20°C)	15 (20°C)
Final	15 (20°C)	15 (20°C)

Gobierno:

Tanque	UH	TEMPERATURA °C
319	15	20
321	16	18
324	16	18
343	15	20

C O N T R O L

<u>Primer ciclo</u>	<u>1a. Muestra UH</u>	<u>2a. Muestra UH</u>
Intermedio	15 (18°C)	15 (18°C)
Final	17 (18°C)	17 (18°C)
<u>Segundo ciclo</u>		
Intermedio	16 (18°C)	15 (18°C)
Final	15 (18°C)	15 (18°C)

Gobierno:

Tanque	UH	TEMPERATURA °C
316	16	18
323	15	18
344	17	18
351	16	18

FIGURA No. 15

GRAFICA DE FILTRACION

VOLUMEN CONTRA TIEMPO

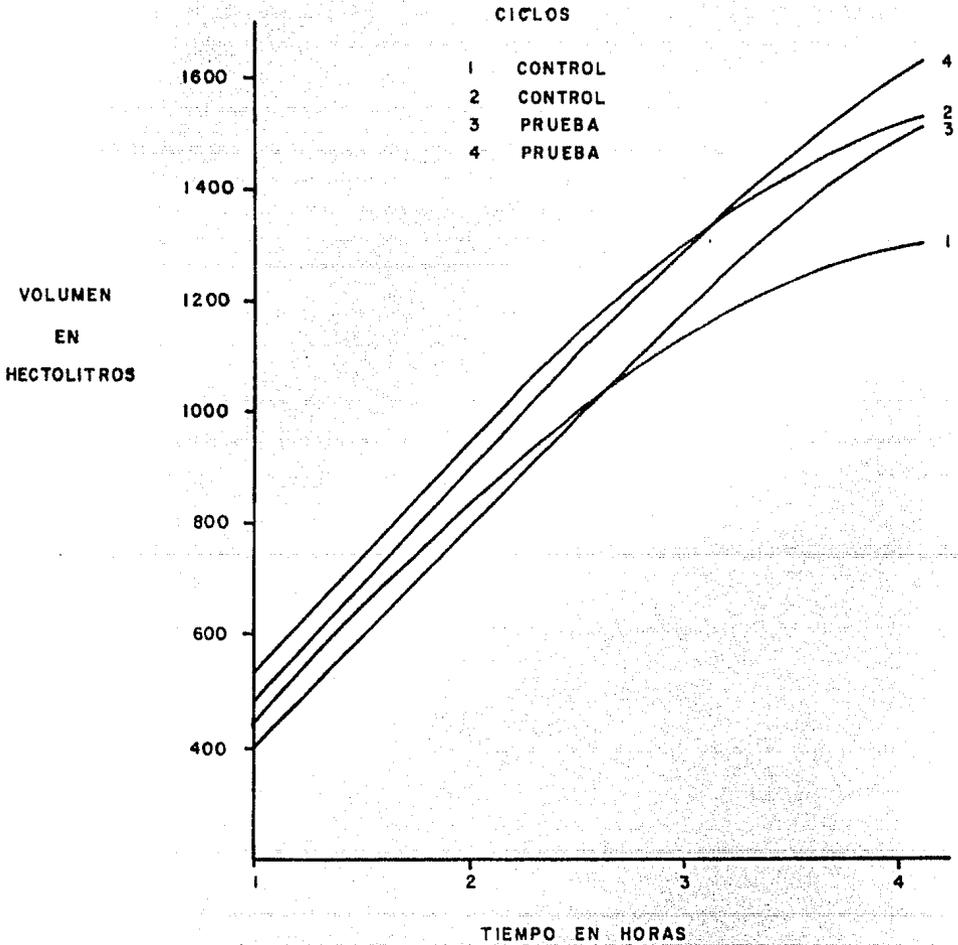
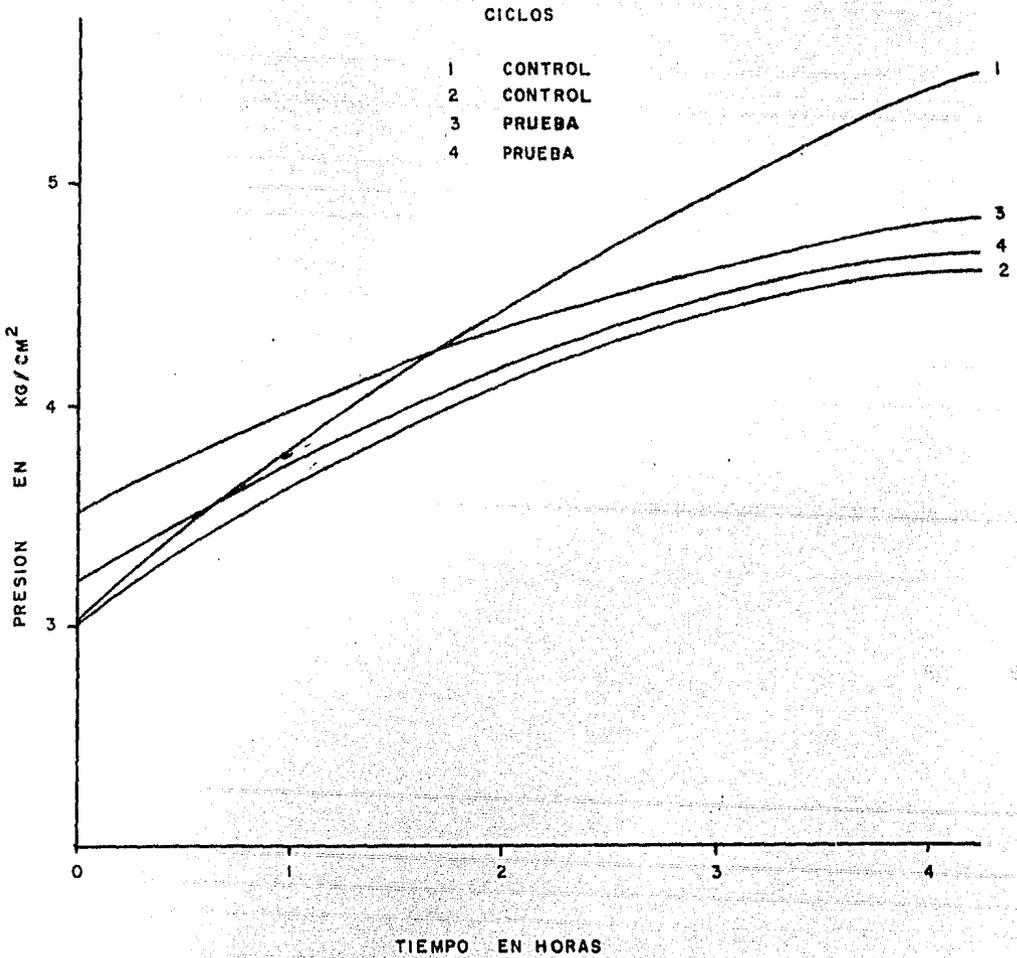


FIGURA No. 16

GRAFICA DE FILTRACION

PRESION CONTRA TIEMPO



CEBECERIA MODELO, S.A.
LABORATORIOS.

CUADRO No. 10

ANALISIS DE CERVEZA.

	VIC. AMB. 1/2 M-16 "CONTROL"	"MUESTRA"
Origen	MEXICO, D.F.	
Fecha de Embotellado		
Fecha de llegada		
Apariencia	BRILANTE	BRILANTE
Lectura Refractométrica	36.1	36.10
EXAMEN FISICO - QUIMICO:		
Color @SRM	10.0	9.80
Densidad (20/20 °C)	1.01071	1.01076
Extracto Aparente %	2.73	2.75
Extracto Real %	4.23	4.24
Alcohol en Peso %	3.29	3.28
Alcohol en Volumen %	4.20	4.19
Extracto Mosto Original %	10.64	10.64
Grado Aparente de Ferm. %	74.36	74.15
Grado Real de Ferm. %	60.28	60.15
pH	4.25	4.25
Proteínas (x 0.25) %	0.30	0.32
Hierro ppm.	0.03	0.09
Cobre ppm.	0.02	0.08
SO 2 ppm.	5.50	5.50
Tiempo Ret. de Espuma min.	4'30" - 5'00" - 5'25"	4'40" - 5'10" - 6'00"
Gas Carbónico Volumen	2.95	2.95
Gas Carbónico %Peso	0.58	0.58
Aire c.c.	1.45-2.10-0.40	0.55-0.60-0.95
I.T.T. seg.	Inm.- Inm.- Inm.	Inm.-Inm-Inm.-
I.B.U. (Isohumulones)	18.9	19.0
Diacetilo ppm.	0.05	0.05
Antocianógenos ppm.	7.00	7.00
Azúcares Reductores %	1.09	1.11
@Ba. Inicial	2.75	2.70
@Ba. Final	2.55	2.50
Cloruros ppm.		
Acidez Total %		
F.A.N. ppm.	81.0	81.0
Calorías (x100 ml.)		
Oxalatos ppm.		
Calcio ppm.	79.0	76.0
U.H. al Llegar	17.0	17.0
U.H. 48 Horas	18.0	18.0
Actividad Proteolítica		
SEDIMENTOS:		

Observaciones:

México, D.F., a _____ de _____ de _____

JEFE SECC. BIOCONTROL.

JEFE SECC. ANALITICA.

JEFE DE LABORATORIO

'aab.

CUADRO No. 11

RESULTADOS DEL CATADO

CERVEZA FRESCA:

La cerveza de control se apreció ligeramente astringente, y la prueba con olor no completamente limpio, las demás características son muy similares.

Calificaciones Promedio: Control 7.7 Prueba 7.6

Cerveza de 1 mes:

No existen diferencias notables entre el control y la prueba.

Calificaciones Promedio: Control 7.4 Prueba 7.6

Cerveza de 2 meses:

En este catado tampoco hubo anotaciones que diferenciaran una cerveza de otra.

Calificaciones Promedio: Control 7.0 Prueba 7.6

Cerveza de 3 meses de estante:

En esta ocasión los catadores describen el olor y el sabor como cervezas no frescas, el cuerpo y lupulado para ambas fué muy similar.

Calificaciones Promedio: Control 7.5 Prueba 6.9

CUADRO No. 12

PRUEBA DE ESTABILIDAD NORMAL

MUESTRAS	C O N T R O L		P R U E B A	
	1	2	1	2
UH AL LLEGAR	17	17	17	16
UH 48 HORAS A 3°C	17	18	18	18
UH 15 DIAS + 48 HRS. A 3°C	18	19	20	23
UH 30 DIAS + 48 HRS. A 2°C	21	20	21	21
UH 60 DIAS + 48 HRS. A 3°C	21	20	22	22
UH 90 DIAS + 48 HRS. A 3°C	33	33	32	30

CUADRO No. 13

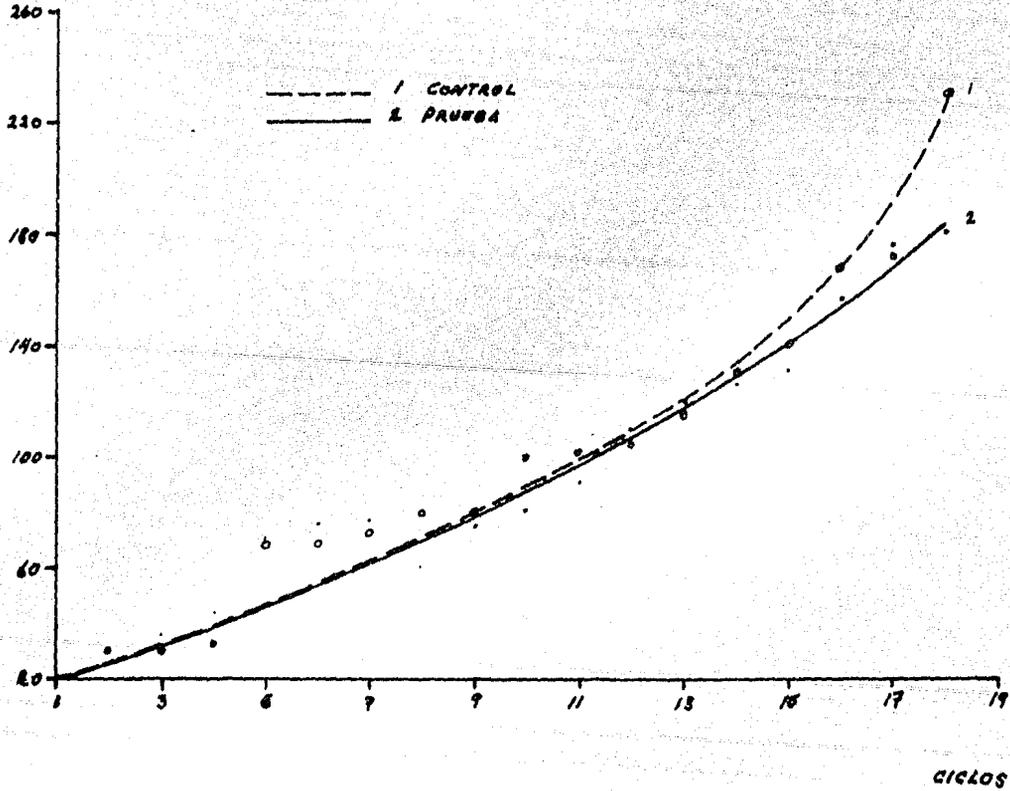
PRUEBA DE ESTABILIDAD FORZADA

MUESTRAS	C O N T R O L				P R U E B A			
	1	2	3	4	1	2	3	4
CICLOS								
1	18	20	18	19	18	19	19	19
2	28	33	31	31	30	29	30	30
3	32	32	30	30	36	35	36	36
4	33	36	36	30	42	46	45	45
5	70	72	70	65	40	45	48	45
6	69	70	72	65	76	78	79	78
7	70	75	75	72	75	80	78	75
8	80	85	75	80	60	65	60	60
9	—	—	—	—	—	—	—	—
10	93	100	100	100	85	72	85	85
11	105	120	102	105	109	115	103	110
12	112	128	120	118	128	115	120	120
13	120	135	130	115	126	112	140	120
14	130	135	135	125	125	132	135	130
15	175	170	170	155	170	160	140	155
16	—	—	—	—	—	—	—	—
17	175	175	175	160	195	160	195	150
18	200	260	250	220	195	165	200	155

FIGURA No. 17

PRUEBA DE ESTABILIDAD FORZADA

UH
156



Analizando la figura No. 15 de filtración volúmen contra tiempo, de cuatro ciclos de filtración, 1 y 2 correspondientes al control y 3 y 4 a la prueba, puede no tarse que el rendimiento en volúmen filtrado por ciclo, es en un caso, prácticamente igual en el control que en la prueba, en otro, el rendimiento fué considerablemente mayor en la prueba que en el control.

Esta diferencia pudiera atribuirse quizá a una mejor operación del filtro en uno de los casos, pero lo que si puede concluirse es que la adición de enzima en reposo o después de esta etapa, no alteró el rendimiento en la filtración.

La figura de presión contra tiempo, fig. 16 de los mismos ciclos, concuerdan con las anteriores, pues en el caso del ciclo 1, por ejemplo, que terminó con una presión mayor, correspondió también el menor volúmen filtrado. Las presiones finales de los ciclos 2, 3 y 4, pueden considerarse también muy proporcionales a los volúmenes obtenidos.

CUADRO No. 12

	PRESION INTERNA FINAL (Kg/cm ²).	VOLUMEN POR CICLO (Hls)	OBSERVACIONES.
CICLO 1	5.4	1280	CONTROL
CICLO 2	4.5	1502	CONTROL
CICLO 3	5.0	1497	PRUEBA
CICLO 4	4.6	1610	PRUEBA

La brillantez original en cerveza de gobierno, estuvo dentro de norma para la prueba y control, y puede considerarse idéntica en ambos casos.

CUADRO No. 13

TANQUE No.	PRUEBA UH	CONTROL UH
319	15	
321	16	
324	16	
343	15	
316		16
323		15
344		17
351		16

En los resultados analíticos¹ del laboratorio, en ninguno de los datos existe diferencia que pudiera atribuirse al diferente punto de adición o cantidad de enzima utilizada, y solo puede comentarse que todas las determinaciones en el control y prueba son muy similares y satisfactorias a excepción del extracto de mosto original que es ligeramente alto en ambos casos y el contenido de aire en una de las de terminaciones para cerveza control es igualmente alto, pero ninguna de estas desviaciones tiene relación con la prueba que se discute.

En las pruebas de catado² para la cerveza fresca a 1, 2 y 3 meses, los catadores encontraron muy similares las

(1) Ver cuadro No. 10

(2) Ver cuadro No. 11

dos muestras, no mostrando preferencia alguna.

Los valores obtenidos para estabilidad normal¹ hasta los 90 días, son prácticamente los mismos para el control y la prueba y dentro de norma en ambos casos.

La prueba de estabilidad forzada² se llevó hasta 18 ciclos para el control y prueba (cada ciclo consistió en 48 horas a 50°C y 24 horas a 0°C.)

El valor promedio de cuatro botellas de cada muestra y cada ciclo, se encuentra en la figura No. 17, y como puede observarse, los resultados pueden considerarse iguales o con una ligera preferencia por la cerveza control.

Concluyendo, la disminución al 50% del uso del preparado comercial y adicionado después de la filtración, no alteró en nada las operaciones del proceso ni las características de la cerveza terminada, la operación de filtración fué correcta en ambos casos, los resultados analíticos del laboratorio fuéron satisfactorios para el control y la prueba, los catadores calificaron practicamente como iguales las dos muestras y los resultados de estabilidad normal y forzada se encontraron dentro de norma e iguales para el control y la prueba.

(1) Ver cuadro No. 12

(2) Ver cuadro No. 13

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba anterior, se ha realizado otra prueba, en la cual se trabajó en la misma forma con todas las marcas de cerveza durante 15 días.

Después de realizar los análisis correspondientes a la cerveza terminada, la observación de los resultados¹ nos indica que no existe ninguna diferencia significativa e los datos analíticos ni en las características organolépticas, por lo que se refiere a la estabilidad coloidal, se encuentra coincidencia en las pruebas de ciclo forzado y a 3 meses, para la marca Corona, no existe ninguna diferencia en la adición de 1 gramo por hectólitro, ya sea en prefiltrado o en gobierno. En las demás marcas sí se observa una ligera diferencia a favor de la adición de 2 gramos por hectólitro en reposo, comparando contra la prueba agregando 1 gramo por hectólitro en gobierno. Sin embargo, esta diferencia no es importante, dado que en todos los casos se logran menos de 40 unidades Helm a los 3 meses de la fecha de envasado.

- (1) Ver cuadros Nos. del 14 al 21 y
figuras Nos. de la 18 a la 25.

ESTABILIDAD NORMAL EN CERVEZA CORONA

CUADRO No. 14

CONTROL INICIAL

<u>MUESTRA</u>	<u>U.H. AL LLEGAR.</u>	<u>U.H. 30 DIAS + 48 HRS. A 0°C.</u>	<u>U.H. 60 DIAS + 48 HRS. A 0°C.</u>	<u>U.H. 90 DIAS + 48 HRS. A 0°C.</u>
1	16	21	23	25
2	16	21	23	24
3	17	21	23	24
<u>PRUEBA 1</u>				
1	15	19	22	25
2	15	19	23	24
3	15	19	22	24
<u>PRUEBA 2</u>				
1	15	19	20	27
2	15	19	20	26
3	15	18	20	27
<u>PRUEBA 3</u>				
1	15	17	20	22
2	15	17	19	22
3	15	17	20	22
<u>CONTROL FINAL</u>				
1	16	21	21	25
2	16	21	22	26
3	16	21	22	26

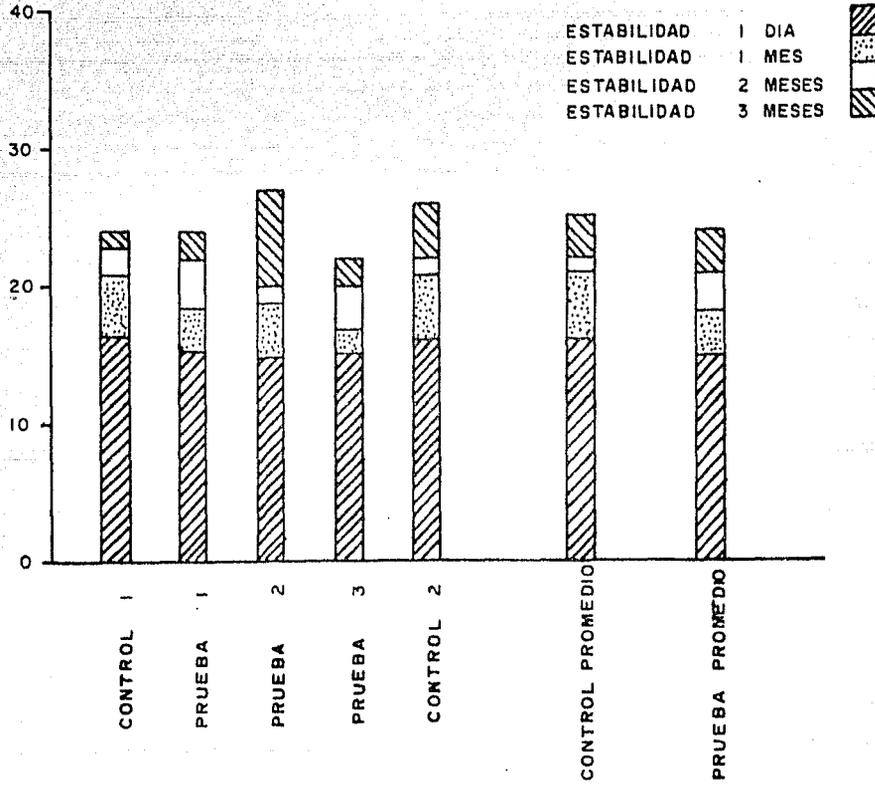
161

FIGURA No. 18

PRUEBA DE ESTABILIDAD COLOIDAL
EN CERVEZA CORONA

182

U H



ESTABILIDAD NORMAL EN CERVEZA MONSIEU

CUADRO No. 15

CONTROL INICIAL

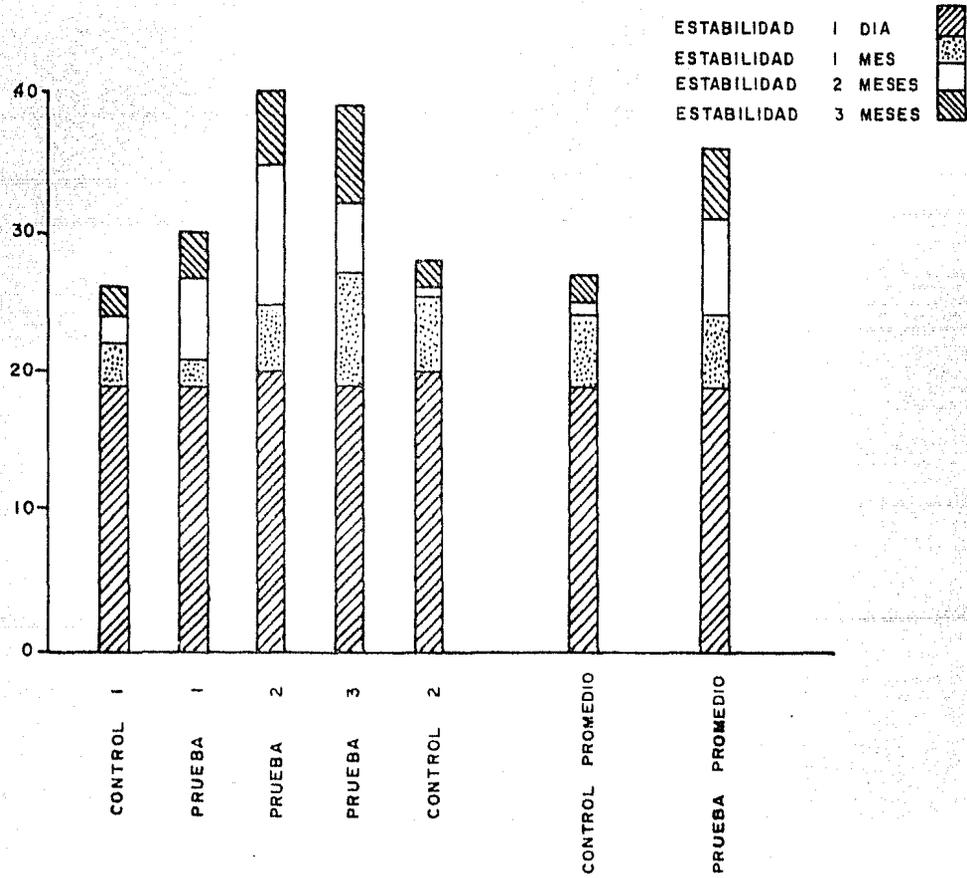
<u>PRUEBA</u>	<u>U. H. AL LLEGAR.</u>	<u>U. H. 30 DIAS + 48 HRS. A 0°C</u>	<u>U. H. 60 DIAS + 48 HRS. A 0°C</u>	<u>U. H. 90 DIAS + 48 HRS. A 0°C</u>
1	19	21	27	25
2	20	22	23	28
3	19	22	23	25
<u>PRUEBA 1</u>				
1	19	21	27	30
2	19	21	26	30
3	18	21	27	30
<u>PRUEBA 2</u>				
1	20	24	35	40
2	20	25	32	39
3	20	25	37	40
<u>PRUEBA 3</u>				
1	18	27	33	39
2	19	27	31	39
3	19	27	33	39
<u>CONTROL FINAL</u>				
1	20	26	26	28
2	20	28	26	28
3	20	26	26	28

FIGURA No. 19

PRUEBA DE ESTABILIDAD COLOIDAL
EN CERVEZA MODELO ESPECIAL

164

UH



ESTABILIDAD NORMAL EN CERVEZA VICTORIA

CUADRO No. 16

CONTROL INICIAL

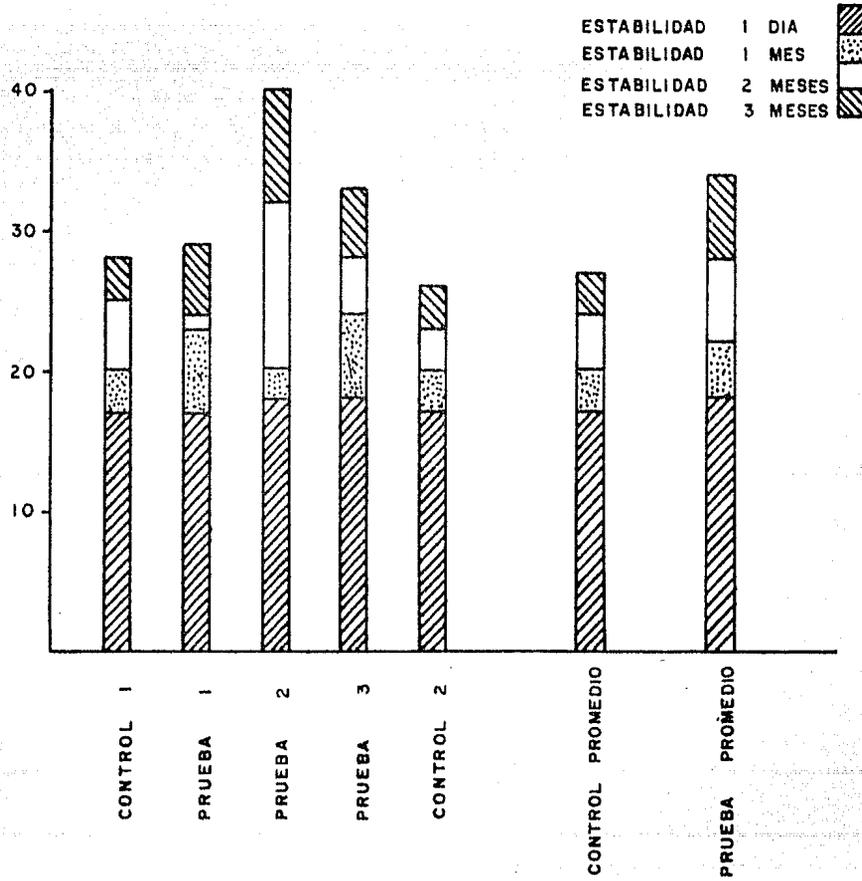
<u>MUESTRA</u>	<u>U. H. AL LLEGAR.</u>	<u>U. H. 30 DIAS + 48 HRS. A 0°C.</u>	<u>U. H. 60 DIAS + 48 HRS. A 0°C.</u>	<u>U. H. 90 DIAS + 48 HRS. A 0°C.</u>
1	17	19	25	27
2	17	20	25	27
3	17	20	25	27
<u>PRUEBA 1</u>				
1	17	22	24	26
2	17	23	24	31
3	17	23	24	31
<u>PRUEBA 2</u>				
1	17	19	30	36
2	18	20	34	42
3	18	20	32	42
<u>PRUEBA 3</u>				
1	18	24	27	35
2	18	24	26	30
3	18	24	32	35
<u>CONTROL FINAL</u>				
1	17	20	23	26
2	18	20	23	26
3	18	20	24	26

FIGURA No. 20

PRUEBA DE ESTABILIDAD COLOIDAL
EN CERVEZA VICTORIA

991

UH



ESTABILIDAD NORMAL EN CERVEZA NEGRA

CUADRO No. 17

CONTROL INICIAL

<u>PRUEBA</u>	<u>U.M. AL MORGAR.</u>	<u>U.M. 30 DIAS + 48 HRS. A 0°C.</u>	<u>U.M. 60 DIAS + 48 HRS. A 0°C.</u>	<u>U.M. 90 DIAS + 48 HRS. A 0°C.</u>
1	28	27	31	31
2	28	27	31	31
3	29	27	31	31
<u>PRUEBA 1</u>				
1	28	27	33	33
2	27	35	36	33
3	28	35	33	33
<u>PRUEBA 2</u>				
1	27	29	31	35
2	27	29	31	35
3	27	29	31	35
<u>PRUEBA 3</u>				
1	28	27	31	31
2	28	28	31	31
3	28	28	29	33
<u>CONTROL FINAL</u>				
1	25	30	30	31
2	26	31	30	31
3	26	31	30	31

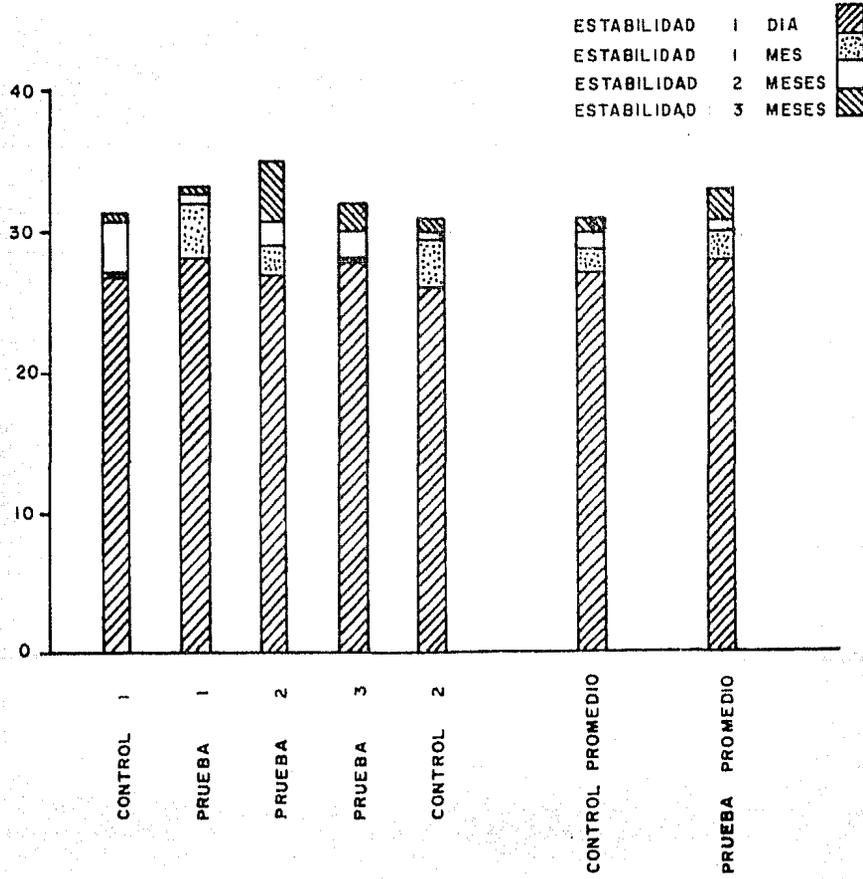
167

FIGURA No. 21

PRUEBA DE ESTABILIDAD COLOIDAL
EN CERVEZA NEGRA MODELO

891

CH



PRUEBA DE ESTABILIDAD FORZADA EN CERVEZA CORONA

CUADRO No. 18

CONTROL INICIAL

<u>Muestra</u>	<u>1</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>
1	17	30	30	31	28	29	29	30	33	32	41	45	45	37	48	60	52	100	86
2	17	29	29	28	25	26	26	27	28	27	35	38	36	35	41	50	52	70	59
3	17	29	29	28	26	26	27	26	26	28	30	39	34	32	47	47	51	82	60

PRUEBA 1

1	17	25	24	26	26	26	26	25	34	35	37	29	35	60	78	90	60	104	151
2	18	25	24	26	26	26	27	25	30	40	35	29	36	48	48	75	55	122	129
3	17	26	25	24	25	26	26	25	29	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PRUEBA 2

1	18	23	24	25	26	25	25	34	36	35	39	36	45	45	60	52	95	118	135
2	18	23	29	30	30	31	29	36	39	38	38	40	50	52	65	43	78	120	165
3	19	26	28	29	28	28	31	35	39	39	35	40	55	49	47	52	81	112	119

191

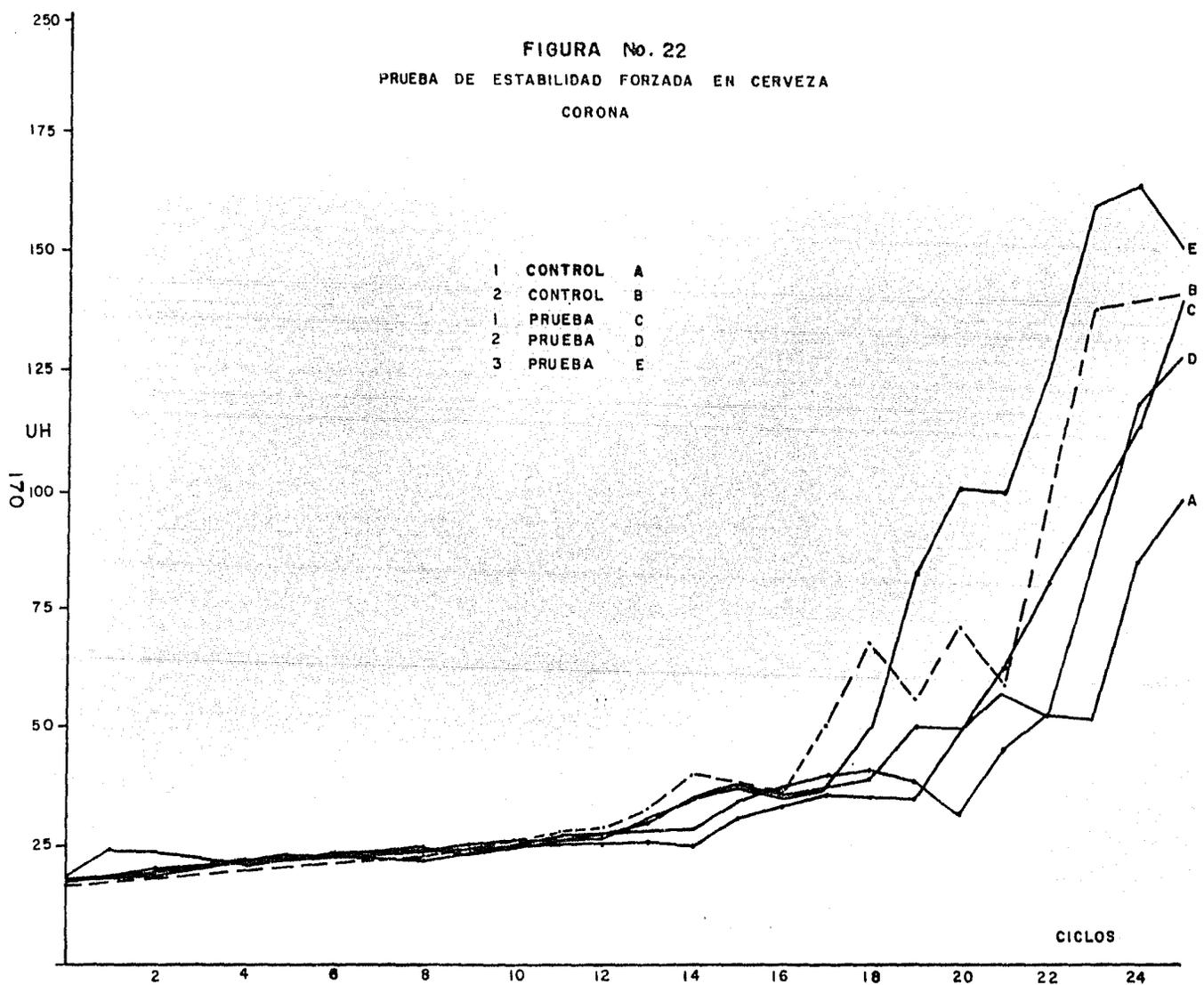
PRUEBA 3

1	17	23	25	26	26	28	25	40	45	32	36	50	95	120	95	106	151	149	151
2	20	22	26	25	25	25	28	30	29	30	34	50	60	100	100	95	162	180	78
3	18	23	26	25	26	28	35	50	41	40	40	48	90	110	101	145	170	135	78

CONTROL FINAL

1	17	25	26	27	29	29	33	40	37	38	50	58	50	54	59	110	164	210	151
2	17	22	25	26	28	29	31	40	37	35	45	60	55	65	55	80	115	120	129
3	17	24	25	27	26	28	36	44	40	35	51	68	62	94	85	105	193	100	140

FIGURA No. 22
PRUEBA DE ESTABILIDAD FORZADA EN CERVEZA
CORONA



PRUEBA DE ESTABILIDAD FORZADA EN CERVEZA MODELO ESPECIAL

CUADRO No. 19

CONTROL INICIAL

<u>Muestra</u>	<u>1</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>
1	20	28	28	26	26	28	34	35	30	34	39	35	38	41	48	69	92	53
2	21	27	27	27	30	35	40	36	36	47	49	46	60	64	65	110	119	92
3	20	26	26	26	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PRUEBA 1

1	20	26	26	26	29	33	32	32	35	38	40	52	49	71	70	76	79	97
2	20	26	26	26	26	30	30	30	32	38	38	45	36	57	65	68	56	59
3	20	26	26	26	30	32	31	30	30	37	36	45	36	52	57	95	56	81

PRUEBA 2

1	24	24	26	29	32	31	34	40	43	45	48	46	63	71	69	79	81	88
2	26	26	28	30	38	36	35	42	46	50	75	49	81	98	119	89	80	120
3	23	26	27	33	35	33	36	36	47	65	60	46	88	92	80	85	79	115

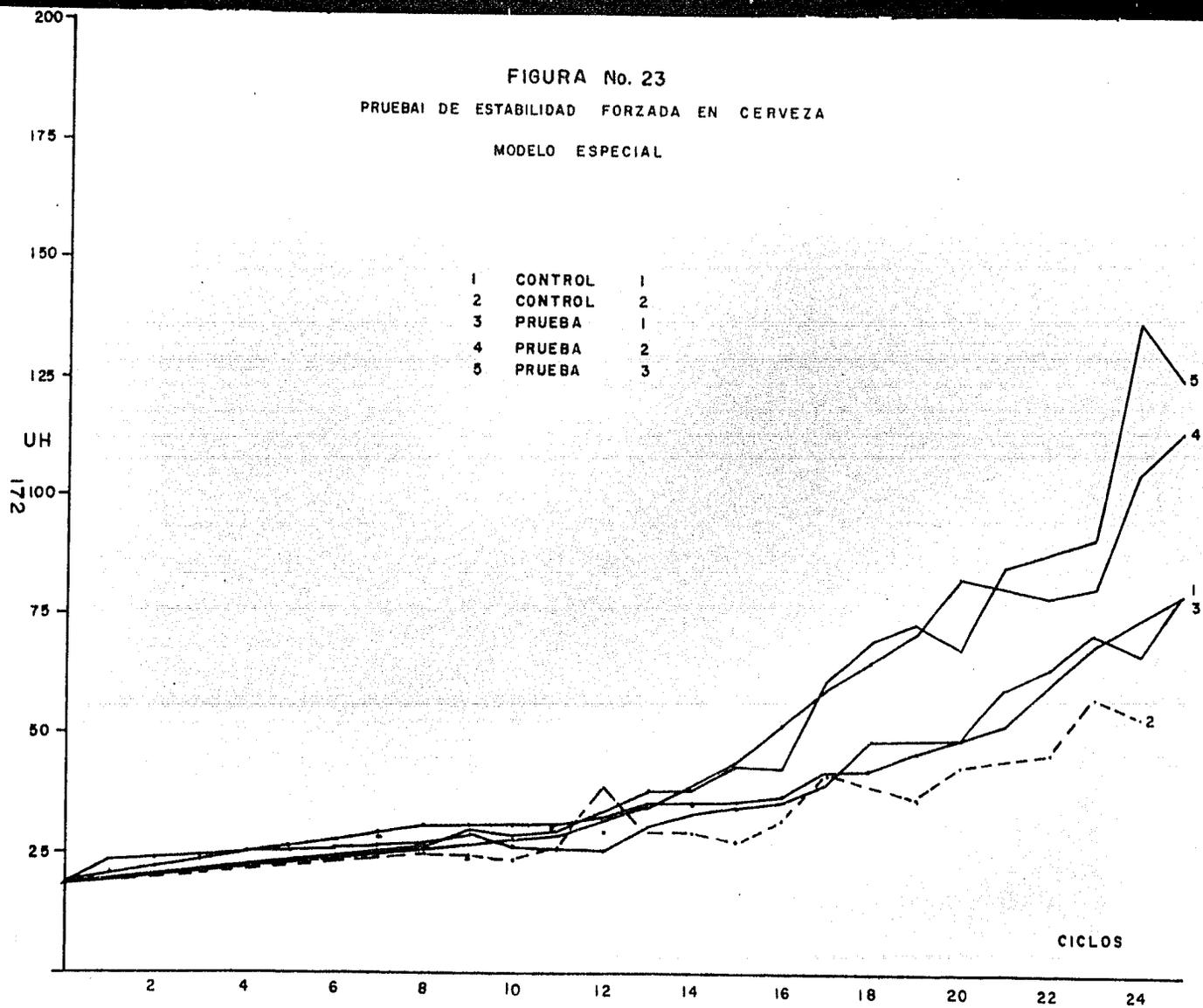
PRUEBA 3

1	23	28	30	30	35	41	42	52	39	59	66	58	69	55	60	90	99	130
2	23	26	30	29	35	37	45	39	37	69	88	65	60	81	68	80	135	120
3	24	26	29	28	31	40	37	42	43	58	75	83	68	58	60	110	175	125

CONTROL FINAL

1	19	25	25	26	40	30	30	28	37	59	64	37	43	34	48	57	24	40
2	19	26	24	26	40	35	32	28	31	41	56	37	45	36	49	80	61	45
3	19	24	24	25	40	30	29	28	29	43	53	35	43	32	42	60	51	40

FIGURA No. 23
 PRUEBA DE ESTABILIDAD FORZADA EN CERVEZA
 MODELO ESPECIAL



PRUEBA DE ESTABILIDAD FORZADA EN CERVEZA VICTORIA

CUADRO No. 20

CONTROL INICIAL

C _ I _ C _ L _ O _ S

Muestra	1	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	19	23	24	25	26	30	50	42	42	40	48	80	88	65	104	125	123	134
2	21	24	23	25	26	35	40	36	37	40	94	58	80	100	116	144	165	120
3	20	22	23	26	23	30	40	50	33	35	69	50	90	46	82	100	93	115

PRUEBA 1

1	20	27	30	26	35	50	40	39	63	59	70	129	95	205	240	125	172	310
2	20	26	26	26	35	45	36	46	45	57	105	82	95	150	183	179	169	152
3	19	27	26	25	29	45	40	36	43	58	60	71	60	131	180	177	160	179

PRUEBA 2

173

1	21	25	30	50	40	47	68	110	65	112	100	155	220	255	180	170	205	292
2	22	22	30	45	40	32	60	55	55	100	123	142	150	193	165	204	175	245
3	22	30	35	35	44	42	45	101	75	130	95	150	205	210	165	170	165	150

PRUEBA 3

1	20	27	32	30	33	57	52	60	55	85	155	120	118	120	125	201	155	160
2	20	26	30	25	34	54	43	80	35	95	154	170	145	128	112	170	209	221
3	19	28	30	27	33	51	58	82	47	76	125	168	102	119	105	191	155	170

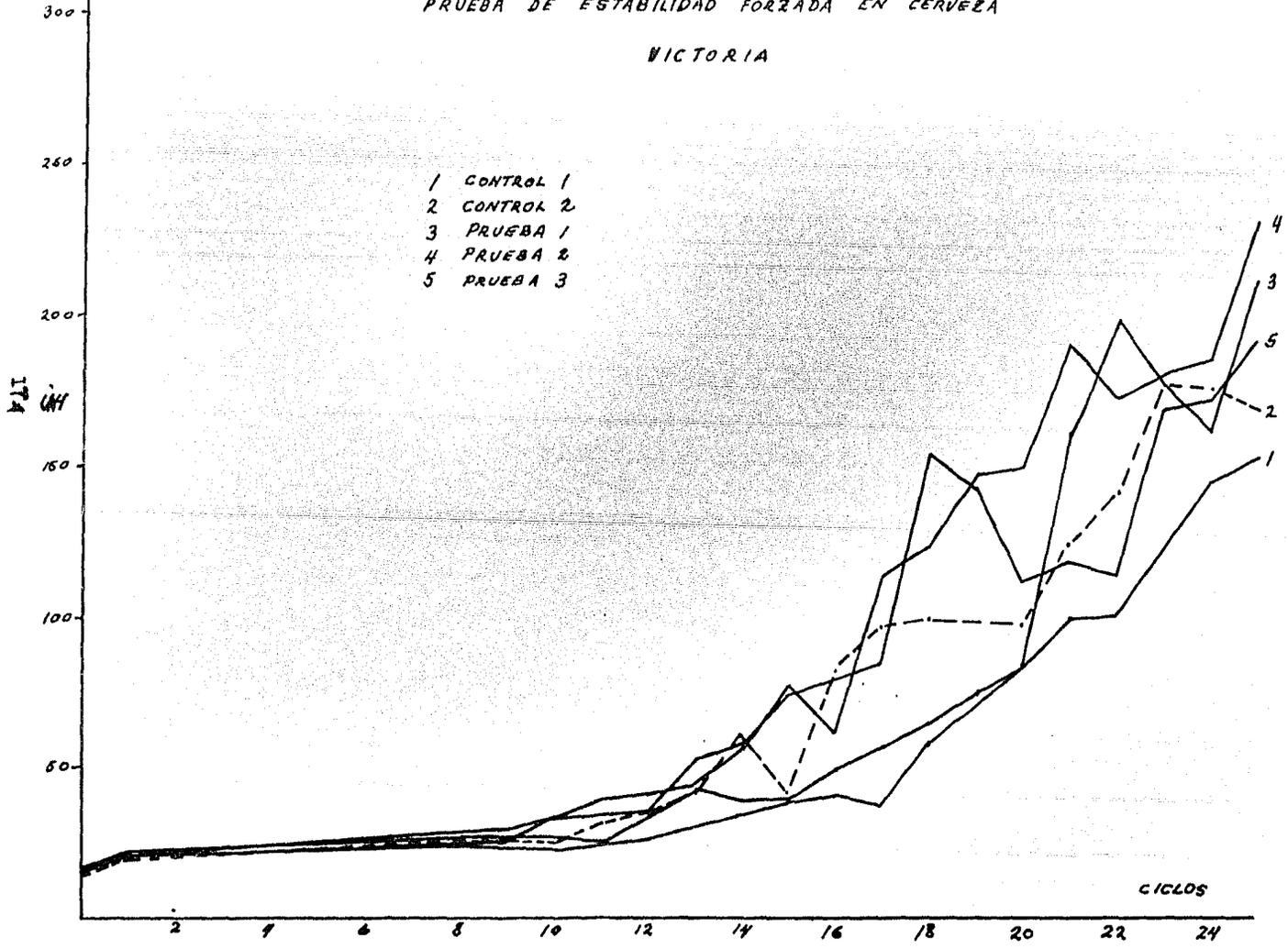
CONTROL FINAL

1	19	24	26	26	35	62	55	51	78	114	120	101	101	148	148	279	202	160
2	20	24	25	26	35	33	45	41	78	83	71	67	99	70	170	210	168	110
3	19	29	27	40	36	36	80	47	100	98	110	86	86	103	120	180	172	170

FIGURA No. 24

PRUEBA DE ESTABILIDAD FORZADA EN CERVEZA

VICTORIA



PRUEBA DE ESTABILIDAD FORZADA EN CERVEZA NEGRA

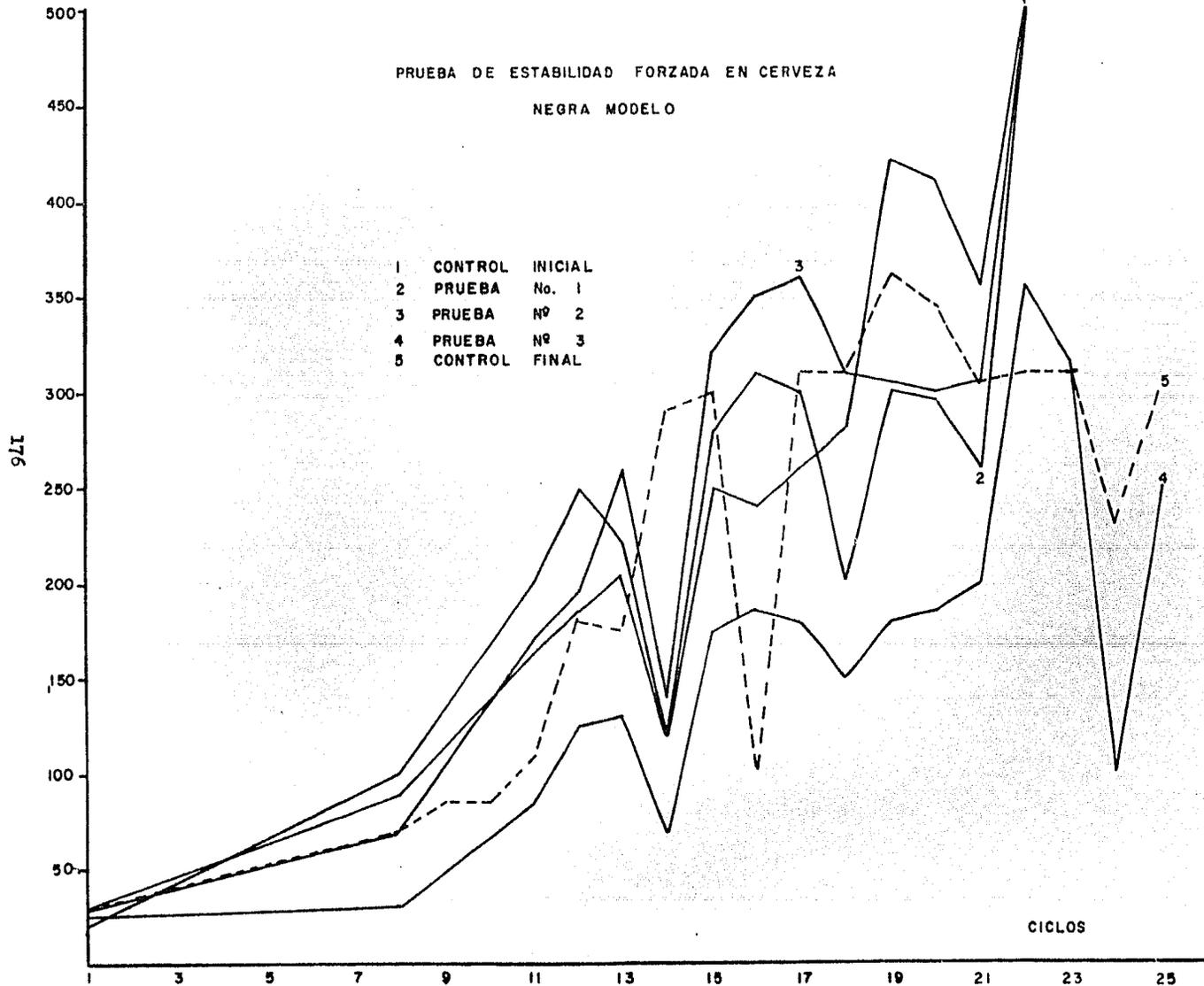
CUADRO No. 21

CONTROL INICIAL

C _ I _ C _ L _ O _ S

<u>Muestra</u>	<u>1</u>	<u>8</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>19</u>	<u>20</u>	<u>21</u>	<u>22</u>	<u>23</u>	<u>24</u>	<u>25</u>
1	30	162	200	265	222	140	250	241	-	280	-	450	382	+590			
2	29	175	215	250	415	120	355	392	-	300	442	410	350	+500			
3	19	99	218	270	290	125	299	370	-	310	420	350	355	+500			
<u>PRUEBA 1</u>																	
1	30	91	150	184	205	120	280	318	302	200	312	290	260	+500			
2	30	97	181	222	230	138	280	318	380	255	300	300	280	+500			
3	30	125	176	215	250	130	290	308	300	240	348	300	275	+500			
<u>PRUEBA 2</u>																	
1	30	75	172	210	275	140	321	350	360	310	311	310	375	+500			
175	2	30	91	178	194	310	150	320	388	390	325	325	300	350	+500		
3	30	70	178	226	270	150	328	390	382	370	305	300	305	+500			
<u>PRUEBA 3</u>																	
1	27	40	87	130	160	70	176	213	201	190	204	185	200	354	335	165	260
2	27	37	110	125	132	70	175	185	180	150	202	195	197	354	315	100	250
3	26	31	88	125	188	68	175	205	185	170	178	200	197	384	345	119	300
<u>CONTROL FINAL</u>																	
1	30	70	85	180	180	310	325	98	310	310	380	440	315	370	310	230	300
2	30	70	100	190	175	290	315	98	295	310	360	345	305	310	290	245	270
3	30	82	100	210	180	295	300	121	330	330	390	420	315	390	340	340	330

PRUEBA DE ESTABILIDAD FORZADA EN CERVEZA
NEGRA MODELO



BREVE ESTUDIO ECONOMICO

Si consideramos las diferentes cantidades de enzimas usadas en las distintas plantas del grupo (Cuadro No. 22), así como los diferentes puntos de adición, podemos determinar la conveniencia de unificar estos aspectos.

Sin embargo, es necesario efectuar pruebas a nivel industrial en las plantas filiales para lograrlo, por lo tanto el presente estudio económico se efectuó basándose en la producción de la planta principal donde se realizaron las pruebas.

Producción 1981 de Cerveza filtrada:

Marca	Volumen (Hectólitros)
Corona	3'365'280
Victoria	3'093'517
Modelo Especial	826'018
Negra Modelo	158'950
Total	7'443'765

Costo del preparado enzimático Chilko: \$ 320.00 Kg.

Costos por marca:

CORONA

$$\frac{3'365'280 \text{ ht/ls.}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ gr.}}{\text{htl.}} \times \frac{1 \text{ Kg.}}{1'000 \text{ grs.}} \times \frac{\$ 320.00}{\text{Kg.}}$$

= \$ 1'076'889.60 / año.

VICTORIA, MODELO Y NEGRA

Victoria = 3'093'517 htls.

Modelo = 826'018 htls.

Negra = 158'950 htls.

Total = 4'078'485 htls.

$$\frac{4'078'485 \text{ ht/ls.}}{\text{año}} \times \frac{2 \text{ grs.}}{\text{htl.}} \times \frac{1 \text{ Kg.}}{1,000 \text{ grs.}} \times \frac{\$ 320.00}{\text{Kg.}}$$

= \$ 2'610'230.40 / año.

Gastos totales de enzima producción 1981:

$$1'076'889.60 + 2'610'230.40 = \$ 3'687'120.00$$

Si suponemos que la producción para 1983 alcance la misma cantidad de cerveza filtrada, es decir 7'443'765 hectolitros y el costo de la enzima se mantenga, entonces:

$$\frac{7'443'765 \text{ ht/ls.}}{\text{año}} \times \frac{1.0 \text{ grs.}}{\text{htl.}} \times \frac{1 \text{ Kg.}}{1,000 \text{ grs.}} \times \frac{\$ 320.00}{\text{Kg.}}$$

= \$ 2'382'004.80

Por lo tanto, esto significaría una economía de:

$$\$ 3'687'120.00 - \$ 2'382'004.80 = \$ 1'305'115.20 / \text{año.}$$

CUADRO No. 22

CANTIDADES DE ENZIMAS PARA CHILLPROOFING
EMPLEADAS EN LAS CERVECERIAS DEL GRUPO

<u>CORONA</u>	<u>g/HL</u>	<u>Lugar de la Adición</u>
MEXICO	1	Prefiltrado
GUADALAJARA	1.5	Prefiltrado
MERIDA	3	Prefiltrado
CD. OBREGON	2	Reposo
TORREON	3	Reposo
<u>MODELO ESPECIAL</u>		
MEXICO	2.0	Reposo
GUADALAJARA	2.5	Reposo
TORREON	3	Reposo
<u>VICTORIA</u>		
MEXICO	2.0	Reposo
GUADALAJARA	2.5	Reposo
<u>PACIFICO</u>		
HAZATLAN	2.0	Reposo
<u>NEGRA MODELO</u>		
MEXICO	2.0	Reposo
<u>MONTEJO</u>		
MERIDA	4	Reposo
<u>CARTA CLARA</u>		
MERIDA	4	Reposo

Septiembre de 1981.

VI.- Conclusiones.

Cabe hacer mención, que esta TESIS no se presentó al final de las pruebas realizadas (Febrero a Octubre de 1981); debido a que fué necesario continuar observando el comportamiento real de la cerveza en el mercado, mediante continuos análisis de estabilidad.

Después de un año de estar trabajando con los preparados enzimáticos mencionados anteriormente, se ha -concluído que la reducción de enzima ha sido plenamente justificada. Sin embargo, esto no quiere decir que el uso de preparados enzimáticos es el mejor método de estabilización de la cerveza, pues éste es solo una solución a un problema y no una solución al origen del mismo.

Actualmente, se estan haciendo pruebas en diver--sas variedades de cebada con el objeto de lograr mutantes libres de antocianógenos.

Como se mencionó al inicio de esta TESIS, la obligación de un buen cervecero o de un buen profesionalista no debe terminar con la elaboración de un producto o -la realización de un esfuerzo, sino con la constante superación de ambos.

VII.- BIBLIOGRAFIA.

- Clerck Jean De.- A Testbook of Brewing (Vol. I y II)
Chapman and Hall Ltd. (1957)
- Hough J. S.- Malting and Brewing Sciences
Chapman and Hall Ltd. (1971) (1975)
- Harold M. B.- The Practical Brewer.
Board Press (1977)
- W. P. K. Findlay.-Modern Brewing Technology
Mc Millan Press. (1978)
- J. R. A. Pollock.-Brewing Science (Vol. I y II)
Academic Press (1979)
- H. H. Lloyd.- Brewing Science and Practice (Vol. I y II)
Chapmann and Hall Ltd. (1971)
- Morrison and Boyd.-Organic Chemistry. (3a. Edición)
Allyn & Bacon (1980)
- M. J. Pelczar y R. D. Reid.- Microbiología
Mc Graw Hill.

D.G. Ruff and K. Pecker.- Bottling and Canning of Beer. (1955)
Siebel Publishing Co.

A. S. B. C.- Methods of Analysis of the American Society of
Brewing Chemists. Board Press.

Revistas y Artículos.

Beer Stability.- Technical Quarterly Nos. 16 (1979) y 11 (1980)
Brewers Digest No. 39 (1979)

Dadic M.- Analytical Methods for Poliphenols in Brewing (1971-72)
Vol. I y II A.S.B.C.

Dadic M.- Role of Phenolic Compounds in Ageing of Beer. (1974)
Brewers Digest.

Dadic M.- Recent Advances in Phenolic Research in Brewing. (1980)
Brewers Digest.

Bendelow and La Berge.- Relationships Among Barley, Malt and Beer
Phenolics. ASBC Journal No. 2 (1979)