

870127

Universidad Autónoma de Guadalajara

22
2ej

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS



**“EVALUACION DEL MOSTO OBTENIDO EN DOS EQUIPOS
DIFERENTES DE FILTRACION, FILTRO PRENSA (MASH FILTER) Y
FILTRO DE PLACAS (LAUTER), USADOS EN CERVECERIA.”**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

PRESENTA

FALLA DE ORIGEN

Laura Elena Roman Navarro

Asesor: Q.F.B. ROSA MA. MUÑOZ SAUCEDA
GUADALAJARA, JALISCO. 1987



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

	pág.
CAPITULO I	
Introducción	1
CAPITULO II	
Generalidades	2
II. 1 Composición del mosto	2
II. 2 Los sistemas enzimáticos en la maceración	9
CAPITULO III	
Proceso de elaboración de la cerveza	13
III. 1 Agua	13
III. 2 La cebada y su malteo	14
III. 3 Adjuntos	15
III. 4 Lúpulo	17
III. 5 Producción de mosto	19
III. 6 Ebullición de mosto	23
III. 7 Enfriamiento del mosto	26
III. 8 Fermentación	26
III. 9 Reposo	28
III. 10 Filtración	29
CAPITULO IV	
Equipos de filtración	31
IV. 1 Sistema de filtración a utilizar:	

<i>Filtro de Placas (Lauter)</i>	31
<i>IV. 2 Sistema de filtración a utilizar:</i>	
<i>Filtro Prensa (Mash Filter)</i>	37
CAPITULO V	
<i>Desarrollo Experimental</i>	48
<i>V. 1 Parámetros Evaluados</i>	48
<i>V. 2 Cálculos</i>	55
CAPITULO VI	
<i>Resultados</i>	57
CAPITULO VII	
<i>Conclusiones</i>	82
CAPITULO VIII	
<i>Bibliografía</i>	85

Los cerveceros se esfuerzan cada día por mejorar los procesos de elaboración de cerveza que, muchos años atrás, se practicaban en forma artesanal y, algunas veces, rudimentaria. Pero desde entonces hasta ahora la preparación de bebidas fermentadas ha tenido como base el mosto.

Actualmente su extracción y separación de los granos macerados ha hecho a la industria modificar sus equipos para optimizar su producto.

Este estudio está encaminado a efectuar una eva-luación del mosto obtenido de dos sistemas diferentes de filtración (Filtro Prensa y Filtro de Placas).

La comparación se efectuará en base a los pará-metros que demuestren la funcionalidad de los proce-sos, y cuya calidad de mosto se apegue más a la comp-sición requerida para lograr una cerveza con caracte-rísticas específicas y homogéneas y, al mismo tiempo, ofrezca un rendimiento mayor de producción.

CAPITULO II.

GENERALIDADES.

El mosto es un jugo obtenido a partir de la maceración de diferentes especies vegetales (granos, frutas, agaves, etc.) que contienen un alto porcentaje de carbohidratos (azúcares). Estos sirven como sustrato para la actividad microbiana que origina una fermentación.

Específicamente, el mosto cervecero proviene de la maceración de granos de malta (cebada germinada) y fécula de maíz que va a servir como sustrato a la acción de la levadura *Saccharomyces* generando una fermentación de tipo alcohólica.

La composición del mosto determina las propiedades de la cerveza lista para el consumo y debe contener las cantidades apropiadas de azúcar fermentable y nutrientes para la levadura, así como de los compuestos que dan sabor.

II.1 COMPOSICION DEL MOSTO.

Carbohidratos. Del total de los azúcares que componen el mosto solo una parte es la que interviene directamente en la fermentación. La otra parte está ligada al cuerpo, sabor y estabilidad de la cerveza.

En la tabla II-A se muestra la cantidad de carbohidratos a obtener dependiendo de la proporción de materia prima que se use.

Los carbohidratos no fermentables se dividen en dos grupos: los alfa-glucanos (denominados dextrinas) y las gomas.

Los alfa-glucanos constituyen del 20 al 25% de los sólidos del mosto. Son insípidos, pero importantes para la espuma, cuerpo y retención del CO₂; actúan como transmisores de color y como coloides protectores. En las cervezas de bajas calorías se convierten en azúcares fermentables con ayuda de enzimas (amiloglucosidasas).

Las gomas son de dos tipos: los beta-glucanos y los pentosanos. Estos se encuentran presentes solo en 200 a 300 p.p.m. Sin embargo, son determinantes en la viscosidad del mosto, factor que puede causar una filtración pausada y lenta. Pueden precipitarse cuando se almacenan en frío con un extracto original mayor y formar sedimentos en la cerveza helada.

Compuestos de Nitrógeno. Cuanto más elevado sea el porcentaje de adjuntos (fuente de carbohidratos) menor será el nitrógeno del mosto. Si éste desciende a menos de 150 p.p.m. se manifiesta la falta de nutrición de la levadura.

Aproximadamente el 30% del nitrógeno del mosto es

COMPOSICION EN g / 100 g DE CARBOHIDRATOS

	Fermenta- bilidad	Pura Malta	20% Arroz	20% sémola de maiz	15% azúcar 15% sémola	40% sémola de maiz	50% almidón de trigo	50% harina de sorgo	50% harina cebada
Pentosas	-								
Fructosas	+								
Glucosas	+								
Monosacáridos Totales		13	8	7	11	10	10	14	10
Sacarosa	+								
Maltosa	+								
Disacáridos Totales		52	56	54	52	46	53	50	54
Trisacáridos	+	17	12	12	12	14	16	14	14
Polisacáridos	-	18	24	26	25	30	21	22	22

Composición de los principales carbohidratos de mostos hechos con diversos adjuntos y malta.

TABLA II - A

tá formado por aminoácidos libres; otro 30% son péptidos de dos a tres unidades de aminoácidos. Los polipéptidos de más de 30 unidades no se ven afectados en la fermentación y son los responsables de valo y espuma de la cerveza final.

Los aminoácidos individuales proporcionan el esqueleto de carbono para los alcoholes fusel y los ésteres por medio del mecanismo de Erlich. Los aminoácidos pueden producir en gran cantidad desviaciones, -- por ejemplo: la leucina produce alcohol isoamílico, y acetato de isoamilo, la treonina y la isoleucina producen alcohol amílico, la valina alcohol isobutílico y acetato de isobutilo.

Lípidos. Aunque solo están presentes en unas cuantas partes por millón pueden tener efectos en varios aspectos. Los lípidos se adhieren a las partículas de trub (sedimento) y a los materiales del filtro ocasionando una mayor turbidez del mosto. La levadura se autolisa si no recibe pequeñas cantidades de ergosterol o lípidos no saturados. En un mosto no aireado la levadura agota su reserva de lípidos.

Un mosto muy claro, hecho con adjuntos libres de grasa podría producir una cerveza que tuviera un porcentaje excesivamente elevado de ésteres.

El mosto contiene lípidos negativos para la espuma que tienen el efecto de reducirla durante la fer-

mentación.

Lípidos negativos para la espuma en mosto y cerveza

	Cantidades en mosto (mg/l)	Cantidades en cerveza (mg/l)
Ao. grasos libres de 12 a 18 C.	1.90-7.00	0.12-0.34
Monoglicéridos de malta	0.11-0.34	0.01-0.10
Diglicéridos de malta	0.17-0.62	0.03-0.14
Triglicéridos de malta	5.00-8.00	0.10-0.20
Esteroles de mosto	0.22-0.34	0.002
Fosfolípidos (liso <u>lecitina</u>)	3.00	hasta 0.05

Existe un frágil equilibrio entre demasiado lípido de mosto que destruye la espuma, y poco lípido que conduce a la pérdida de proteína positiva.

Polifenoles. Pasan a través del proceso de fabricación de cerveza relativamente sin cambios:

- Reaccionan con las proteínas para formar velo de enfriamiento y velo permanente.
- Da lugar a sabores astringentes que aumentan a medida que envejece la cerveza.
- Protege contra el deterioro de otros compuestos -- que dan sabor actuando como captadores de oxígeno y de radicales libres.
- Contribuyen a dar sabor fresco de cerveza nueva.

Vitaminas. La fermentación añade ciertas vitaminas a las que contiene el mosto mientras otras permanecen

noeen sin cambiar.

Vitaminas del grupo B en mosto y
cerveza.

	Mosto	Cerveza
Tiamina (B1) ug/l	150-250	11-20
Riboflavina (B2) ug/l	150-200	150-200
Niacina (B4) ug/l	1800-2400	200-400
Piridoxina (B6) ug/l	150-200	50-80
Ac. Pantoténico ug/l	150-250	150-600
Biotina ug/l	5-8	3-5
Inositol mg/l	42-44	40-42
Ac. p-aminobenzoico mg/l	20-30	100-150

Sales y minerales. La siguiente tabla muestra análisis químicos de minerales de diferentes mostos. El ión fosfato y el ión potasio están presentes en grandes cantidades. Ellos se originan en las materias primas y son característicos de todas las células vivas.

Normalmente se agregan sodio, sulfato y cloruro - en la sala de cocimiento en cantidades calculadas para lograr el efecto organoléptico que se desea.

(Ver tabla II-B).

	Solo Malta	20-25% Adjunto	30% Hojuela de mata	30% Malz 70% Malta	30% Malz 70% Cebada
Potasio	550	550	310	450	770
Sodio	30	101	11	20	112
Calcio	35	165	42	40	62
Magnesio	100	127		100	140
Cobre	0.10			0.13	0.12
Hierro	0.10			0.12	0.23
Manganeso	0.15				
Zinc	0.15	0.10			
Sulfato	300	338		400	418
Fosfato	575	846		883	620
Cloruro	45	450		360	415

Constituyentes Inorgánicos del mosto
(mg/l)

TABLA II - B

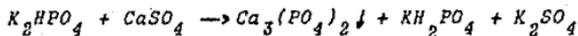
II.2 LOS SISTEMAS ENZIMATICOS EN LA MACERACION.

Para la preparación del mosto es necesaria la maceración y en ella ocurren una serie de reacciones enzimáticas que descomponen moléculas complejas en más simples.

Los procesos enzimáticos dominan todo el mecanismo de la maceración y son la continuación y terminación directa de los cambios iniciados durante el remojo y la germinación de la malta, que fueron bruscamente suspendidos por la acción secante del horneado.

Las enzimas específicas de la masa son:

Fosfatasa. Controlan naturalmente el pH (5.2 - 5.7) bajo la influencia de las enzimas fitasas y nucleasas que liberan el fosfato orgánico de la malta - obteniéndose como fosfato de potasio dibásico (K_2HPO_4) que tiene pH de 8.5 y fosfato de potasio monobásico (KH_2PO_4) que tiene un pH de 4.7. Con la presencia adecuada de calcio como sulfato de calcio ($CaSO_4$) se produce la reacción:



El fosfato de Calcio es insoluble y precipita en la solución, de esta manera la reacción es forzada hacia la derecha. El pH queda así ajustada a un nivel óptimo que establece un sistema amortiguador para lograr el pH de masa deseado.

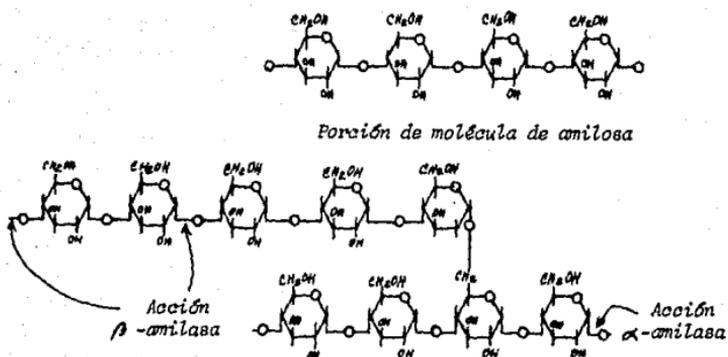
Carbohidrasas. Enzimas amilolíticas llamadas co--

lectivamente diastasas. En la masa las amilasas hidrolizan el almidón que es el principal carbohidrato presente. El almidón está compuesto por dos tipos de largas cadenas de unidades de glucosa: amilopectina (ramificada) y amilosa (lineal). (Fig. II.a)

La beta-amilasa (hexohidrolasa) actúa sobre los enlaces (1-4) del extremo no reductor de la cadena. El producto de la beta amilólisis es principalmente maltosa y algo de glucosa del extremo no reductor, en el caso de la amilosa: en el caso de la amilopectina, se detiene en la vecindad de un punto de ramificación, dejando intacta una gran molécula del polisacárido. Este residuo recibe el nombre de dextrina límite (temperatura óptima 52 °C-62 °C). (Fig. II.b)

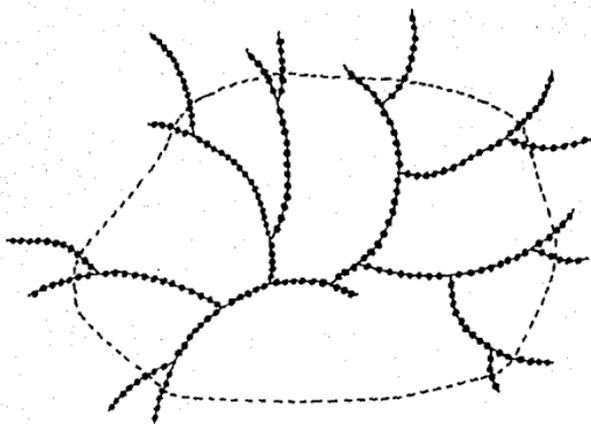
Las alfa-amilasa (endohidrolasas) atacan también los enlaces $\alpha(1-4)$ originando en la amilosa, glucosa y maltosa; y en la amilopectina, glucosa, maltosa y una mezcla de oligosacáridos de cadenas lineal y ramificada con enlaces $\alpha(1-6)$. (temperatura óptima 65 °C-67 °C).

La amiloglucosidasa actúa sobre los enlaces $\alpha(1-4)$, $\alpha(1-6)$ y $\alpha(1-3)$ por lo tanto desramifican dextrinas límite. Pero su actividad óptima es a los 40 °C y tiene poco efecto a las temperaturas de maceración por lo que un alto porcentaje de dextrinas pasa a cerveza terminada, contribuyendo a completar el gusto o cuerpo de la misma.



Porción de molécula de amilopectina

Figura II. a



Hidrólisis de amilopectina. La línea punteada delinea a la dextrina límite. (Acción de la β -amilasa).

Figura II. b

Debe notarse que en proceso la temperatura de maceración pasa los niveles óptimos para la actividad de las enzimas. La velocidad de elevación y la temperatura seleccionada de conversión o sacarificación determinan las proporciones relativas de maltosa y de dextrinas que se formen.

Proteasas. La principal actividad proteolítica ocurre durante la maceración.

Las proteínas solubles de elevado peso molecular son descompuestas enzimáticamente por la proteinasa -- (temp. óptima 50-60 °C y pH 4.2-5.3) en moléculas coloidales más sencillas de peptonas y polipéptidos. Este grupo presenta una acción importante en el sabor de la cerveza, en su sensación de boca y espuma. De no tener esta degradación las proteínas confieren alta turbidez a la cerveza final.

La peptidasa degrada las peptonas y polipéptidos en péptidos y aminoácidos proporcionando al mosto el nitrógeno necesario para la nutrición de la levadura.

CAPITULO III.

PROCESO DE ELABORACION

DE LA CERVEZA .

MATERIAS PRIMAS PARA LA PRODUCCION DE MOSTO

La fabricación de la cerveza comienza con la elaboración de el mosto por lo que las características de sus materias primas son importantes para la composición del mismo.

Cuatro son los componentes principales: agua, malta, adjuntos y lúpulo. De cada uno de ellos se hablará a continuación.

III.1 AGUA

La calidad del agua es un factor importante para las características de la cerveza, tanto que puede llegar a determinar el tipo de cerveza que se fabrica.

El agua utilizada debe llenar los requisitos del agua potable, es decir, que esté libre de microorganismos que causen enfermedades o sustancias que provoquen efectos fisiológicos perjudiciales, que sea transparente, sin olor ni color y libre de cualquier sabor. Pero además debe cumplir con los requerimientos que aseguren un pH adecuado en la maceración, la debida extracción de el lúpulo, una buena coagulación en la olla de cocción y una sana fermentación. Su complejo papel se inicia de inmediato en dos clases de procesos:

-Físicos; como disolvente de azúcares presolubles, dextri-

nas, protefnas, pentosanos, pectinas, etc. de la malta; absorbida por los grnulos de almidn llevndolos hasta la gelatinizacin; como vehculo para el extracto y medio de transferencia trmica para otras reacciones.

-Químicos (No enzimáticos); como amortiguador de pH al combinarse con los fosfatos liberados de la malta. Con ayuda del ión Calcio, protege la actividad de la Alfa-amilasa haciendo posible la licuefnación del almidn. El ión Calcio también interviene en la floculación de material proteíco en la olla de cocción y en la floculación de la levadura. Además estimula la acción enzimática de proteasas y amilasas.

Por todo esto, es necesario el conocimiento exacto de el agua que se utiliza y controlar su composicin en base a los requerimientos que el proceso vaya presentando.

III.2 LA CEBADA Y SU MALTEO.

La cebada de malteo es la materia prima básica para la elaboracin de la cerveza. La más utilizada es la del tipo hexistíco (6 hileras) y distíco (2 hileras). Sus granos deben ser de color y tamaño homogéneo y capacidad de germinación uniforme. Debe estar libre de polvo, piedras y material extraño. La cebada se tamiza para su clasificacin obteniendo así la clase de grano justo para su empleo en el malteo.

El malteo es la germinación controlada durante la cual se forman las enzimas y se modifican sus reservas alimenticias para

que puedan ser hidrolizadas durante la maceración.

La cebada clasificada se somete a una etapa de remojo para llevar su humedad inicial (11-13.5% aprox.) hasta un 44 a 48%. El agua de remojo va a disolver los inhibidores de la germinación que se encuentran originalmente en el grano. Preferentemente se usa agua fría (5-18 °C) para evitar el desarrollo de microorganismos y ayudar a la absorción de oxígeno. Después se eleva el calor hasta alcanzar la temperatura de malteo (16-21 °C). Cuando la germinación concluye, el grano se somete a un secado con aire caliente en tres etapas, eliminando la humedad hasta alcanzar un 3.5 a 4% de agua. Después del secado, se enfría la malta mediante el paso de aire y se transporta a tolvas colectoras antes de mandarla a los silos.

III.3 ADJUNTOS.

Los adjuntos son material no maltoso, que puede complementar o suplementar (como fuente de carbohidratos) el uso de la malta. Estos adjuntos varían considerablemente en lo que se refiere a carbohidratos, nitrógeno, lípidos y minerales y van a afectar directamente la composición del mosto y, por lo tanto, las propiedades de la cerveza. Su utilización ofrece muchas ventajas aparte del bajo costo de su extracto. Se produce cerveza de color más claro, mayor luminosidad y mejor estabilidad física. Además permite aumentar la producción de cerveza cuando la sala de cocción tiene una capacidad limitada.

Los adjuntos más utilizados son los que se derivan del maíz

y del arroz, aunque también se usa sorgo, trigo y cebada.

Del endospermo de estos granos se obtiene almidón con diversos grados de pureza y aspecto físico. Uno de ellos es la sé mola cervecera a la que se le da el nombre de grits. Este producto es una mezcla de sémola gruesa y de tipo regular con un contenido de aceite de 0.75%, humedad de aproximadamente 14% y granulación tal que pase el 95% por tamiz malla 12 y no más del 5% por malla 30.

Durante la cocción de adjuntos se produce la solubilización y gelatinización de los gránulos de almidón para que puedan ser atacados por enzimas diastásicas. Generalmente se agrega una porción de malta a la masa para que su enzima alfa-amilasa ataque el almidón gelatinizado dejándolo parcialmente degradado y fluido antes de que se agregue la masa del cocedor a la del maoecedor. La actividad de la enzima tiene capacidad para modificar una cantidad mayor de almidón que el que contiene la propia malta, lo que permite el uso de otras fuentes de carbohidratos que durante la cocción también se solubilizan y degradan.

En la selección del adjunto deberá considerarse su disponibilidad, costo, problemas de sabor, etc.

El adjunto ideal será aquel que produzca azúcares fermentables, dextrinas no fermentables y el mínimo de proteínas solubles en proporciones semejantes a las que se hallan en un mosto fabricado exclusivamente con malta. La cantidad máxima de adjuntos utilizada quedará limitada por la capacidad de la malta para proveer de nutrientes a la levadura. El empleo excesivo puede produ

cir viscosidades elevadas y una filtración lenta. Además conduce a la obtención de cervezas acuosas, inspidas y con mala calidad de espuma.

Los niveles de uso dependerán del criterio de cada cervecero y del tipo de cerveza que se quiera obtener.

III.4 LUPULO.

Es difícil describir el sabor característico del lúpulo, pero todos concuerdan en que es esencial en el impacto organoléptico total de la cerveza, pues además de su sabor contribuye también a la estabilidad y retención de la espuma.

El lúpulo lo constituyen los frutos secos de la planta hembra del *Humulus lupulus* que es natural de muchas zonas templadas del Hemisferio Norte. En un principio solo fue utilizado como aderezo, popularizándose gracias a su efecto bacteriostático. (A más de 400 gr/hl., los ácidos iso-alfa del lúpulo impiden el desarrollo de muchos tipos de bacterias que dañan la cerveza).

La morfología de la flor de lúpulo consta de cuatro componentes importantes: a) Vértebra o soporte leñoso, b) brácteas y bracteolas (pétalos), c) semillas y d) glándulas de lupulina. Estas últimas son paquetes de resina que contienen los aceites característicos del lúpulo y están cubiertos por una capa de material ceroso que con el tiempo se oxida y se vuelve color naranja.

La composición del lúpulo la integran: 1.) Aceites, 2) Resinas, 3) Ceras y Lípidos y 4) Otros.

1) Aceites: los aceites del lúpulo, son una mezcla compleja de

hidrocarburos y compuestos oxigenados, de los cuales los más claramente identificados son:

- el mirceno, de aroma fuerte y constituyente de todos los aceites del lúpulo.
- el humuleno, también presente en todos los aceites para de aroma más fino. Varía en proporción inversa a la cantidad de mirceno.

2) Resinas: Forman el 17% del peso total del lúpulo y se subdividen en dos grupos, duras y blandas.

- Las Duras (1%) no son solubles en hexano. Aumentan con el tiempo y sirven para determinar el índice de deterioro ya que son producto de oxidación de las blandas.
- Las Blandas (16%) están formadas por ácidos Alfa (7%), Beta (9%) y otras no caracterizadas.

Los ácidos alfa constan principalmente de humulona, cohumulona y adhumulona. Tienen mayor efecto después de su conversión durante la ebullición a ácidos iso-alfa que da la mayor parte del amargo refrescante y limpio.

Los ácidos beta constan principalmente de lupulona, colupulona y adlupulona. Tienen un mínimo de aporte de principios amargos. Sus constituyentes se solubilizan en la cerveza durante la ebullición de la olla y tienen mayor efecto antibiótico que los ácidos alfa. Cuando se oxidan forman huluponas que aportan un marcado sabor a la cerveza que no es tan agradable como el de los ácidos alfa.

3) Ceras y Lípidos: Aportan poco a la cerveza por ser relati-

vamente insolubles en mosto frío, no obstante, grandes cantidades pueden tener un efecto perjudicial sobre la espuma y estabilidad de sabor.

4) Otros constituyentes: Son humedad, taninos, pectinas y ceniza.

Existen diversas presentaciones del lúpulo: pacas de lúpulo en flor, pellets y extracto. Actualmente el extracto del lúpulo es el más usado gracias a su fácil manejo y transporte, volumen pequeño y homogeneidad de composición. Estos extractos se obtienen de la flor con un solvente orgánico (cloruro de metilo o hexano). Una segunda extracción en agua caliente rinde un extracto llamado "taninos" (aunque contenga además azúcares, gomas, proteínas, etc) que se mezcla con las resinas de la primera extracción para tener un producto estándar con un 17% de ácidos alfa.

Otra presentación del lúpulo son los extractos isomerizados que son los ácidos alfa relativamente puros obtenidos por extracción orgánica en medio acuoso alcalino dando un mayor rendimiento que el obtenido por ebullición en la olla. Una de las ventajas de su uso es que puede añadirse a cerveza fría en dosificaciones adecuadas obteniendo su completa disolución.

III.5 PRODUCCION DE MOSTO.

III.5.1 Molienda.

La producción del mosto inicia con la molienda de la malta que a diferencia de otras industrias tiene objetivos más complejos:

- rasgar la cáscara, de preferencia, longitudinalmente para exponer el interior del grano, o sea, el endospermo
- desintegrar el endospermo para exponerlo a la acción enzimática
- mantener una cantidad mínima de finos (harina) para evitar una excesiva formación de pasta en la masa.

El diseño de molino que se utiliza para la trituración de la malta es normalmente de 6 rodillos apareados; uno liso y uno dentado para lograr la ruptura del grano y la no desintegración de la cascarilla que posteriormente servirá como lecho o material filtrante. El grado de molienda dependerá de las necesidades de producción y de la calidad de mosto que se requiera, considerando que a mayor molienda, mayor eficiencia de extracción, pero tiempos largos de filtración y viceversa, a menor molienda menor tiempo de filtración y baja eficiencia de extracción. En base a estos dos conceptos y considerando también: variedad de malta, porcentaje de humedad, grado de modificación, tamaño y uniformidad del grano, se define el criterio de molienda óptima y el método de separación del grano gastado (filtración).

La molienda debe vigilarse continuamente y una mala trituración puede detectarse si se observan granos enteros, excesivo rasgado de la cáscara y demasiada proporción de harina. Una mayor cantidad de partículas grandes de cascarilla es necesario en el filtro de Placas que en el Filtro Prensa.

III.5.2 Cocción de adjuntos.

El primer paso es la cocción de adjuntos en la que se usa

una pequeña cantidad de adjuntos (5 a 10%) y el adjunto o cereal que se vaya a procesar.

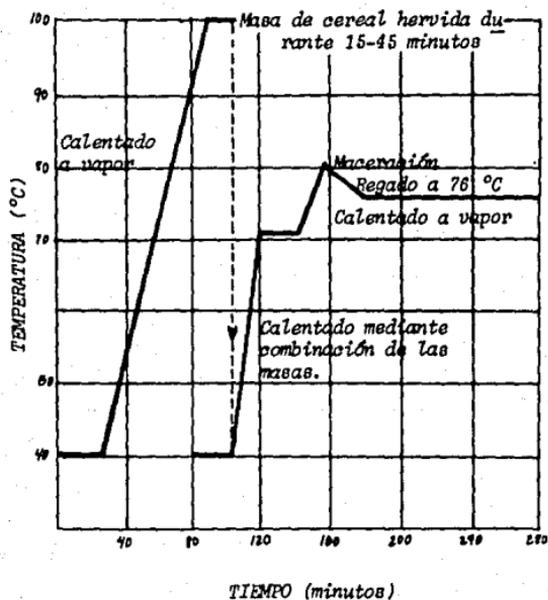
La acción enzimática de la malta ayudará a dispersar el almidón y evitar el aglutinamiento. Después de adicionar los adjuntos se eleva la temperatura produciéndose un aumento del tamaño en los gránulos de almidón por absorción de agua espesando la masa, generando la "gelatinización". A temperatura de aproximadamente 85 °C se produce la segunda etapa en la que los gránulos se hinchan, revientan y dispersan dando lugar a la "licuefacción". Finalmente se permite la ebullición de la masa, el tiempo que el adjunto lo requiera. La licuefacción total asegurará una completa conversión del almidón en el macerador.

III. 5.3 Maceración.

Coordinado con la preparación de la masa de adjuntos, se prepara la masa de malta remojando este grano en agua caliente - alternando periodos de mezclado y reposo de 15 a 30 minutos para permitir la liberación de almidones y proteínas y la activación de sistemas enzimáticos. A estas pausas se les llama reposo de peptonización en los que se asegura un rompimiento de proteínas de peso molecular grande para formar sustancias más pequeñas y solubles. (Fig. III.a)

El final de este periodo debe coincidir con el final del hervor de la masa de adjuntos. Posteriormente se transfiere la masa del cocedor al macerador mezclando constantemente para mantener la uniformidad de la mezcla.

Las enzimas alfa y beta-amilasa se encuentran a la tempera



Relación de Tiempo-Temperatura de la masa de cereales, masa de malta y la combinación de ambas en el macerador.

Figura III a.

tura apropiada (69 a 74 °C) para convertir los almidones (amilosa y amilopeptina) en azúcares fermentables, principalmente maltosa y azúcares no fermentables (dextrinas).

Los azúcares que se forman mediante la acción de las enzimas diastásicas sobre el almidón y que son capaces de ser fermentados por la levadura de cerveza son: la glucosa, la maltosa y la maltotriosa. Las dextrinas y los azúcares de mayor peso molecular no son fermentables y permanecen en la cerveza, y aunque son inspidas afectan la viscosidad y aumentan la "sensación en la boca".

El tiempo y la temperatura de sacarificación determinarán el grado de fermentabilidad y la proporción de dextrinas y azúcares no fermentables. Este período se considera completo al obtener una reacción negativa al Yodo. Logrado esto, se eleva la temperatura a 76 °C inactivando las enzimas concluyendo así la maceración.

La masa está lista para su filtración, punto que tocaremos en capítulo posterior.

III.6 EBULLICION DEL MOSTO.

Una vez obtenido el mosto se somete a ebullición para lograr los siguientes objetivos:

III.6.1 Estabilización.

La ebullición del mosto elimina bacterias, reforzando esta acción, el lúpulo que tiene efecto antiséptico. Las enzimas son completamente destruidas para evitar descomposiciones posterior--

res de dextrinas.

Las proteínas insolubles se coagulan y precipitan cuando se tiene una ebullición vigorosa que mantiene uniforme la temperatura en toda la olla. Las burbujas de vapor que se forman aglutinan en su superficie las proteínas para formar grandes grumos. El descenso del pH también ayuda a precipitar las proteínas que al sedimentar dejan el mosto claro. A este sedimento se le llama trub. La cantidad depende del contenido proteico y/o grado de modificación de la malta.

III.6.2 Desarrollo del sabor.

Durante la ebullición se eliminan por evaporación los compuestos volátiles de la malta por lo que es mejor hacerlo en una olla abierta. De no ser así, estos vapores pueden combinarse con productos de condensación de melanoidinas y formar compuestos no volátiles de sabor desagradable.

El sabor más importante será el que le da el lúpulo, que puede añadirse en varias cargas utilizando una porción como controlador de espuma al inicio de la ebullición y auxiliando la sedimentación del trub. Otra porción se añade antes de vaciar la olla para dar un aroma más fresco y sabor agradable. Aunque la práctica de adición de una sola carga puede ayudar desde el punto de vista: mano de obra, automatización de la sala de cocimientos y eficiencia de extracción.

Durante la ebullición del lúpulo dentro del mosto, los didos alfa se convierten a ácidos iso-alfa que son solubles en cerveza fría, en cambio los ácidos alfa son ligeramente solubles y

de poco sabor. Los iso-alfa tienen otro efecto: tensoactivo controlador de espuma.

III.6.3 Concentración.

Ya que la cantidad de agua que se usa para hacer la masa y filtrar el extracto produce un mosto de densidad menor a la deseada, debe concentrarse mediante la evaporación en un tiempo razonable con la ayuda de una ebullición vigorosa.

Generalmente la olla se llena hasta que las últimas filtraciones den una densidad entre 1.5 y 2.0 Plato. El cocimiento hierve hasta alcanzar la densidad deseada y si fuera necesario se mantiene el nivel con adiciones de agua hasta el momento de vaciar.

La olla de cocimientos debe ser cilíndrica con fondo esférico y calentada con vapor de baja presión en doble fondo o baja presión a través de un serpentín con un percolador de vapor de alta presión. Estas ollas se construyen de cobre que proporciona una mayor conducción de calor y ebullición constantes además que, el cobre, es un catalizador y desarrolla mayor color en el mosto.

Cuando la ebullición termina, el mosto es bombeado a un tanque de retención (Tanque de mosto caliente) en el que el mosto entra por un costado del tanque en chorro horizontal. Las partículas sólidas suspendidas en una masa de líquido en rotación emigran al centro y fondo del recipiente. Mediante el bombeo, toda la masa gira y los grumos de trub se aglutinan en el fondo formando una torta. Su consistencia dependerá de la calidad de coagulación en la olla. Se permite un lapso de reposo para que la sedi-

mentación sea óptima.

III.7 ENFRIAMIENTO DEL MOSTO.

Los principales objetivos del enfriamiento del mosto son:

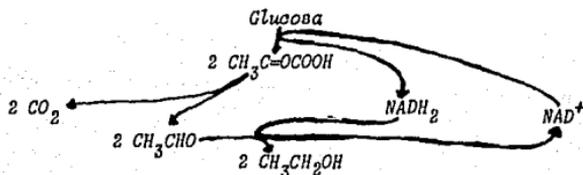
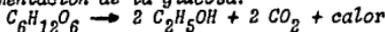
- reducir la temperatura de aproximadamente 90 °C hasta la temperatura de inoculación de la levadura (7 a 12 °C)
- eliminar los productores de velo
- la aereación del mosto para el desarrollo de la levadura

Para lograr estos propósitos, generalmente se utilizan enfriadores de placas que permiten enfriar el mosto sin contaminación por su sistema cerrado.

La aereación debe hacerse con aire comprimido estéril, libre de aceite haciéndolo pasar por una lámpara de esterilización de luz ultravioleta y un filtro de discos de fibra sintética Wite man reemplazables.

III.8 FERMENTACION.

Proceso aeróbico y anaeróbico mediante el cual la levadura convierte la glucosa en etanol y CO_2 con la intervención de enzimas y coenzimas. El siguiente es un esquema simplificado de la fermentación de la glucosa:



La fermentación depende de la composición del mosto (nutrientes de la levadura), la levadura misma y las condiciones del proceso tales como duración, temperatura, volumen, presión, forma y tamaño del recipiente, agitación y corrientes.

La selección y clasificación de levaduras se hace tradicionalmente en base a su comportamiento físico. Levadura de fermentación alta (*Saccharomyces cerevisiae*) producen cervezas de fermentación alta (Ale) y levadura de fermentación baja (*Saccharomyces uvarum*), producen cerveza de fermentación baja (Lager).

La fermentación Ale aglutina la levadura en la superficie, donde se recoge; la fermentación Lager precipita la levadura.

A más baja temperatura, la fermentación produce una cerveza de mejor calidad pero con mayor tiempo de fermentación. A mayor temperatura, más rápida será, pero puede producirse una fermentación ácida debido a la oxidación del alcohol, por lo que el cerve cero debe encontrar las condiciones óptimas de proceso.

Cuando la fermentación concluye se procede a la separación de la levadura. La cerveza se manda a reposo y la levadura a inculación y el exceso a secado.

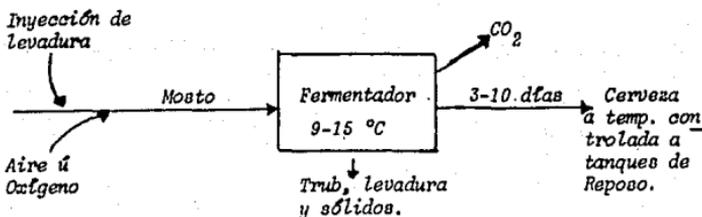


Fig. III.8-A. Diagrama simplificado del proceso de fermentación.

III.9 REPOSO.

Siguiente etapa en la que se lleva a cabo la maduración de la cerveza que va de los 15 a 30 días, dependiendo del tipo de cerveza que se quiera obtener.

Los objetivos del reposo son:

- clarificación
- maduración
- estabilización
- carbonatación

Clarificación. Esta se logra al sedimentar la levadura -- por la acción del frío y ausencia de nutrientes para la misma. -- El velo coloidal de proteína-tanino precipita fuera de la solución debido también a la baja temperatura, al descenso de pH y -- baja insolubilidad dentro de soluciones de alcohol.

Maduración. Fenómeno que se desconoce como se llevan a cabo las reacciones químicas que lo producen, lo que se conoce con certeza es que hay una disminución considerable de H_2S , acetaldehído y diacetilo.

Estabilización. Es la eliminación de sustancias coloidales que se forman por la reacción entre proteína y taninos de alto peso molecular, soluble a temperatura de 20 a 25 °C pero insoluble a la temperatura a la que se consume la cerveza. Lo anterior se evita con el uso de enzimas como papaína, ácido tánico y con un adecuado procedimiento en sala de cocimientos.

Carbonatación. Inyección de CO_2 para realzar el sabor de la cerveza y potabilización de la misma.

III.10. FILTRACION.

El objetivo de la filtración es lograr la brillantez necesaria en la cerveza con ayuda de tierras diatomáceas antes de proceder a su envasado, eliminando levaduras y residuos propios del proceso.

La filtración se realiza depositando las diatomitas sobre un tabique de filtración hecho de malla delgada de acero inoxidable en el que se forma una torta de poro rígido pero poroso, tamizando las partículas de la cerveza a medida que ésta atraviesa el filtro.

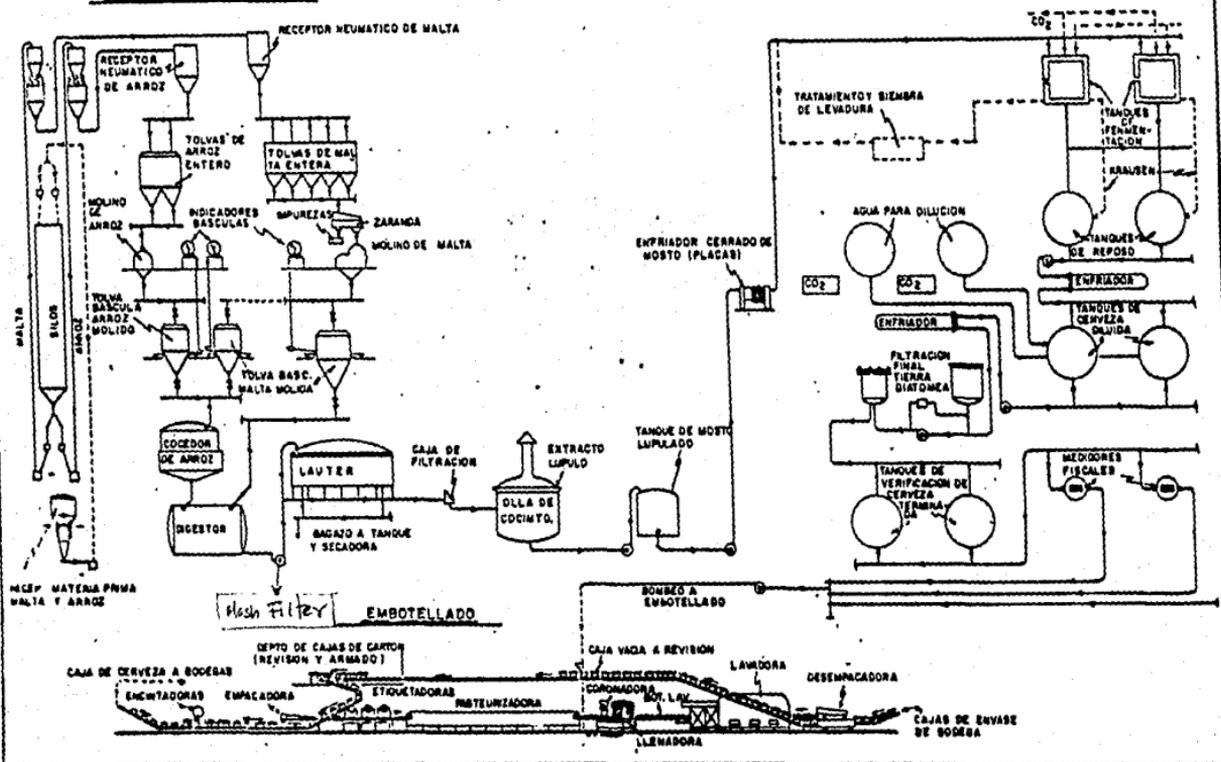
La cerveza filtrada es mezclada hasta obtener límites precisos de alcohol u otros valores característicos, importante cuando se trabaja con extractos de mosto original alto en donde no solo se requiere mezclas de cerveza para mantener su consistencia, sino la mezcla con agua desaerada y carbonatada para su debida dilución. El agua aquí utilizada deberá estar libre de cloro y otros oxidantes.

Este proceso de normalización deja la cerveza lista para ser envasada.

SILOS Y CASA DE COCIMIENTOS

SALAS FRIAS

LEVADURA A SECADORA



Hash Filter EMBOTELLADO

Proceso de elaboracion

CAPITULO IV.

EQUIPOS DE FILTRACION.

La separación del mosto es un proceso esencialmente físico.

Después que se ha completado la conversión de la masa degradando los almidones a azúcares, se eleva la temperatura (aprox. + 76 °C). Esto ayudará a la inactivación enzimática y como preparación a la separación de mosto de los sólidos pues baja la viscosidad.

El método que se utilice para la filtración es más que nada un asunto de opción del cervecero que debe evaluar las ventajas y desventajas de cada sistema.

El objeto de este trabajo es hacer una evaluación de los parámetros que se manejan para emitir un juicio con bases concretas acerca de cual equipo da el producto con la mejor calidad.

IV.1 SISTEMA DE FILTRACION A UTILIZAR: FILTRO DE PLACAS (LAUTER).

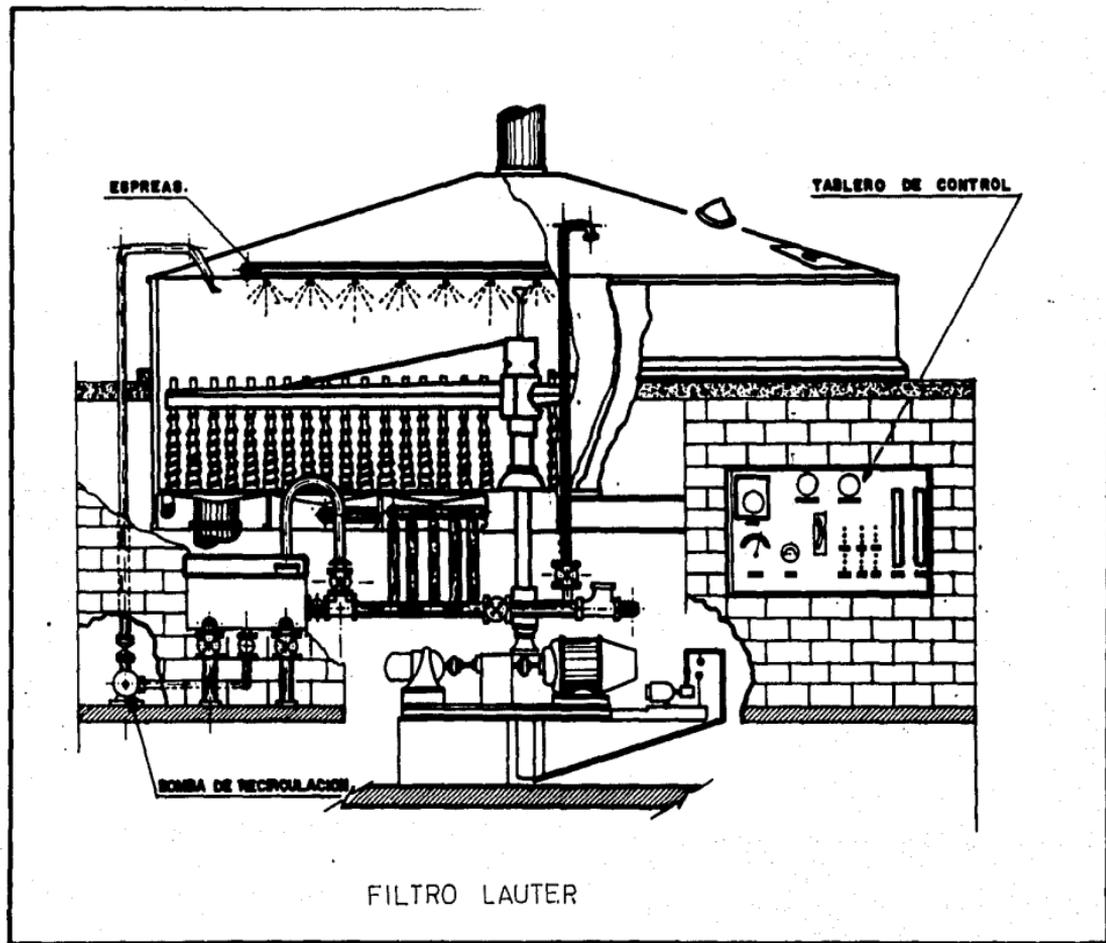
IV.1.1 Descripción.

El Lauter es el recipiente de separación de mosto más ampliamente usado en la actualidad. El filtro es un cilindro vertical de gran diámetro en relación con su profundidad. Normalmente está construido con acero inoxidable, aunque todavía se siguen usando filtros de cobre. La parte de encima del filtro puede ser esférica o cónica.

El fondo puede ser parejo o inclinado o construido con va--

rios valles concéntricos con lomos intermedios. Colocado dentro del fondo del filtro hay un sistema de captación de mosto de tubos múltiples, normalmente dispuestos en anillos concéntricos que conducen a través de un sistema de válvulas, por las cuales el mosto se lleva a un recipiente de captación denominado colector. Cuenta con un sistema de chorros de agua incorporado en el fondo, por el cual puede enjuagarse el sistema de captación de mosto y el piso. Suspendido encima del fondo verdadero hay un falso fondo de planchas de bronce o acero inoxidable ranuradas de manera precisa. Las planchas están cuidadosamente encajadas para formar un piso muy llano y a nivel, encima del cual viene a reposar la masa. La distancia entre el falso fondo y el verdadero normalmente es de 8-12 cm en filtro de fondo plano o inclinado y de 10-15 cm en filtro de valla de gran diámetro.

El Lauter está equipado con una máquina de filtración que consiste de un eje de construcción pesada colocado de manera exacta al centro de la tina y conectado ya sea por arriba o por abajo con una propulsión de múltiple velocidad, que permite hacer girar, elevar y bajar. Conectados radialmente desde el eje principal extendiéndose casi hasta la pared vertical, hay tres brazos o pescantes rígidos. Conectados verticalmente hacia abajo de los brazos hay cuchillas o rastrillos de filtración, que pueden ubicarse de manera que casi toquen el falso fondo. Las cuchillas son de acero inoxidable o bronce, diseñadas con una sección transversal delgada tipo cuchillo, con espacios intermedios que tienen trayectorias elípticas pequeñas, perpendiculares al eje de la cu-



chilla. Las cuchillas estén aproximadamente a 15 cm de distancia en los brazos. Las cuchillas de cada brazo están interconectadas por una barra de operador, de manera que puedan rotarse par-
cialmente en el eje vertical. En la posición de filtración, quedan tangenciales a la pared de la tina. En la posición "granos - fuera", se hallan inclinadas hasta unos 45 grados.

La tina de filtración también está equipada con un sistema de regadía (entrega de agua caliente). Este sistema lo forman tubos concéntricos suspendidos exactamente por debajo del techo del filtro y por encima de la posición más elevada de la máquina de filtración y conectado por múltiples tuberías a la provisión de agua de regar. Los anillos de regar están equipados con boquillas de regar orientadas hacia abajo para entregar el agua en un patrón uniforme a través de toda el área superficial del lecho de masa en la tina. (Fig. IV.a)

IV.1.2 Funcionamiento.

Como preparación para recibir la masa, se enjuaga a fondo el filtro y se calienta hasta la temperatura de la masa o ligeramente por encima de la misma, mediante el regado o inyección de agua caliente por el fondo a través del sistema de captación del mosto. Si se ha dejado que la tina se enfríe durante algún tiempo entre dos cocimientos, debe "esterilizarse" primero con agua caliente.

Puede utilizarse un "cojín" de agua caliente para recibir la masa de tal forma que apenas cubra el nivel del falso fondo y

la masa vaya llegando de forma suave. Debe distribuirse de manera uniforme en todo el piso de la tina. Esto puede lograrse mediante "elevación", es decir, hacer funcionar la máquina de filtración en posición "granos fuera" o posición de filtración.

El mosto es circulado para ayudar al establecimiento del lecho de filtración antes de permitir el paso del mosto a la olla de ebullición. Se deja sedimentar la masa después que se nivela y comienza la recirculación. De esta forma, se transportan las partículas finas y pastosas que se encuentran encima y por debajo de las planchas hacia la parte superior del lecho de granos y se distribuyen nuevamente hacia abajo a través de las partículas de clasificación. Es importante que las cuchillas de filtración no perturben la capa pastosa situada inmediatamente encima de las planchas pero tampoco deben permitir que la capa gelatinosa vaya a sellar el lecho.

Después que se ha establecido el lecho del filtro y el mosto ha logrado claridad, se permite su paso hacia la olla obteniéndose así el "primer mosto". Algunos cerveceros prefieren extraer la mayor parte del primer mosto sin usar las cuchillas.

A medida que se extrae el primer mosto, se inicia el riego antes de que el nivel llegue a la parte superior del lecho de granos. El riego diluye y reduce la viscosidad del primer mosto, permitiendo así el flujo rápido hacia abajo a través del lecho de el filtro. Debe mantenerse un nivel de agua con flujo ininterrumpido sin peso excesivo y sin la compactación del mismo. El volumen del primer mosto sumado al volumen total de agua de regar de-

be llenar la olla de cocción. Durante el escurrimiento del mosto, la máquina de filtración se baja lentamente de manera tal que no tenga permeable el lecho. El recorrido de los brazos de cuchillas deberá ser intermedio respecto al otro brazo en su recorrido anterior. Las trayectorias horizontales en las cuchillas imparten una acción elevadora y cortadora, evitando la compactación de el lecho permitiendo que el agua de regar penetre y alcance de ma nera más uniforme todas las áreas.

Una extracción de mosto demasiado rápida compacta el lecho de granos o perturba el equilibrio hidráulico, el cierre de flujo de mosto durante unos minutos normalmente ayuda a corregir esta - situación ya que con esto se provoca una suave acción de izamiento en el lecho de grano, lo que ayuda a restablecer la porosidad y la permeabilidad.

Si se produce una compactación más severa, será necesario - cerrar el flujo del mosto e inyectar a través del sistema de captación del mosto agua caliente a presión provocando de esta manera, el mismo efecto de izamiento. Puede ser necesaria una recirculación para restablecer la brillantez del mosto. A la terminación del riego, el mosto diluido es recogido hasta llenar la olla de cocción y/o perder la claridad del mismo, desviando el exceso al desagüe o a la recuperación de producto derivado.

Después que el último mosto ha dejado de salir, se extrae - el bagazo elevando la máquina de filtración y poniendo las cuchillas en posición "granos fuera" y dejando caer ésta lentamente ba rrerá el afrecho hacia las válvulas de salida de granos y, así, -

fuera de la tina de filtración. El enjuague del sistema de captación del mosto y el enjuague de las válvulas de salida de granos, para asegurar el sellado apropiado, completa el ciclo del Filtro de Placas.

IV.2 SISTEMA DE FILTRACION A UTILIZAR: FILTRO PRENSA (MASH FILTER).

IV.2.1 Descripción.

El Filtro Prensa consiste en una serie de 39 placas verticales que se alternan con 38 marcos huecos, hechos todos de hierro fundido. Están suspendidos sobre rieles laterales dentro de una construcción muy pesada, fija al piso. Cuando el filtro está cerrado, se forman canales a través de los cuales se admiten la masa del macerador y el agua de lavado a su interior; y se extrae por orificios fundidos dentro de las placas y los marcos.

Cada marco y cada placa miden $1.65 \times 1.40 \times 0.09$ m.

En la parte superior central de cada marco tiene un conector "T" que se alinea con el de los demás marcos formando la tubería de entrada de la masa. Al montar el filtro se coloca en cada placa una tela filtrante de polipropileno de forma rectangular ligeramente más grande que la sección transversal del filtro, colgada y hacia abajo por ambos costados. (Fig. IV. b)

Las placas son acanaladas en forma vertical y, por ambos lados, con orificios acordes a su función (para lavado por arriba o para lavado por abajo), que se explicará más adelante. (Fig. - IV.c)

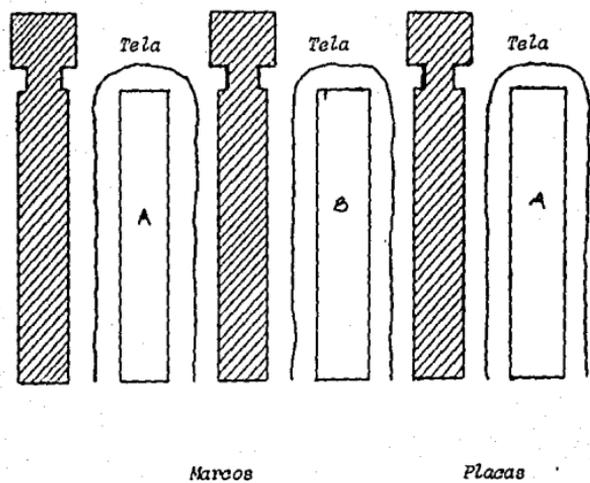


Fig. IV. b

El Filtro Prensa es cerrado de manera que sea hermético contra fluidos utilizando empaques de neopreno para este fin.

IV.2.2 Funcionamiento.

El Mash Filter es un extractor de volumen de carga fijo, o sea, que el volumen de masa debe ser controlado de manera muy precisa para que el filtro quede exactamente lleno. Una sobrecarga puede resultar en un compactamiento de grano procesado (en los marcos para masilla) y la imposibilidad de conseguir que todo el contenido del macerador pueda ser alojado en ellos. La falta de carga puede resultar en tener espacios abiertos en la parte alta de los marcos y esto permitirá que el agua se escape sin pasar a través de la masilla haciendo que el lavado no sea correcto y por consecuencia, la extracción será deficiente.

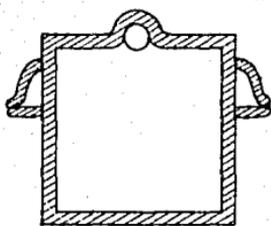
La efectividad de la filtración dependerá, en parte, de la molienda de la malta y la cebada, misma que se deberá determinar de acuerdo a las equivalencias que se tengan en volumen de grano húmedo, ya que una excesiva molienda provocará un compactamiento de la masa haciendo una filtración lenta, corriendo el riesgo de no llenar completamente los marcos generando en el lavado el fenómeno antes descrito como falta de carga.

Una molienda gruesa originará el problema inverso: exceso de masa, camas de grano flojo, alta velocidad de filtración y lavado, dando lugar a una baja eficiencia.

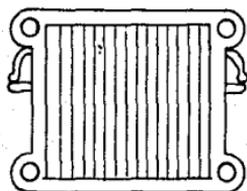
La cantidad de materiales a utilizar deberá determinarse en base a el espacio disponible en los marcos del Filtro Prensa.

A continuación, se indica la secuencia de operación del fil-
tro, después de haber acomodado las placas como en la Fig. IV.b:

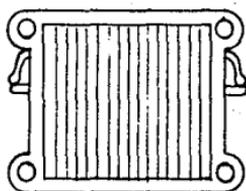
- 1) Recibir el contenido del macerador abriendo la válvula de -
descarga de éste para llenar la línea hasta la válvula de -
entrada al filtro.
- 2) Abrir la válvula de entrada (# 1) para dejar pasar el mace-
rado que llenará el filtro por gravedad. (El macerador se
encuentra en el piso superior al Mash Filter). Los repira-
deros del ducto de carga estarán abiertos (venteos).
- 3) La mezcla se irá acomodando en los marcos y el mosto pasará
a través de las telas filtrantes hacia las placas recepto-
ras de mosto A y B (Fig. IV. c.)
- 4) Cuando el filtro se llena, el mosto filtrado comienza a sa-
lir por el sifón. Cerrar los venteos. La llave de entrada -
de mosto a la olla debe estar abierta.
- 5) Arrancar la bomba de descarga del macerador y permitir que
la mezcla siga acomodándose los marcos. En el macerador -
se vigilará el movimiento de la propela para evitar la for-
mación de remolinos y la entrada de aire en la línea de ba-
jada de mezcla al filtro.
- 6) Al terminar de vaciar el macerador, enjuagarlo y también la
línea de bajada de mezcla hasta que aparezca agua clara en
la mirilla de entrada al Mash Filter.
- 7) Encender la bomba de descarga del filtro cerrando la válvu-
la de entrada de masa y abriendo los venteos.
- 8) La olla de ebullición tiene una gráfica que indica el nivel



Marco



Placa A



Placa B

Fig. IV. a

de llenado. En ella se observará cuando el mosto termine de entrar (descenso de la aguja graficadora). De ésta forma se obtiene el llamado "Primer Mosto" que se encontrará ya en la olla, las placas receptoras de mosto estarán vacías y los marcos llenos de masilla lista para ser lavada.

El proceso del lavado puede hacerse de dos formas: "Lavado por arriba" y "Lavado por abajo", los cuales pueden utilizarse a criterio del Maestro Cervecerero.

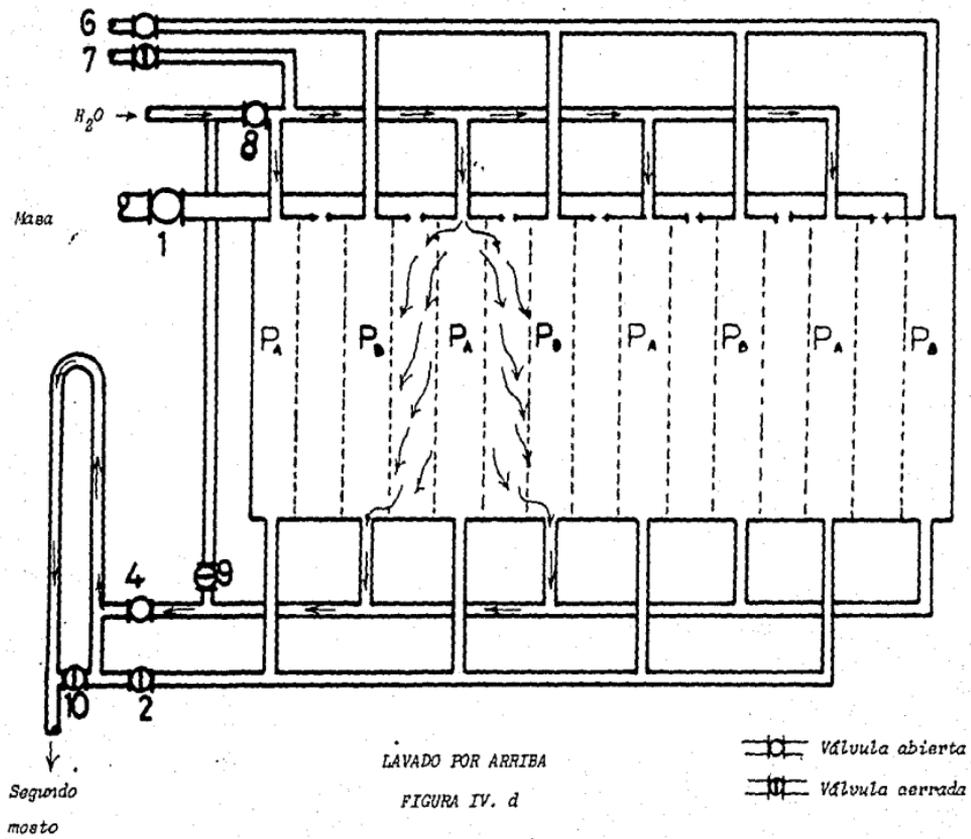
IV.2.3 Lavado por arriba.

1) Al terminar la extracción del primer mosto, los marcos se encuentran llenos de masilla y las placas A y B, vacías. El agua de lavado penetra por las placas A (que funcionarán como placas lavadoras) y las placas B serán las receptoras del agua de lavado, a la que se conoce como segundo mosto. El agua entra por la parte superior de las placas A y el segundo mosto sale por la parte inferior de las placas B. (Fig. IV.d).

2) Cerrar la válvula #9 (Seguir diagrama de la fig. IV.d.) para evitar que el segundo mosto que sale por las placas B se mezcle con el agua de lavado. (Esta llave se utiliza para recirculación).

3) Cerrar válvula #2 para evitar que el agua de lavado de las placas A se mezcle con el segundo mosto que entra al sifón.

4) Cerrar válvula #7 (venteo) para que el agua que entra, no -



LAVADO POR ARRIBA
 FIGURA IV. d

 Válvula abierta
 Válvula cerrada

Segundo
 mosto

se tire.

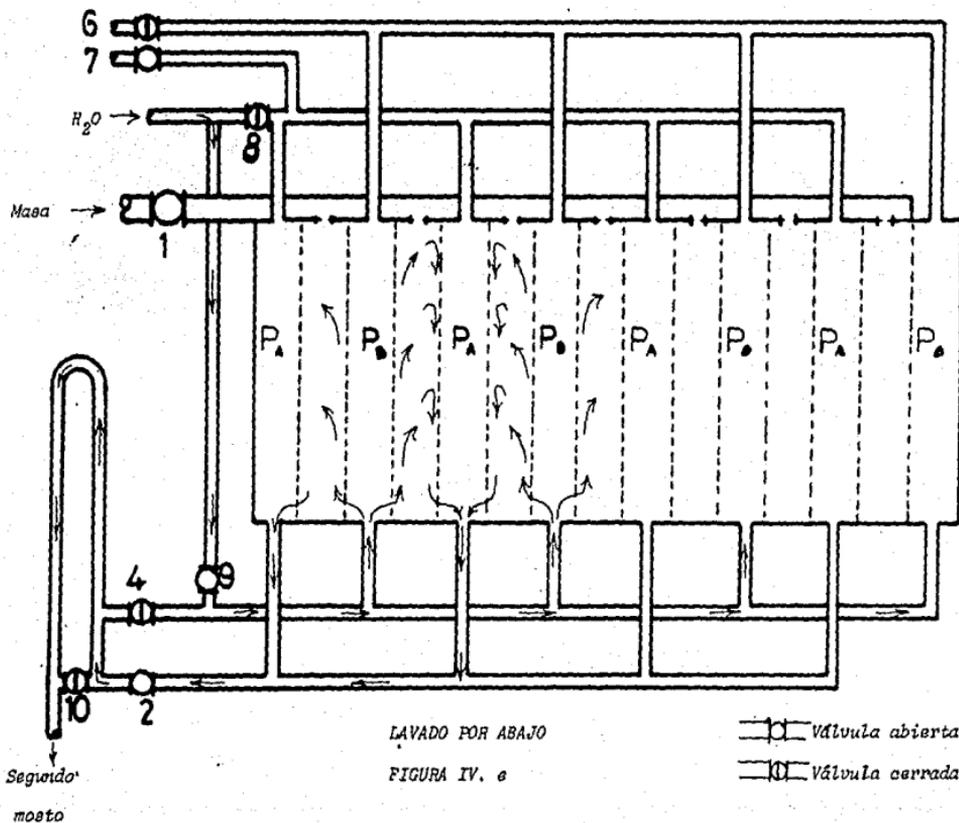
- 5) Cerrar válvula #10 para que el mosto llene el sifón. De esta manera se asegura de mantener el filtro siempre lleno para un correcto lavado. Abrir la entrada a la olla.
- 6) Abrir la válvula #8 que es la entrada de agua caliente a -- las placas A.
- 7) Abrir válvula #4 para que circule el 2º mosto hacia el sifón, teniendo abierta la válvula #6 para ayudar a la entrada de aire.
- 8) Después de completar estos movimientos, se pone en marcha -- la entrada del agua caliente permitiendo primero que se llene el filtro y luego regulando el flujo a un nivel constante (250 HL/hora) que permita una mejor extracción. El lavado concluye cuando el volumen total de la olla se completa (435 HL).
- 9) Al finalizar el llenado de la olla, cerrar el agua caliente y la entrada de mosto a la olla. Abrir válvulas #10, #7, #9 y #2. Encender la bomba que desaloja el agua del filtro hacia el drenaje. Cerrar todas las válvulas y abrir el cabezal para limpiar la masilla de cada marco. Por debajo del Filtro Prensa se encuentra una tolva con un gusano sin fin en el centro y al fondo de ella, que va a conducir la masilla al tanque de desecho.

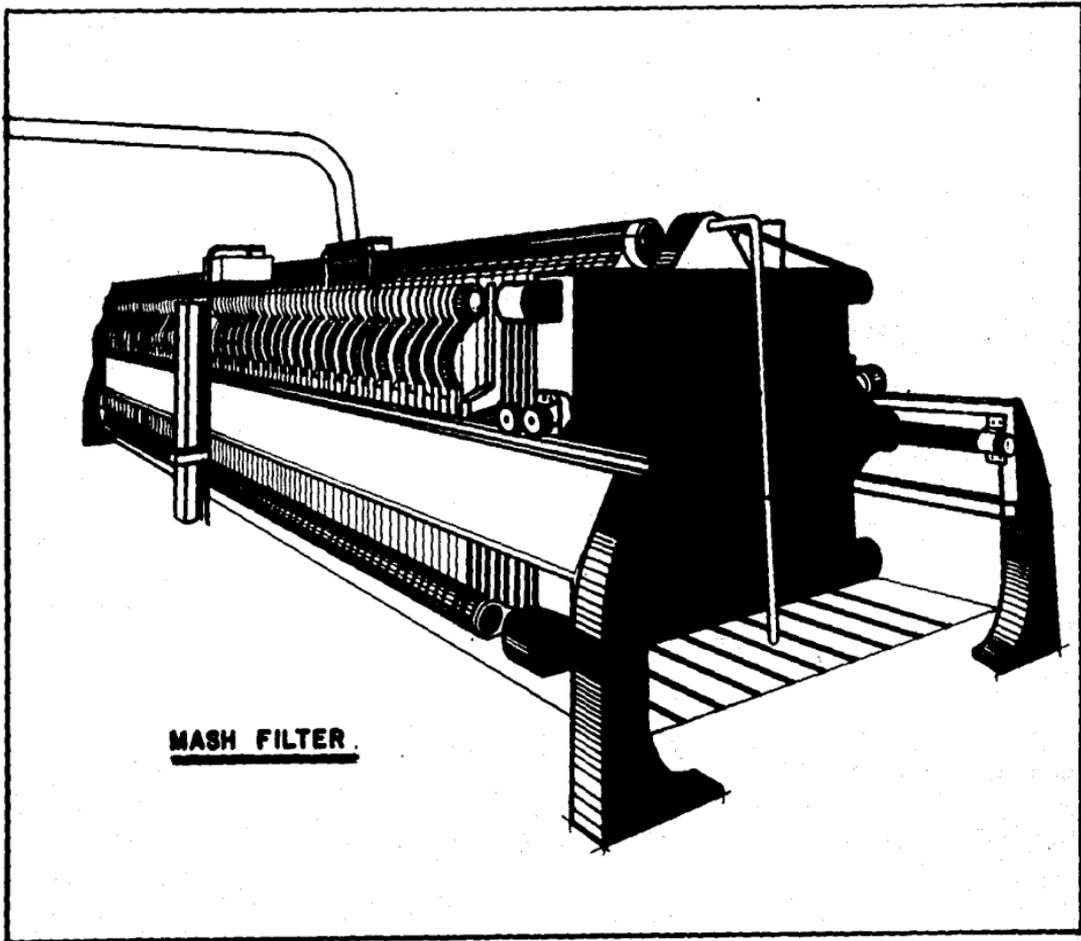
IV. 2.4 Lavado por abajo.

- 1) Al concluir la extracción del primer mosto, el agua de lava

do se introducirá por las placas B que ahora funcionarán como lavadoras y las placas A como receptoras. Cerrando la válvula #8 se evitará que el 2º mosto de las placas A se mezcle con el agua de lavado. (Fig. IV. e.)

- 2) Cerrar válvula #6 para que el agua caliente no se escape, y la válvula #4 para que no se mezcle con el mosto que sale de las placas A.
- 3) Cerrar la válvula #10 para mantener el sifón lleno.
- 4) Para comenzar el lavado abrir válvula #9, que permitirá la entrada de agua caliente, y después la válvula #2 que descargará el 2º mosto de las placas hacia el sifón. Mantener abierta la entrada de la olla.
- 5) Mantener abierto el venteo de la válvula #7 para la entrada de aire.
- 6) Permitir la entrada de agua caliente por bombeo para efectuar el lavado. Regular la entrada de agua igual que en el lavado por arriba; los siguientes pasos se llevan a cabo en forma similar al lavado anterior.





MASH FILTER.

DESARROLLO EXPERIMENTAL.

V. 1 PARAMETROS EVALUADOS.

Para el desarrollo experimental se tomaron como base 20 - muestras de mosto provenientes de cada uno de los filtros.

Como los mostos no son completamente estables química, física y microbiológicamente el manejo de las muestras se estandarizó para obtener resultados analíticamente exactos. Para lograr esto, se tomaron las muestras en recipientes de plástico de un litro de capacidad, los cuales, se guardaron tapados y en refrigeración para mantenerlos estables hasta su uso, mezclándolos antes de tomar las alícuotas correspondientes a cada análisis a efectuar.

Los parámetros medidos fueron los siguientes: pH, color, porcentaje de sólidos, grado plato o densidad, proteínas y grado de amargor (B.U.).

Su desarrollo y muestreo se aplica a continuación.

V.1.1 pH.

El valor del pH es el logaritmo común del número de litros de disolución que contienen un equivalente gramo de iones de hidrógeno. Así:

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

El rango óptimo de pH en el mosto es de 5.0 a 8.0, ya que éste indicará el buen funcionamiento del sistema enzimático de-

las materias primas.

Este valor se puede determinar colorimétricamente utilizando los indicadores adecuados, pero se determina con más exactitud con métodos eléctricos. En este trabajo se utilizó el potenciómetro con electrodos de membrana de vidrio en combinación con el de calomel como referencia.

Las alcuotas utilizadas fueron de 50 ml y los valores se reportaron con dos decimales de precisión. Sus puntos de muestreo fueron: en la extracción completa del primer mosto, en la olla llena, en el tanque de mosto caliente y en el enfriado.

V.1.2 Color.

El color de la cerveza se define como 10 veces la densidad óptica o absorbancia determinada a una muestra libre de turbiedad, en cubeta de 12.7 mm (1/2 pulg), de trayectoria óptica y con luz monocromática con longitud de onda de 430 nm. Se expresa en grados S.R.M. (Standard Reference Method).

Es necesario que el mosto esté brillante para la determinación de color, por lo que se usaron alcuotas de 50 ml que fueron filtradas con papel Whatman # 1 y leídas en espectrofotómetro a 430 nm. Las lecturas se multiplican por 10 y se reportan con dos decimales.

Los puntos de muestreo escogidos fueron: en la extracción completa del primer mosto, olla llena, tanque de mosto caliente y el enfriado.

V. 1.3 Sólidos en suspensión.

Los sólidos en suspensión son una masa amorfa de compuestos proteícos coagulados, algunos de los cuales se forman cuando se calienta la masa y quedan dentro del bagazo. Otra parte se forma durante la ebullición de la olla quedando eliminado éste como sedimento dentro del tanque de mosto caliente. Este sedimento es el llamado trub que constituye una merma del proceso.

La obtención de este porcentaje se hizo utilizando por duplicado tubos graduados de 15 ml que se centrifugaron durante 10 minutos a 2230 r.p.m. Se reportaron con una cifra decimal.

Los puntos de muestreo fueron: al iniciar el llenado de la olla, en la extracción completa del primer mosto, a la mitad del llenado de la olla, en la olla llena, en el tanque de mosto caliente y en el enfriado.

V. 1.4 Densidad. (°Plato)

La densidad o grado plato (°P) es una cifra que muestra la cantidad de extracto existente por cada 100 gramos de mosto, el cual es factible de fermentar. Parte de este extracto se fermentará para formar el alcohol existente en la cerveza y la otra parte proporcionará cuerpo, color, estabilidad de espuma y sabor.

La determinación del °P puede hacerse por piconometría o con la ayuda de un densímetro específico llamado sacarómetro que es más práctico.

Para hacer las lecturas se sumergió el sacarómetro en aproximadamente 500 ml de muestra contenidos en una probeta. La de-

terminación se hizo tomando la lectura de la parte alta del menisco. El ρ se reportó con dos decimales y sus puntos de muestreo fueron: al iniciar el llenado de la olla, extracción completa del primer mosto, olla llena, tanque de mosto caliente y el enfriado.

V. 1.5 Proteínas.

Consiste en la determinación de los compuestos nitrogenados por el método Kjeldhal.

Reactivos:

- Solución valorada de ácido sulfúrico 0.1 N.
- Solución valorada de hidróxido de sodio 0.1 N.
- Acido sulfúrico al 98%, exento de nitrógeno.
- Mezcla reactiva de selenio.
- Solución de hidróxido de sodio preparada disolviendo 450 g de NaOH en comprimidos o escamas, exento de nitratos, en 1 litro de agua.
- Indicador rojo de metilo, preparado disolviendo 1 g de rojo de metilo en 200 ml de alcohol al 95%.

Aparatos:

- Gradilla de digestión Kjeldhal, calentada con gas o electricidad, con dispositivo para la eliminación de vapores.
- Unidad de destilación Kjeldhal con tapa de bulbo y condensador vertical de estaño resistente a los álcalis.
- Matraces kjeldhal de 800 ml.
- Matraces erlenmeyer de 500 ml para recibir el destilado.
- Perlas de ebullición.

Procedimiento:

- 1) Con una pipeta se ponen 25 ml de mosto en un matraz Kjeldhal de 800 ml; se añaden 1 ó 2 ml de ácido sulfúrico y se concentra hasta consistencia de jarabe.
- 2) Se añaden 6.0 g de mezcla reactiva de selenio y 20 ml de ácido sulfúrico al 96%.
- 3) Se coloca el matraz inclinado sobre la gradilla de digestión y se calienta hasta que deje de producir espuma.
- 4) Aumentar el calor hasta que el ácido hierva fuertemente.
- 5) Se continúa la digestión hasta que la solución se ponga de color verde claro y a partir de este momento se continúa hierviéndolo durante 15 minutos.
- 6) Mientras el matraz Kjeldhal y su contenido se enfrían a la temperatura ambiente, se ponen 25 ml de solución valorada de ácido sulfúrico 0.1 N en un matraz de 500 ml y 200 ml de agua destilada y se coloca éste de tal manera que el extremo del condensador quede sumergido en la solución valorada.
- 7) Después de que el matraz y su contenido se han enfriado a temperatura ambiente, se añaden cuidadosamente 150 ml de agua y se mezcla bien. Se enfría con agua helada.
- 8) Se añaden 70 ml de la solución de hidróxido sódico al 45% vertiéndolo cuidadosamente por el cuello del matraz Kjeldhal de tal manera que no se mezcle con la solución ácida, formando 2 fases.
- 9) Se conecta inmediatamente el condensador al balón, intercalando la trampa de bulbo, y se agita el matraz para efectuar

tuar la mezcla de las dos soluciones.

- 10) Se destila hasta que todo el amoníaco haya pasado a la solución valorada de ácido.
- 11) Se titula el exceso de ácido con hidróxido sódico 0.1 N, usando rojo de metilo como indicador.
- 12) Prueba en blanco: Se debe hacer una prueba en blanco para comprobar la ausencia de nitrógeno en los reactivos, utilizando 2 g de sacarosa pura en lugar de la muestra de mosto y siguiendo el método propuesto desde el paso 2).

Cálculos:

Los resultados del contenido de nitrógeno total se expresan en % de proteínas con dos cifras decimales, y se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Proteínas en mosto (\% en peso)} = \frac{(B-T) \times 0.0014 \times 6.25 \times 100}{P. e. \times 25}$$

$$\text{Proteínas en cerveza (\% en peso)} = \frac{(B-T) \times 0.035}{P. e.}$$

B = NaOH 0.1 N gastados en titular blanco.

T = NaOH 0.1 N gastados en titular la muestra.

P. e. = Peso específico de la muestra

0.0014 = peso equivalente de Nitrógeno por mililitro.

6.25 = Factor para convertir nitrógeno a proteína.

Puntos de muestreo:

En el enfriado.

V. 1.6 Grado de amargor (B. U.)

Esta determinación mide la cantidad de alfa-ácidos extraídos del lúpulo convertidos en sustancias amargas solubles durante la ebullición del mosto dentro de la olla de cocción.

Reactivos:

- 2,2,4-trimetilpentano (Iso-octano) grado espectrofotométrico.
- Ácido clorhídrico 3 N.

Aparatos:

- Agitador mecánico.
- Espectrofotómetro con rango ultravioleta.
- Matraces volumétricos de 100 ml.

Procedimiento:

Usando la pipeta volumétrica, medir 10 ml de muestra y colocarlos en el matraz. Agregar 1 ml de HCl 3 N y agitar. Adicionar 20 ml de iso-octano y tapar el matraz. Hacer la extracción con el agitador mecánico durante 15 minutos. Si las dos fases se emulsionan, centrifugar el contenido 5 minutos.

Hacer inmediatamente la lectura en el espectrofotómetro a 275 nm usando iso-octano nuevo como blanco.

Cálculos:

B. U. = Absorbancia de la muestra a 275 nm \times 50

Los resultados se reportan con un decimal cerrando el valor a número entero ó a .5.

Punto de muestreo:

En el enfriado.

V. 1.7 Eficiencia de extracción.

La eficiencia de extracción es la medida del rendimiento de el extracto disponible en las materias primas utilizadas (malta, grits y cebada).

Este se calcula a partir de los extractos disponibles (Extracto Base Húmeda) con referencia al Extracto logrado (Volumen x Peso específico x °P). El porcentaje se obtendrá multiplicando - esta relación por 100.

$$\text{Extracto logrado} = (\text{Vol.} \times \text{P.e.} \times \text{°P})$$

$$\text{Extracto empleado} = (\text{Ex. B.H.} \times \text{Kg empleados})$$

$$\text{Eficiencia de extracción} = (\text{Ex. logrado} / \text{Ex. empleado}) \times 100$$

V.2 CALCULOS.

Color.

Ejemplo:

$$\text{Absorbancia} = 0.36$$

Resultado:

$$0.36 \times 10 = 3.60 \text{ °S.R.M.}$$

Sólidos en suspensión.

Ejemplo:

$$\text{ml. de sólido} = 0.15$$

Resultado:

$$\frac{0.15 \times 100}{15} = 1.0 \%$$

Proteína.

Ejemplo:

$$B = 39.6$$

$$T = 23.5$$

$$\text{P.e.} = 1.05618$$

$$\text{Proteína} = \frac{(B-T) \times 0.035}{\text{P.e.}}$$

$$\text{Proteína} = \frac{(39.6 - 23.5) \times 0.035}{1.05618}$$

Resultado:
Proteína = 0.53 %

Grado de amargor.

Ejemplo:

$$\text{Absorbancia} = 0.456 \quad 0.456 \times 50 = 22.8$$

Resultado:

23.0 B.U.

Eficiencia de extracción.

Ejemplo:

Volumen = 392 Hl

Ex. B.H. cebada = 61.5

Peso específico = 1.05905

Kilos empleados de malta = 3100

°P = 14.52

Kilos empleados de grits = 3500

Ex. B.H. malta = 72.3

Kilos empleados de cebada = 1600

Ex. B.H. grits = 90.9

$$\text{Ex. empleado} = (\text{Ex. B.H. malta} \times \text{Kg malta}) + (\text{Ex. B.H. grits} \times \text{Kg grits}) + (\text{Ex. B.H. cebada} \times \text{Kg cebada})$$

$$\text{Ex. empleado} = (72.3 \times 3100) + (90.9 \times 3500) + (61.5 \times 1600)$$

$$\text{Ex. empleado} = 640680.0$$

$$\text{Ex. Logrado} = \text{Vol.} \times \text{P.e.} \times \text{°P}$$

$$\text{Ex. Logrado} = 39200 \text{ l} \times 1.05905 \times 14.52$$

$$\text{Ex. Logrado} = 602794.32$$

$$\text{Eficiencia de extracción} = (\text{Ex. Logrado} / \text{Ex. empleado}) \times 100 \\ = (602794.3 / 640680.0) \times 100 = 94.09$$

Resultado:

94.09 %

CAPITULO VI .

R E S U L T A D O S .

Para el registro de datos se elaboró un cuadro en el que se recopilaban los valores obtenidos de cada uno de los análisis - - practicados a cada cocimiento.

El formato usado fue como el que sigue:

Cocto. #	Fecha:	Kg malta:		Ex. B.H.:			
Kg cebada:	Ex. B.H.:	Kg grits:		Ex. B.H.:			
Filtro:	Vol.	°P	Sólidos en susp.	Color	pH	Protel- na	B.U.
Inicio llenado olla							
Mitad llenado olla							
Extracción completa 1 ^{er} mosto							
Olla llena							
Tq mosto caliente							
Enfriado							

De estas hojas se vaciaron los datos a tablas elaboradas para cada análisis en los que se comparan numéricamente los valores de ambos filtros; graficando sólo los que se consideraron más relevantes.

GRADO PLATO

FILTRO LAUTER

Cocto #	Inicio llenado	1 ^{er} mosto	Mitad llenado	Olla llena	T _c mosto caliente	Enfriado
1	19.48	21.56	21.03	14.75	14.37	14.52
2	19.25	20.38	20.33	14.82	14.67	14.62
3	20.55	21.36	20.80	14.59	14.95	14.52
4	18.59	19.65	19.20	14.66	14.46	14.45
5	20.71	20.91	20.61	15.03	14.77	14.48
6	20.25	21.15	21.16	14.76	14.80	14.51
7	20.75	21.21	21.40	14.97	14.80	14.55
8	19.40	20.30	20.15	14.98	15.23	14.74
9	20.50	20.00	19.50	15.05	15.43	15.05
10	21.26	21.53	21.15	15.30	15.05	14.62
11	20.40	21.05	19.80	15.14	15.22	14.92
12	20.48	19.90	19.50	15.70	15.34	15.09
13	21.33	22.23	21.55	15.00	14.83	14.41
14	20.30	20.40	19.75	15.07	15.47	14.53
15	19.76	20.45	20.05	15.06	15.40	14.74
16	18.98	19.35	18.65	15.05	15.55	15.05
17	19.54	19.70	20.05	15.80	14.90	14.67
18	19.63	19.86	19.40	14.64	15.00	14.72
19	20.20	21.76	21.23	14.83	14.95	14.55
20	20.02	20.84	20.34	14.70	14.69	14.61

TABLA VI. 1.a

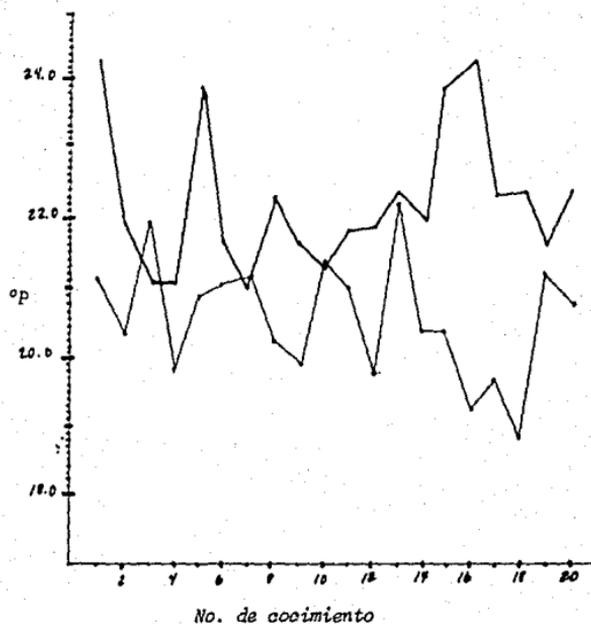
GRADO PLATO

MASH FILTER

Cocto #	Inicio llenado	1 ^{er} mosto	Mitad llenado	Olla llena	T ₇ mosto oriente	Enfriado
1	24.80	24.32	23.55	14.21	14.55	14.35
2	20.15	22.00	21.70	14.50	14.86	14.50
3	20.84	21.75	21.78	14.38	14.34	14.10
4	20.06	21.68	21.85	14.20	14.93	14.40
5	25.75	25.96	23.84	14.25	14.72	14.40
6	21.18	21.74	21.66	14.38	14.88	14.38
7	20.70	21.00	20.90	14.20	14.31	14.14
8	20.58	22.30	22.14	14.40	14.61	14.80
9	21.19	21.66	21.21	14.44	14.37	14.23
10	20.30	21.45	21.00	14.23	14.35	14.26
11	20.06	21.86	21.53	14.36	14.59	14.30
12	20.10	21.93	21.64	14.35	14.45	14.31
13	21.52	22.40	22.22	14.48	14.50	14.57
14	20.94	22.00	21.73	14.19	14.53	14.35
15	25.86	23.90	23.02	14.50	14.55	14.15
16	24.60	24.30	23.73	14.47	14.57	14.38
17	20.80	22.30	21.80	14.30	14.49	14.36
18	21.95	22.45	21.90	14.35	14.45	14.12
19	21.50	21.67	21.00	14.22	14.70	14.15
20	20.50	22.36	22.16	14.25	14.40	14.10

TABLA VI.1.b

GRAFICA VI. 1-A

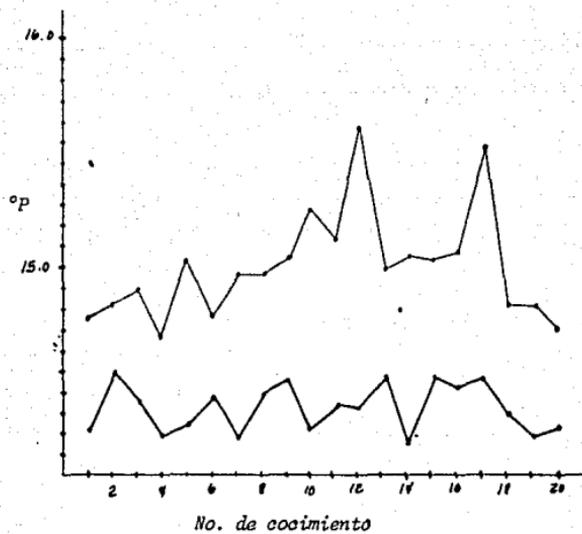


PRIMER MOSTO

○ FILTRO LAUTER

● MASH FILTER

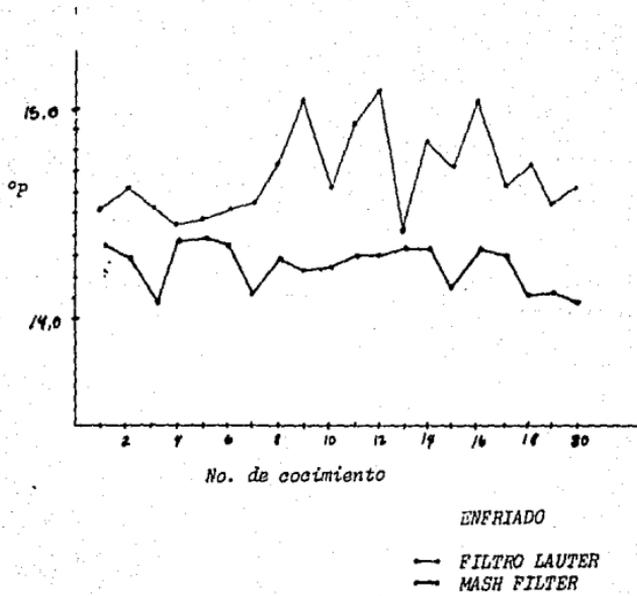
GRAFICA VI. 1-B



OLLA LLENA

— FILTRO LAUTER
— MASH FILTER

GRAFICA VI. 1-C



SOLIDOS EN SUSPENSION (%)

FILTRO LAUTER

Cocto #	Inicio llenado	1 ^{er} mosto	Mitad llenado	Olla llena	Tq mosto caliente	Enfriado
1	4.3	1.3	1.3	1.3	1.3	0.3
2	4.7	2.0	1.3	1.3	1.3	0.3
3	4.0	1.3	3.3	1.3	1.3	0.3
4	2.0	0.7	1.3	1.3	0.7	0.1
5	4.0	1.3	1.3	1.3	1.3	0.3
6	3.3	4.0	4.3	1.3	2.0	0.7
7	2.3	2.7	2.7	1.3	1.7	1.3
8	2.7	1.0	1.0	1.0	1.0	0.1
9	4.5	1.3	1.0	1.0	1.0	0.3
10	1.7	2.0	2.0	1.0	1.3	0.3
11	1.3	1.0	1.0	1.0	1.3	0.7
12	1.0	1.0	1.7	1.0	0.3	0.1
13	4.0	1.3	1.3	1.0	1.0	0.3
14	3.3	2.0	3.3	1.3	2.0	0.7
15	1.3	1.3	1.3	1.0	1.7	0.3
16	0.7	0.7	0.7	1.0	1.3	0.3
17	1.3	1.0	1.0	1.0	1.3	0.1
18	4.3	1.3	1.3	1.3	1.0	0.3
19	4.0	3.3	1.3	1.3	1.3	0.1
20	2.7	1.3	1.0	1.0	1.0	0.3

TABLA VI 2.a

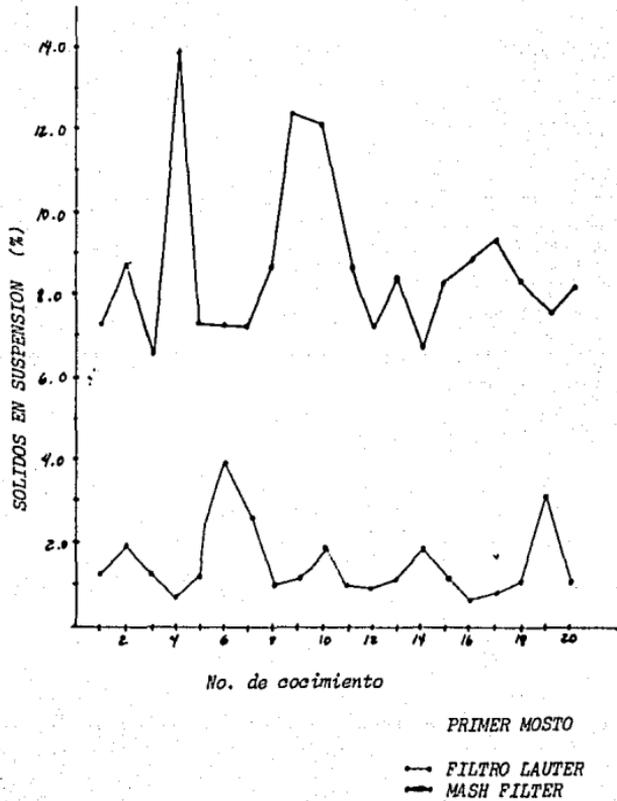
SOLIDOS EN SUSPENSION (%)

MASH FILTER

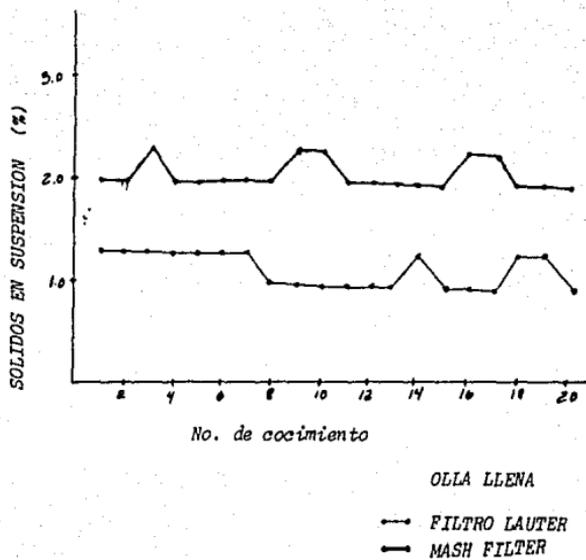
Coato #	Inicio Llenado	1 ^{er} mosto	Mitad llenado	Olla llena	Tq mosto caliente	Enfriado
1	5.3	7.3	6.0	2.0	2.0	1.7
2	7.3	8.7	4.3	2.0	4.0	1.3
3	10.0	6.7	6.3	2.3	2.0	2.0
4	6.7	14.0	6.3	2.0	2.7	2.7
5	6.3	7.3	6.0	2.0	2.0	1.7
6	5.3	7.3	6.0	2.0	2.0	1.7
7	5.3	7.3	6.0	2.0	2.0	2.0
8	7.7	8.7	4.3	2.0	3.3	2.0
9	7.3	12.3	6.3	2.3	2.0	2.0
10	10.0	12.0	6.7	2.3	2.0	2.0
11	5.7	8.7	4.7	2.0	3.3	2.0
12	6.7	7.3	6.0	2.0	2.0	1.3
13	7.3	8.3	4.7	2.0	2.0	1.3
14	5.3	6.7	6.0	2.0	2.7	1.3
15	6.7	8.3	6.0	2.0	3.3	2.0
16	7.7	9.0	6.7	2.3	4.0	1.3
17	10.0	9.3	6.7	2.3	3.3	2.7
18	5.3	8.3	4.7	2.0	3.3	1.3
19	6.3	7.7	4.3	2.0	3.3	2.0
20	6.3	8.3	4.7	2.0	3.3	2.0

TABLA VI. 2.b

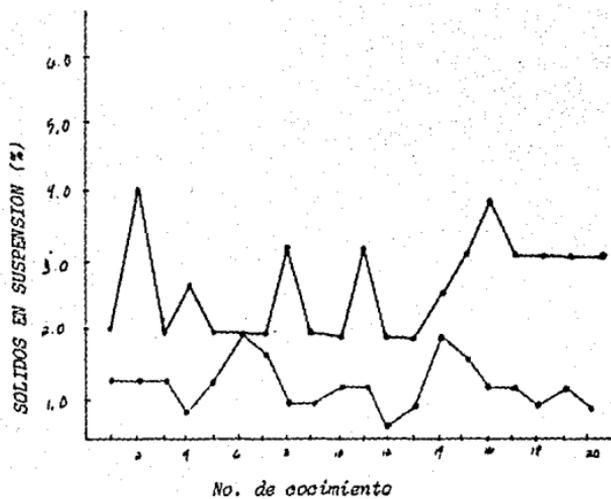
GRAFICA VI. 2-A



GRAFICA VI. 2-B



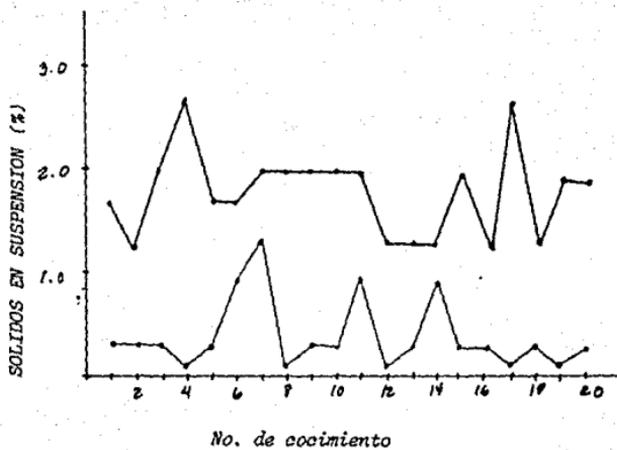
GRAFICA VI. 2-C



TANQUE DE MOSTO
CALIENTE

—●— FILTRO LAUTER
—■— MASH FILTER

GRAFICA VI. 2-D



ENFRIADO

—●— FILTRO LAUTER
—■— MASH FILTER

COLOR

FILTRO LAUTER

Costo #	1 ^{er} mosto	Olla llena	Tq mosto caliente	Enfriado
1	3.60	4.00	4.00	4.10
2	3.20	3.55	3.30	3.75
3	3.30	3.55	3.65	3.75
4	3.25	3.20	3.50	3.75
5	3.45	3.40	3.60	3.75
6	3.05	3.10	3.25	3.35
7	3.25	3.35	3.50	3.45
8	2.95	3.10	3.20	3.40
9	2.90	3.10	3.30	3.55
10	3.10	3.05	2.95	3.30
11	3.05	3.20	3.35	3.45
12	2.90	2.95	3.55	2.95
13	3.00	3.20	3.25	4.00
14	2.85	3.15	3.35	3.70
15	3.20	3.35	3.20	3.45
16	3.00	3.35	3.50	3.75
17	3.30	3.20	3.65	3.75
18	3.25	3.40	3.50	3.75
19	3.10	3.35	3.55	3.65
20	3.20	3.25	3.55	3.45

TABLA VI. 3.a

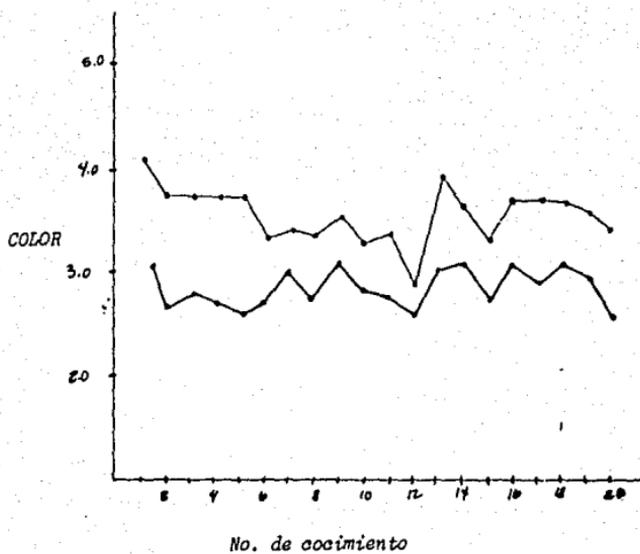
COLOR

MASH FILTER

Cocto #	1 ^{er} mosto	Olla llena	Tq mosto caliente	Enfriado
1	3.40	3.05	3.05	3.05
2	2.35	2.30	2.40	2.55
3	2.45	2.30	2.80	2.80
4	3.30	2.35	2.70	2.70
5	2.45	2.35	2.60	2.60
6	2.65	2.50	2.70	2.70
7	2.90	2.90	3.00	3.00
8	2.40	2.35	2.70	2.75
9	3.05	3.00	3.10	3.10
10	2.40	2.35	2.80	2.35
11	2.35	2.35	2.70	2.30
12	2.50	2.40	2.65	2.55
13	3.00	2.80	3.00	3.05
14	3.05	3.00	3.10	3.10
15	2.60	2.50	2.75	2.80
16	3.10	3.00	3.10	3.10
17	2.95	2.85	2.95	2.95
18	3.20	3.00	3.10	3.10
19	3.15	2.90	3.00	3.00
20	2.70	2.30	2.60	2.65

TABLA VI. 3.b

GRAFICA VI 3-A



ENFRIADO

— FILTRO LAUTER
— MASH FILTER

pH

FILTRO LAUTER

Cocto #	1 ^{er} mosto	Olla llena	Tq mosto caliente	Enfriado
1	5.70	5.60	5.60	5.60
2	5.65	5.50	5.60	5.50
3	5.70	5.60	5.50	5.55
4	5.75	5.60	5.50	5.55
5	5.70	5.65	5.60	5.50
6	5.75	5.60	5.50	5.50
7	5.60	5.50	5.45	5.55
8	5.70	5.55	5.55	5.45
9	5.70	5.55	5.50	5.45
10	5.60	5.55	5.45	5.45
11	5.65	5.60	5.55	5.45
12	5.60	5.45	5.35	5.45
13	5.50	5.50	5.55	5.45
14	5.70	5.55	5.50	5.50
15	5.60	5.55	5.50	5.50
16	5.65	5.55	5.50	5.45
17	5.55	5.50	5.45	5.45
18	5.70	5.60	5.50	5.50
19	5.60	5.55	5.45	5.45
20	5.70	5.65	5.55	5.55

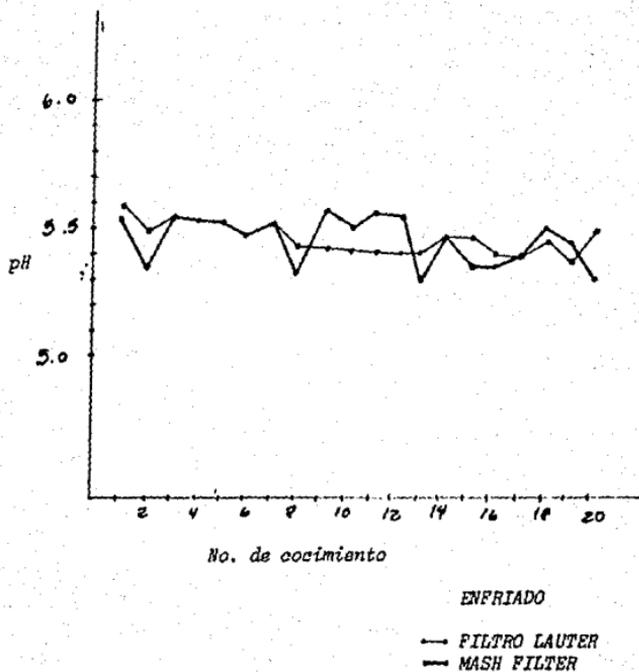
TABLA VI. 4.a

pH
MASH FILTER

Cocto #	1 ^{er} mosto	Olla llena	Tq mosto caliente	Enfriado
1	5.75.	5.65	5.55	5.55
2	5.75	5.65	5.55	5.35
3	5.65	5.55	5.55	5.55
4	5.55	5.60	5.55	5.55
5	5.65	5.55	5.55	5.55
6	5.65	5.55	5.50	5.50
7	5.70	5.60	5.60	5.55
8	5.55	5.50	5.35	5.35
9	5.75	5.60	5.60	5.60
10	5.65	5.55	5.55	5.55
11	5.70	5.60	5.60	5.60
12	5.70	5.60	5.60	5.60
13	5.60	5.35	5.35	5.35
14	5.65	5.55	5.50	5.50
15	5.60	5.50	5.50	5.50
16	5.55	5.40	5.40	5.40
17	5.65	5.40	5.45	5.45
18	5.65	5.55	5.55	5.55
19	5.60	5.50	5.50	5.50
20	5.60	5.50	5.35	5.35

TABLA VI. 4.b

GRAFICA VI. 4-A

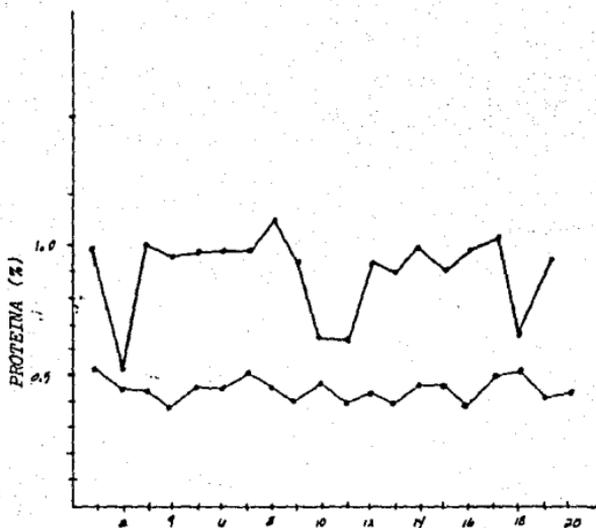


PROTEINA.

FILTRO LAUTER		MASH FILTER	
Cocto #	%	Cocto #	%
1	0.53	1	0.99
2	0.45	2	0.53
3	0.45	3	1.03
4	0.39	4	0.96
5	0.46	5	0.99
6	0.46	6	0.99
7	0.51	7	0.99
8	0.46	8	1.06
9	0.40	9	0.97
10	0.47	10	0.66
11	0.41	11	0.66
12	0.44	12	0.97
13	0.41	13	0.95
14	0.46	14	1.00
15	0.46	15	0.95
16	0.40	16	1.00
17	0.51	17	1.03
18	0.53	18	0.69
19	0.44	19	0.99
20	0.47	20	0.99

TABLA VI. 5

GRAFICA VI. 5-A



No. de cocimiento

ENFRIADO

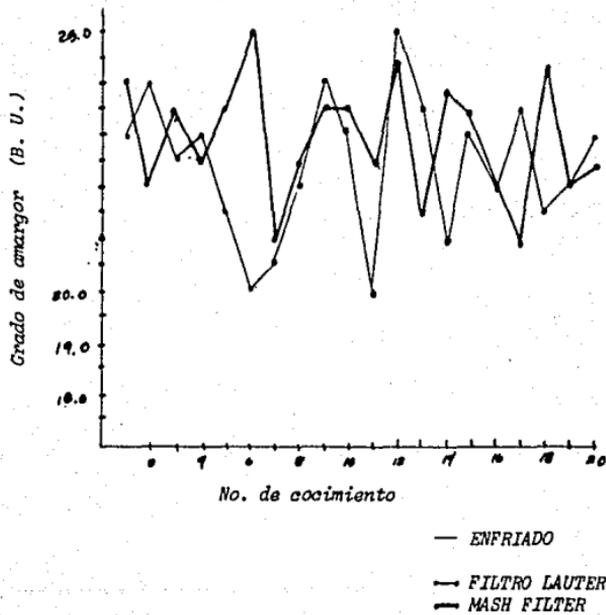
— FILTRO LAUTER
— MASH FILTER

GRADO DE AMARGOR

FILTRO LAUTER		MASH FILTER	
Cocto #	B.U.	Cocto #	B.U.
1	23.0	1	24.0
2	24.0	2	22.0
3	22.5	3	23.5
4	23.0	4	22.5
5	21.5	5	23.5
6	20.0	6	25.0
7	20.5	7	21.0
8	22.0	8	22.5
9	24.0	9	23.5
10	23.0	10	23.5
11	20.0	11	22.5
12	25.0	12	24.5
13	23.5	13	21.5
14	21.0	14	24.0
15	23.0	15	23.5
16	22.0	16	22.0
17	23.5	17	21.0
18	21.5	18	24.5
19	22.0	19	22.0
20	23.0	20	22.5

TABLA VI. 6

GRAFICA VI. 6-A



Para todos los cocimientos del Filtro Lauter se usaron 5 Kg de Lúpulo y para los de el Mash Filter se usaron 6 Kg.

Coto #	°P	P.e.	Vol (HL)	Ex. B.H. Malta	Ex. B.H. Grita	Ex. B.H. Cebada	Eficiencia
1	14.52	1.05905	392	72.3	90.9	61.5	94.09
2	14.62	1.05950	400	72.3	90.9	61.5	96.71
3	14.52	1.05905	389	72.3	90.9	61.5	93.37
4	14.45	1.05875	400	72.3	90.9	61.5	95.52
5	14.48	1.05890	398	72.3	90.0	61.5	95.25
6	14.51	1.05900	393	72.3	90.9	63.0	93.91
7	14.55	1.05920	390	72.3	92.0	61.5	93.32
8	14.74	1.06000	386	72.5	92.0	63.0	93.14
9	15.05	1.06135	382	72.5	93.0	63.0	94.23
10	14.62	1.05950	388	72.5	92.0	63.0	92.81
11	14.92	1.06075	389	72.5	92.0	63.0	95.07
12	15.09	1.06150	388	72.5	92.0	63.0	95.97
13	14.41	1.05860	393	72.5	92.0	62.3	92.58
14	14.83	1.06040	387	72.5	92.5	62.3	93.98
15	14.74	1.06000	387	72.5	92.5	62.3	93.37
16	15.05	1.06135	392	72.5	92.5	62.3	96.69
17	14.67	1.05970	389	71.9	92.5	62.3	93.57
18	14.72	1.05990	390	71.9	92.5	62.3	94.14
19	14.55	1.05920	396	71.9	92.5	62.3	94.42
20	14.61	1.05945	388	71.9	92.5	62.3	92.92

EFICIENCIA
ENFRIADO
FILTRO LAUTER

TABLA VI. 7.a

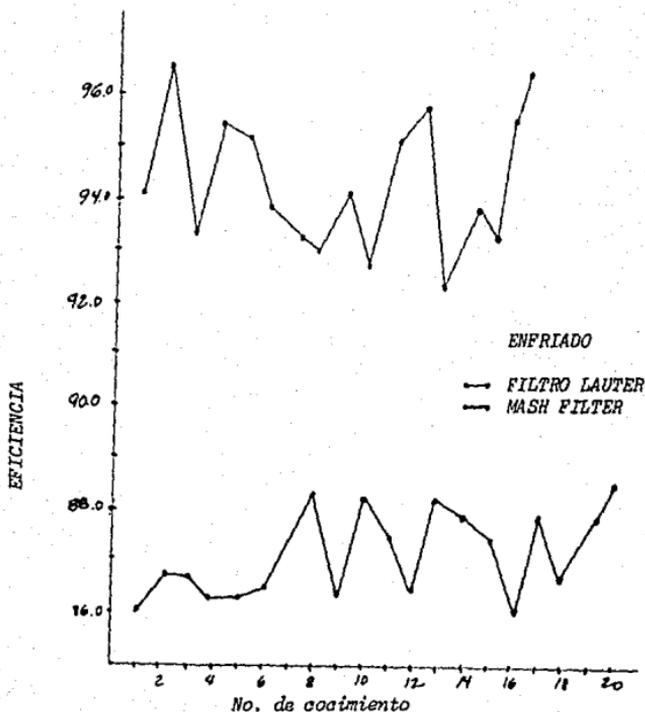
ESTA TESIS
NO DEBE
SALIR DE LA
BIBLIOTECA

Cocto #	°P	P.e.	Vol. (BL)	Ex. B.H. Malta	Ex. B.H. Grits	Ex. B.H. Cebada	Eficiencia
1	14.35	1.05835	383	74.2	93.0	62.3	86.10
2	14.30	1.05810	387	74.2	93.0	62.3	86.68
3	14.10	1.05725	384	72.2	90.7	62.3	86.63
4	14.40	1.05855	373	71.6	90.7	62.3	86.32
5	14.40	1.05855	373	71.6	90.7	62.3	86.32
6	14.38	1.05845	372	71.6	90.7	59.4	86.57
7	14.14	1.05745	386	71.6	92.4	59.4	87.48
8	14.30	1.05810	385	71.6	92.4	59.4	88.29
9	14.23	1.05780	380	72.3	92.4	59.4	86.37
10	14.26	1.05795	379	72.3	92.4	63.0	88.24
11	14.30	1.05810	372	72.3	90.9	63.0	87.55
12	14.31	1.05815	379	72.5	90.9	63.0	86.48
13	14.37	1.05840	376	72.5	92.0	-	88.23
14	14.35	1.05835	375	72.5	92.0	-	87.86
15	14.15	1.05750	379	72.5	92.0	-	87.48
16	14.38	1.05845	373	74.0	93.0	-	86.21
17	14.36	1.05835	382	74.0	93.0	-	88.16
18	14.12	1.05735	382	74.0	92.5	-	86.84
19	14.15	1.05750	380	71.9	92.5	-	87.84
20	14.10	1.05725	385	71.9	92.5	-	88.66

EFICIENCIA
ENFRIADO
MASH FILTER

TABLA VI. 7.b

GRAFICA VI. 7-A



Kg usados de malta en todos los coccimientos (Lauter) : 3100
 Kg usados de grits en todos los coccimientos (Lauter) : 3500
 Kg usados de cebada en todos los coccimientos (Lauter): 1600

Kg usados de malta en coctos 1-12 Mash Filter : 3500
 Kg usados de grits en coctos.1-12 Mash Filter : 3400
 Kg usados de cebada en coctos 1-12 Mash Filter : 1600
 Kg usados de malta en coctos 13-20 Mash Filter : 4500
 Kg usados de grits en coctos 13-20 Mash Filter : 3500
 No se usó cebada en coctos. 13-20 del Mash Filter.

CAPITULO VII.
C O N C L U S I O N E S .

La evaluación de los mostos obtenidos de los dos sistemas - arroja las siguientes conclusiones:

1) El grado plato del primer mosto del Mash Filter siempre será más alto que el del Lauter ya que éste último se prepara con una cama de agua, lo que diluye la primera extracción . (Gráfica VI. 1-A).

En la gráfica de la olla llena (VI. 1-B), se observa que la densidad del Mash Filter es más baja debido a que el lavado del bagazo se hace a presión no permitiendo un arrastre completo del mosto ocluido en las cascarillas.

Por la misma razón, el mosto para inoculación de levadura - presenta mayor grado plato en el Filtro Lauter (Gráfica VI. 1-C).

2) En las gráficas de sólidos en suspensión (VI. 2-A, VI. 2-B, VI. 2-C y VI. 2-D) se obtuvieron resultados similares entre sí: Debido a que la filtración en Filtro Prensa se hace sin recirculación y sin reposo, no hay oportunidad de formar lecho filtrante adecuado para retener partículas además que, la presión existente sobre el lecho filtrante obliga a las partículas a formar parte del efluente de mosto incrementando el porcentaje de sólidos en suspensión a través de todo el proceso de filtración, persistiendo incluso, en el enfriado.

- 3) *Color: El mosto se oxida al paso del tiempo, lo que incrementa el color, por lo que el proceso de Filtro Prensa, que es más rápido y en sistema cerrado, ayuda para que no ocurra la oxidación. (Gráf. VI. 3-A)*
- 4) *pH: No existe variación. (Gráf. VI. 4-A)*
- 5) *Proteínas: La mayor cantidad de proteínas en mosto de Mash Filter que se observa en las gráficas puede ser debido al uso de mayor presión que arrastra este material hacia el mosto. (Gráf. VI. 5-A)*
- 6) *Grado de amargor: No hubo variación (Gráf. VI. 6-A), pero por pruebas anteriores se vio la necesidad de agregar 1 kg más de lúpulo a cada cocimiento del Mash Filter para obtener el mismo nivel de amargo que el Filtro de Placas.*
- 7) *De la gráfica VI. 7-A podemos ver que el Mash Filter da una eficiencia menor debido a su sistema y diseño, del que resulta un lavado deficiente a diferencia del Filtro Lauter cuyo lavado es más efectivo.*

Por todo lo anterior se concluye:

- *El Mash Filter no trabaja con cualquier tamaño de cocimiento y el Lauter sí, pues en el primero sería necesario cambiar el número de placas y marcos.*
- *Las placas del Lauter son de alta resistencia, no requiere de empaques costosos.*
- *Debido a que la cama de bagazo del Mash Filter es más del*

gada, la filtración se logra de forma más rápida.

- *El precio del extracto de lúpulo es alto, por lo que el uso de una mayor cantidad en cocimientos para el Mash Filter lo hace menos costeable.*
- *Se logra una mayor eficiencia de extracción con lavado más lento (Filtro de Placas) a un lavado más rápido (Filtro Prensa).*

- Braverman, J.B.S., *Introducción a La Bioquímica de los alimentos*, 2a. Ed., México, El Manual Moderno, 1980.
- Broderick, H.M. y otros, *El cervecero en la práctica*, 2a. Ed., Perú, Asociación de Maestros cerveceros de las Américas, 1978.
- Badger, W.L. y Bancho, J.T., *Introducción a La Ingeniería Química*, 1a. Ed., España, Mc Graw Hill, 1964.
- Desrosier, N.W. *Elementos de Tecnología de los Alimentos*, 1a. Ed., México, C. C. S. A., 1977.
- Jørgensen, A., *Microbiología de Las Fermentaciones Industriales*, 7a. Ed., España, Acribia, 1959.
- Kneen, Eric., *Methods of Analysis of the American Society of Brewing Chemists*, 7th Ed., United States, A. S. B. C., 1976.
- Pearson, D. *Técnicas de laboratorio para análisis de Los alimentos*, 1a. Ed., España, Acribia, 1976.
- *Tables related to Determinations on Wort, Beer, Brewing sugars and Syrups*, 7th Ed., United States, A. S. B. C., 1976.

- White, Abraham y otros, Principios de Bioquímica, 1a.
Ed., México, Mc Graw Hill, 1979.