

ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS.

BALANCE DE FOSFORO Y NITROGENO EN LA ELA-
BORACION DE MOSTO DE CERVEZA.

TESIS PRESENTADA POR JORGE H. SOTIAVON ZENI
PARA SU EXAMEN PROFESIONAL DE
Q U I M I C O .

México, D. F.

1948.

505



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

BALANCE DE FOSFORO Y NITROGENO EN
LA ELABORACION DE MOSTO DE CERVEZA.

- 1.- MATERIAS PRIMAS.
 - A).- Generalidades.
 - B).- Agua.
 - C).- Malta.
 - D).- Arroz.
 - E).- Lúpulo.

- 2.- PROCESOS DE OBTENCION DEL MOSTO.
 - A).- Generalidades.

- 3.- SISTEMA DE DOBLES MASA.
 - A).- Molienda.
 - B).- Preparación del arroz.
 - C).- Braseado.
 - D).- Ebullición y lúpulo.
 - E).- Esfrigeración.

- 4.- METODOS ANALITICOS Y MUESTREO.

- 5.- RESULTADOS ANALITICOS.

- 6.- CONCLUSIONES.

- 7.- BIBLIOGRAFIA.

M A T E R I A S P R I M A S .

A.- Generalidades.

Existen un gran número de materiales que se utilizan en la elaboración de mostos de cerveza, correspondiendo la mayor parte de ellos a los materiales que se emplean para sustituir una parte de la malta, pero el mosto analizado en este trabajo, está hecho exclusivamente de los siguientes materiales: Agua, Malta, Arroz y Lúpulo, por lo que únicamente me ocuparé de ellos sin mencionar ningún otro más.

Para el objeto de este trabajo, que consiste en hacer un balance del nitrógeno proteico y del fósforo, las materias primas revisten especial interés en los dos puntos siguientes:

1.- Contenido de los elementos a balancear así como el mayor o menor grado de complejidad de las moléculas de las cuales fueron parte dichos elementos.

2.- Contenido de sustancias que ayudan o provocan la solubilización y precipitación de los elementos a balancear.

Entre estas sustancias que ayudan o provocan la solubilización tenemos sales minerales y enzimas. Asentados como principales los dos puntos anteriores, haré una exposición de cada una de las materias primas, procurando basarme en los puntos ya mencionados.

B.- Agua.

El agua tiene una marcada influencia sobre el mosto resultante. Dicha influencia se basa exclusivamente en la composición química del agua, y se efectúa principalmente por variaciones de pH producidas por reacciones de --

los elementos presentes en el agua, con los fosfatos liberados de la malta.

Además, los iones salinos por si solos tienen una influencia aunque en menor proporción.

La mayoría de las aguas naturales usadas en la elaboración de mostos, debido a su contenido salino, son agua duras. Esta dureza puede ser temporal o permanente.

La dureza temporal es causada por los bicarbonatos de calcio y magnesio, pudiendo ser eliminada por ebullición o por aereamiento.

Los bicarbonatos se disocian como sigue:



y el ion bicarbonato puede reaccionar con el agua formando ácido carbónico sin disociar.



A pesar de la presencia de ácido carbónico libre, estas aguas tienen una reacción alcalina, siendo por lo general su pH de 7.2 a 7.5.

La mezcla de iones bicarbonato y bioxido de carbono, tienen una marcada acción buffer y solamente por eliminación de cualquiera de ellos, se obtiene un apreciable cambio de pH.

La dureza permanente, es causada por otras sales de calcio y magnesio, siendo la principal de ellas el sulfato de calcio (yeso) que en algunos tipos de aguas se encuentra en grandes proporciones.

Este tipo de agua, influencia las variaciones de pH por caminos indirectos, es decir, por la reacción de iones Calcio y Magnesio con los fosfatos de la masa.

Teniendo en cuenta que los fosfatos existentes en la masa pueden ser: --

$H_2 PO_4$: HPO_4 : PO_4 : deberá haber un equilibrio entre ellos que se expresará así: H_2PO_4 I HPO_4 II PO_4 dependiendo las proporciones de cada uno, del pH de la masa.

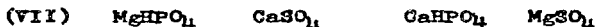
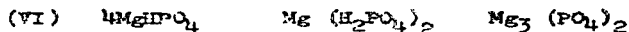
Así tendremos, que en aguas que contengan bicarbonatos, habrá un descenso de acidez con un aumento de pH, ocasionando ya sea por aumento de fosfato monocálcico o por precipitación de fosfato tricálcico.



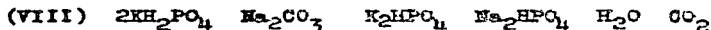
En aguas que contienen yeso, se producirá un aumento de acidez con disminución de pH.



Las reacciones con el magnesio son parecidas a las del calcio sólo que en menor intensidad debido a la mayor solubilidad de los fosfatos de magnesio. Las reacciones se pueden expresar de la siguiente forma.



Los carbonatos de sodio también pueden reaccionar y tenemos:



Además, si se utilizan las mismas materias primas, y se varía únicamente la composición de las aguas, se tiene que con aguas de yeso, el color del mosto es menor que con aguas carbonatadas la floculación es mayor con aguas yesosas que con aguas carbonatadas; el contenido final del nitrógeno es mayor que con agua carbonatada. Igual influencia sufre la alcalinizada.

Ahora bien, un aumento de CaO en el agua, disminuye el contenido final en F_2O_5 así como el de ceniza en los mostos.

mg CaO por litro.	mg P ₂ O ₅ por litro.	mg ceniza por litro.
0.0000	0.1015	0.208
0.0057	0.0058	0.189
0.0281	0.058	0.159

El agua usada en este trabajo corresponde al siguiente analisis :

pH (Método colorimétrico series tipo) 7.9

pH (Método potenciométrico) 8.2

dureza temporal	26.5 ppm	CaCO ₃
dureza permanente	22.1 ppm	CaCO ₃
fosfatos	0.05 ppm	P ₂ O ₅
Nitrógeno	60.00	
Sulfatos	4.5 ppm	SO ₃
Carbonatos	42.43 ppm	CaCO ₃
Bicarbonatos	103.085 ppm	Ca (HCO ₃) ₂

Como se ve por el analisis, el agua está exenta de nitrógeno por lo tanto las únicas variantes provocadas por el agua, serán las debidas a los efectos de las variaciones de pH producidas por las sales que contiene el agua.

Por lo que concierne al fósforo, y tratándose de un agua de turbidez, se considera que todo el fósforo que contiene está en forma soluble, y por consiguiente la cantidad final de fósforo estará en razón directa a la cantidad de agua usada. Además, como se trata de un agua rica en carbonatos y bicarbonatos, habrá una tendencia a la elevación del pH por ser segura la verificación de las reacciones III y IV señaladas anteriormente. Por consiguiente, al efectuarse la reacción IV, habrá pérdida de fósforo durante la-

ebullición del mosto.

C.- Malta.

La malta es la materia prima principal en la elaboración del mosto de --
cerveza, pues es la que suministra la mayoría de los elementos presentes en
el mosto, además de que contiene todos los enzimas que intervienen en las -
reacciones que se efectúan durante el braseado.

La importancia de ésta, queda claramente expuesta en la siguiente senten
cia debida a C. J. Lintner: "La malta es el alma de la cerveza, la malta es
la cerveza en sí misma".

Debe entenderse por malta, el producto de la germinación de un cereal de
bidamente controlada y suspendida en el momento apropiado por medio del se-
cado o la tostación.

Como se ve por la definición anterior, cualquier cereal es apto para pro-
ducir malta, pero sin embargo, por sus cualidades, la malta de cebada es la
que ocupa exclusivamente la industria cervecera.

Las ventajas de la malta de cebada sobre la de otros cereales son princi
palmente:

1.- El endospermo está cubierto por la cascarilla, protegiendo la acros-
pira durante el crecimiento de la cebada, sirviendo como material filtrante
en los batidores de malta, mientras que las maltas de trigo y centeno, no -
tienen cascarilla.

2.- La malta de cebada tiene una menor proporción de proteínas indesea-
bles (del tipo albúmina) que las maltas de trigo, avena y centeno.

3.- Las maltas de maiz, tienen la desventaja de su gran por ciento de --
aceites, además de que su almidón queda en una forma mas vítrea.

La malta está formada principalmente de :

1.- Carbohidratos.

a).- Almidón 60 a 70 %

b).- Celulosa 3 a 8 %

c).- Azúcares que mas o menos guarden la siguiente proporción:

Sacarosa 2.8 a 6 %

Maltosa 1.3 a 5 %

Dextrosa 1.5 a 3.5 %

Levulosa 0.7 a 1.5 %

d).- Substancias gomosas.

2.- Substancias nitrogenadas 8 a 14 %

Aproximadamente la mitad pasa a solución en el proceso.

Los albuminoides solubles son principalmente : albúminas, albumosas, peptonas y amidas.

Las amidas incluyen: Hipoxantina, gusnina y vernina, mientras que la presencia de Xantina es problemática y la aspargina sólo se encuentra en el germen.

La betaina y la colina han sido encontradas en el germen de maltas de cebada y trigo.

Aparte de los anteriores se han encontrado pequeñas cantidades de otros-cuerpos nitrogenados, como sales de amonio y amino ácidos entre los cuales-tenemos la luccina y tyrosina.

3.- Grasas 2%

4.- Acidos orgánicos fijos y volátiles

5.- Substancias minerales, que expresadas en cantidad de cenizas varian-

ENZIMOS
DE LA
MALTA.

Carbohidrasas.	Diasatasa (Enzimos amy- lolíticos.)	Amylofosfatasa.	Desfosforilisación.
		Amylasas.	Licuefacción. Alfa amilasa-dextrinización. Beta amilasa-sacarificación.
		Maltasa.-----	Formación dextrosa.
	Citasa.	Celulosa. Liquenasa. Manasa. Xilanasa. Pectinasa. Celobiasa.	
Proteasas. (Enzimos proteolíticos.)		Proteinasa.-----	Formación polipeptidos.
	Peptidasas.	Peptasa.-----	Peptonización.
		Triptasa.-----	Producción amino ácidos.
Lipasas.	Enzimos Lipolíticos.---		Formación de ácidos grasos libres y glicerol.
Fosfatasas.	Liberador de ácido fosfórico.		Cambios de complejos fosfóricos orgánicos a - fosfatos inorgánicos.
Desmolosas.	Enzimos relacionados con respiración y fermentación.		Transformación de energías oxidante-reductora.
		Catalasa.	

de 2 a 3 %, quedando repartidas en la forma siguiente:

K_2O	1/5	SiO_2	1/4
P_2O_5	1/3	MgO	1/10

además de pequeñas porciones de Ca, Na, Fe, y iones Cl y SO_4

6.- Humedad.- Varía de 48 % en maltas verdes a 1 % en maltas tostadas.

7.- Enzimas.- Los principales de ellos están representados en la lámina # 1.

8.- En las maltas tostadas se encuentra el caramelo formado probablemente a partir de la levulosa.

A continuación, inserto una tabla tomada de la tesis intitulada " Proyecto de Instalación de una Fábrica de Malta " presentada por el Ingeniero Químico Felipe Suberbia Mendiola, en la cual se muestran las maltas más usadas en México.

MALTA.	PODER DIASTASICO.		% PROTEINAS.	
	BH	Bs	BH	Bs
Atlas.	31.30	34.90	8.06	8.39
# 8	34.75	39.52	12.04	12.49
# 9	25.14	26.12	9.45	9.83
Pais riego.	20.01	23.43	9.34	10.18
Canada.	78.51	75.34	11.98	12.48
# 6	70.61	77.75	12.93	12.43
Canada Pais.	100.27	105.31	11.94	12.31
Comun americana.	82.50	85.94	11.41	12.23
Pais.	41.56	39.56	9.85	10.40

Como se ve, el contenido de nitrógeno en casi todas es muy elevado, sobre todo en las usadas en este trabajo, y que son: Malta, país riego, malta Canadá País, Malta común americana.

El contenido de fósforo expresado en P₂O₅ de éstas 3 maltas así como el % de cenizas es:

Tipo Malta.	% P ₂ O ₅	5 cenizas.
Malta país riego.	0.6302	2.080
Malta canada país.	0.6676	2.209
Malta común americana.	0.6521	2.100

D.- Arroz.

El costo del malteado, así como la pérdida que sufre este grano durante la operación, fueron el móvil principal que originó el empleo de los adjuntos de la malta.

Actualmente, se persiguen otras ventajas con el empleo de los materiales adjuntos, especialmente cuando la malta que se emplea es de un alto poder diastásico y contenido proteico.

Estas ventajas son las de elaborar cervezas de tipos mas estables a la precipitación proteica, debida a cambios bruscos de temperatura, a largos almacenajes o a los transportes prolongados.

En este punto, en el cual se basa actualmente el empleo del arroz, puesto que en México es mas caro éste que algunas maltas. Así pues, con el empleo de arroz, no se consigue abaratar el producto, pero en cambio se consigue diluir en gran escala el % final de productos nitrogenados, aumentando por otra parte el contenido de carbohidratos, tanto fermentosibles como no

fermentescibles.

Aunque el % de proteínas que contiene el arroz no es muy bajo, (7.2%), -- se puede considerar casi nula la parte que pasa en forma soluble, puesto -- que no ha sufrido una demolición previa como en el caso de la malta, ya que la única preparación que sufre el arroz antes de juntarlo con la malta, es una ebullición mas o menos prolongada con el objeto de gelatinizar sus almidones. Además, al macerar el arroz con la malta, ya ésta última pasó el llamado "reposo proteico", que es la etapa del proceso donde actúan los enzimos proteolíticos, y que se efectúa a una temperatura relativamente baja, -- pues dichos enzimos tienen temperaturas optimistas y bajas como se ve en el siguiente esquema:

Enzimo.	Temp. Optima.
Proteinasa.	54.4 a 60 C
Peptidasa.	35.0 a 40 C

Así pues, como el arroz viene hirviendo, al mezclarlo con la malta que está a una temperatura de 45 - 50 C, se produce un aumento que destruye a dichos enzimos, por lo que las proteínas del arroz quedarán poco modificadas y por lo tanto insolubles.

Por este motivo, el objeto del empleo del arroz como material adjunto, -- es el de obtener cervezas mas estables que las que se obtienen a partir de malta pura, objeto que se logra por la dilución de las proteínas y aumento de carbohidratos.

Un arroz para poder ser empleado en cervecería debe tener las siguientes cualidades:

Tener un color blanco, sabor y olor puros, no debe estar rancio ni presentar mohos, y su contenido en aceite debe ser bajo.

Cuando se emplea arroz molido, se frecuente encontrarlo adulterado con maiz, lo que acarrea un aumento en el contenido de aceites, pero esta adulteración es fácil de percibir. La humedad no debe ser muy alta, pues esto acarrea una disminución de extracto.

El siguiente análisis de un arroz, nos da una idea de los empleados en -
cervecerías:

Color	Blanco.
Grano	Quebrado.
Proteínas	7.24 %
Humedad	11.32 %
Aceites	0.64 %
Extracto BS	92.99 %
Extracto BH	81.19 %
Cenizas	0.83 %
% P ₂ O ₅ en cenizas	12.50 %

E.- Lúpulo.

Originalmente el empleo del lúpulo, en la elaboración de la cerveza, se debía probablemente a la necesidad de compensar la sabor dulzón insípido de la cerveza sin lupular con el amargo del lúpulo.

Mas tarde, se le han encontrado otras ventajas aún mayores. Así la presencia de resinas amargas en la cerveza le ayuda notablemente a su estabilidad coloidal y su capacidad retentiva para la espuma, además de que su gus-

to es influenciado favorablemente.

El lúpulo contiene: aceites, resinas, tanino, ceras, sustancias nitrogenadas, carbohidratos y sustancias minerales.

Además, se ha encontrado la presencia de un enzimo (diastasa) que es de gran importancia en la fabricación de ales.

El siguiente análisis nos da una idea aproximada de su composición:

Humedad	10	%
Extracto de eter (resinas)	18.3	%
Aceites esenciales	0.4	%
Tanino	3.1	%
Proteínas	18.0	%
Celulosa y lignina	13.7	%
Extracto no nitrogenado	28.3	%
Cenizas	7.7	%
% P_2O_5 en cenizas	9.9	%

El contenido total de nitrógeno en el lúpulo varía de 2 a 4 por ciento, -- siendo soluble 0.75 a 1.6 %, o sea calculado en proteínas 12 a 24 % de proteínas totales, de las cuales son solubles 4.6 a 10 %. Tomando en cuenta -- que la cantidad de lúpulo es relativamente pequeña en comparación con la -- malta, su contenido de nitrógeno soluble no tiene una influencia marcada en la cantidad final de nitrógeno, pero sí se pueda decir que el lúpulo influye de manera indirecta en la cantidad de nitrógeno que contenga un mosto, -- puesto que ayuda a la floculación de las proteínas, además de que el tanino se combina con algunas proteínas formando sustancias llamadas " proteínas--taninos " y que se eliminan generalmente en el enfriamiento.

Por lo que respecta al fósforo, las cantidades de este, antes y después de la ebullición, suelen ser casi iguales, debido a que la parte de fósforo tricálcico insoluble, es repuesta por los fosfatos solubles que contiene el lúpulo. Esto es mas frecuente cuando se trabaja con aguas pobres en calcio.

PROCESO DE OBTENCION DEL MOSTO.

Generalidades.

Los procesos de obtención del mosto, están sujetos a amplias variaciones en detalle de acuerdo con la naturaleza del grano y el tipo de cerveza a obtener, pero en general se pueden reducir a 3: Infusión, Decocción y Doble masa.

El primero consiste en la extracción de los constituyentes de malta por infusión solamente, mientras que el segundo método, una o varias partes de la masa principal se hierren separadamente. El tercero, apropiado para usarse con granos sin maltar, comprende la gelatinización junto al resto de la malta.

El máximo de extracto se puede obtener con cualquiera de los 3 métodos anteriores o sus modificaciones, siempre que los materiales usados en ellos sean los apropiados al sistema y éste llevado a cabo en una planta bien montada. Los modernos adelantos en cervecería hacen posibles mejores mezclas de los granos y licor, mejor control de la temperatura, y un aumento en eficiencia de la separación de grano y licor.

El método de infusión se usa con maltas completamente modificadas y desmenzables para la obtención de ales.

El decocción se adapta mejor con maltas menos modificadas y se emplea para producir cervezas de tipo lager.

En este último, la temperatura de partida es mas baja que en la de infusión, por lo cual, los enzimas proteoliticos actúan separada de 2 o más partes de la masa principal. El almidón es gelatinizado así cuando hierve, y -

desdoblado al regresar a la masa principal, en la cual los enzimos permanecen activos.

El almidón de los granos sin maltear pueden prepararse por varios caminos para la conversión, algunas en el curso del proceso y otros fuera de él.

Algunos materiales dextrinificados y ciertos granos preparados están listos para usarse mezclados con la malta, usándose en diferentes pasos del proceso, ya sea éste de infusión o de decocción. El arroz y el maíz deberán hervirse antes de agregarlos para que sus almidones puedan ser atacados por los enzimos de la malta. Esta operación forma parte integral del proceso cuando dichos materiales se usan.

Puesto que parte de la malta se agrega a dichos granos para facilitar la gelatificación, y la mezcla hievente se agrega a la masa principal, naturalmente se registrará un aumento de temperatura que ayudará a la conversión, el proceso quedará dentro del de decocción, pero por conveniencia, el método de doble masa se toma como un proceso diferente, cuyo máximo desarrollo se ha alcanzado en América, y que permite el uso de Malta de Alto poder diastásico y contenido en nitrógeno, con mezclas de otros granos.

Generalmente la mayor parte de la degradación proteica se efectúa durante el malteo sobre todo cuando la malta obtenida es bastante modificada.

Comparativamente solo una pequeña degradación se necesitará durante el braceado, para el mosto contenga el % necesario de proteínas por lo que las temperaturas relativamente altas usadas en el método de infusión (65 a 70C) sean apropiadas.

Mayor seguridad deberá haber en la degradación proteica de maltas Lagermenos modificadas, y como el óptimo de temperatura de los enzimos proteolíticos.

ticos fluctúa entre los 35 a 55 C. La baja temperatura de la cual se parte en los sistemas de decocción con el fin de poder agregar porciones de masa hirviente sin revasar los límites de la temperatura de sacrificación, hace a estos métodos mas apropiados para maltas de este tipo.

Las maltas ordinarias de América, y las del tipo Manchuria, poseen altos % de N. y elevado poder diastásico lo que los hace especiales para usarse con granos que contengan mucho almidón y su N. sea casi nulo.

La composición de los mostos varía según el método usado. Este se debe a una acción continua de los enzimas en el método de infusión y no en deliberado intento de detenerla por altas temperaturas antes de la conversión.

Como resultado el mosto contiene una mayor proporción de Maltosa que si se usara el método de decocción, en el cual existen en cambio mostos de alto contenido en dextrinas y productos nitrogenados. Mayor reace hay en el sabor de las cervezas tipo lager que en los Ales, cuyo aroma está dado por elevados porcentos de lúpulo.

El mosto obtenido por infusión tiene un índice de Atenuación más elevada, y el alto por ciento de alcohol en los Ales se adiciona a su sabor mas pleno. Estas propiedades distinguen a los Ales de las cervezas tipo lager, pero es posible variar la fermentabilidad y composición de los mostos por ajustes de temperatura, tiempo, etc.

La posibilidad de variar la fermentabilidad y composición de los mostos por ajustes entre las proporciones de granos sin malteo y malta, así como temperatura inicial y final es de suma importancia en el Método de doble masa.

Expuestas estas ideas generales respecto a los diferentes métodos de ob-

tención de mostos y dado que los mostos analizados fueron obtenidos por el sistema de doble masa, me concretaré a explicar éste con mas detalle.

SISTEMA DE DOBLE MASA PARA LA OBTENCION DE MOSTOS DE CERVEZA..

Este sistema comprende los siguientes puntos:

- 1o.- Molienda de la Malta y sus substitutos.
- 2o.- Preparación de los substitutos de la Malta.
- 3o.- Braccado de la Malta y filtración.
- 4o.- Hervido del Mosto con lúpulo.
- 5o.- Enfriado del Mosto.

MOLIENDA DE LA MALTA Y ARROZ.

Como ya lo dije, la malta está envuelta por la cascarilla, lo que impide cuando el grano está entero, que el endospermo se ponga en contacto con los líquidos empleados en el braccado.

Por lo tanto, la molienda tiene por objeto llevar a la malta a un estado tal, que los enzimas puedan actuar fácilmente sobre los almidones, proteí--nas y demás constituyentes de la malta durante el braccado. El extracto obtenido depende en gran parte de este tratamiento.

Como es lógico suponer, una molienda que redujera la malta a un polvo fino, daría un máximo de extracto pero ésta en la práctica acarrea graves per--juicios. Esto es debido, a la necesidad de emplear la cascarilla de la malta como material filtrante del mosto, pues el empleo de filtros, además del costo de los aparatos necesarios, haría filtraciones lentas y ocasionaría --pérdidas por transporte de la masa del batidor a los filtros, etc. en suma, estos filtros no se usan, y lo que se hace, es emplear batidores con un doble fondo perforado sobre el cual se depositan la cascarilla y el grano sin convertir que son los que efectúan la filtración.

En el caso de que la molienda se llevara hasta obtener un polvo fino, -- esta filtración sería casi imposible, y en caso de realizarse, daría como resultado una lentitud muy grande, además de que se obtendrían mostos muy turbios debido a que pasarían gran cantidad de material sin convertir.

Por esto es necesario encontrar experimentalmente un grado de molienda -- que proporcione:

- 1o.- Máximo de extracto.
- 2o.- Mínimo tiempo de filtración.
- 3o.- Mostos lo menos turbios posibles.

En términos generales la molienda casi ideal es la que rompe únicamente el interior del grano dando el mínimo de polvo harinoso al mismo tiempo que deja las cascarillas intactas.

Esto en la práctica es muy difícil de lograr, pues generalmente pasa algo de grano sin ninguna modificación, lo que acarrea pérdidas en el extracto. Pero manipulado con cuidado y con molinos adecuados, se logra bastante este objeto.

Los molinos usados, debido a las explicaciones anteriores no deberán moler hasta harina fina, por lo que propiamente no son molinos en regla, sino juego de rodillos giratorios, donde la malta sufre más que una molienda una trituración.

Dichos molinos están acoplados con romanas automáticas, que en cada pesada vierten una determinada cantidad de grano, con lo que se logra controlar el peso requerido. Además tienen una saranda que libra a los granos del polvo que suelen traer. Así pues la malta almacenada en los silos de la fábrica, es transportada por conductores y elevadores hasta el cuarto de molino.

situados generalmente en la parte superior de la fábrica.

Dicho juego de elevadores y transportadores deposita la malta en una tolva, de ésta después de pasar el grano por la caranda y la romana automática, cae el molino, pasando ya molido por otro juego de transportadores a otros silos de menor tamaño, y situados generalmente, uno sobre el cocedor del arroz donde se deposita la malta que se usará para ayudar a la gelatinización, y otro sobre el batidor de malta y en los casos que se emplea el mezclador, el silo está situado sobre éste. En este último silo se deposita el resto de la malta.

La molienda del arroz presenta semejanza a la de la malta solamente que como el arroz va a servir de material filtrante por carecer de cascavilla y como su empleo es con el objeto de aumentar el extracto, la molienda se llega a un grado mucho mayor que la malta, para que la gelatinización se verifique más fácilmente.

Los molinos usados son parecidos a los de malta, y se dan casos en que un solo molino se emplea para ambos granos. El sistema de transporte es idéntico, contando con un silo final pagado al silo de malta que se encuentra sobre el cocedor de arroz.

PREPARACION DEL ARROZ.

Como ya dije al tratar las materias primas, existen un gran número de adjuntos de la malta cuyo objeto es abaratar el producto final y aumentar el extracto o diluir las proteínas. Desde el punto de vista de la preparación previa que sufren estos productos fuera de la carrocera, los podemos dividir:

1o.- Productos sin preparación.

20.- Productos preparados.

Entre los dos primeros tenemos a casi todos los cereales, sobresaliendo entre éstos, el arroz por las ventajas que ofrece sobre los demás y que son: Bajo porcentaje de proteínas, bajo porcentaje de aceites, alto rendimiento en extracto.

Entre los segundos, tenemos gran cantidad de materiales harinosos preparados por caminos diferentes al malteo. Algunos necesitan una previa gelatinización, otros no requieren ni aún esto.

Entre éstos, los que mas se destacan son los preparados de maíz, que ofrecen la ventaja de su bajo precio y así tenemos que se usan desde almidones, productos parcialmente dextrinificados como "Grita" y "Flakes", - hasta los azúcares y mieles.

Pero refiriéndome al caso concreto donde el material adjunto empleado -- es el grano de arroz, que como ya se dijo no ha sufrido ningún tratamiento previo, excepto privarlo de la cascarilla (pues nunca se usa el arroz en palay sino arroz pulido) por consiguiente, hay necesidad de tratarlo dentro de la cervecería por métodos que hagan que sus almidones pueden ser atacados por los enzimas.

El método empleado, es someterlo a una ebullición controlada y adicionado de 1/3 de su peso en malta, pues si bien la gelatinización se efectúa solamente por ebullición, al adicionar la malta se hace ésta más rápida, posiblemente debido a los enzimas amylolíticos especialmente la Amylofosfatasa, a la cual se le atribuyen las acciones de desfosforilización y licuefacción.

Esta operación de gelatinización se efectúa en recipientes llamados cocedores de arroz. Actualmente hay dos tipos principales que son : Cocedor de-

arroz simple y cocedor de arroz a presión.

Este último se va extendiendo rápidamente debido a que permite mayor elevación de temperatura y por lo tanto una mejor gelatinización.

El cocedor de arroz simple consta de un recipiente de forma cilíndrica, dotado de serpentines donde circula vapor, con lo que se consigue el calentamiento de la masa.

El cocedor de arroz a presión, es un recipiente cilíndrico de acero, provisto de agitación mecánica y dotado de serpentines de vapor, tienen además dos compuertas que se cierran herméticamente y que sirven para la introducción de la malta y del arroz, además en los dos tipos de cocedoras se encuentran válvulas para agua fría y caliente, estando dotados de sus respectivos aparatos de control de temperaturas.

Operación de un cocedor a presión.

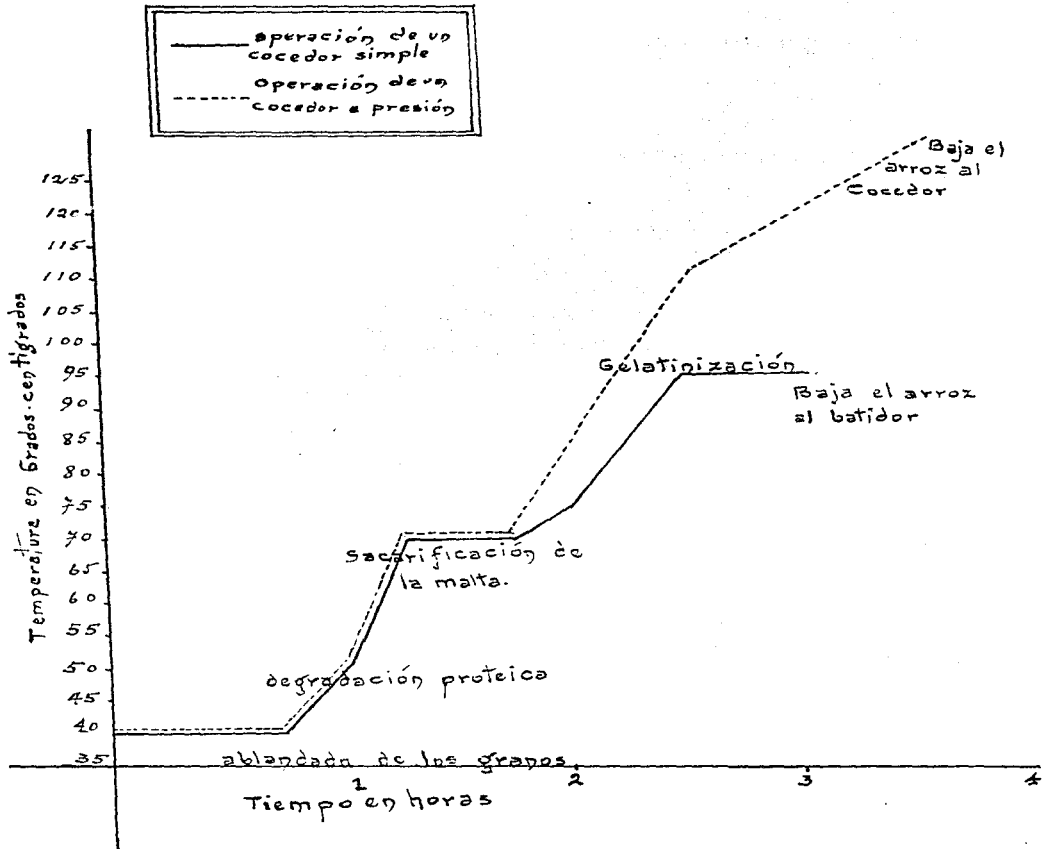
Primeramente se pone agua de unos 42o C en el cocedor, con el objeto de que al bajar la malta y el arroz la temperatura sea de 40o C más o menos.

La primera que cae es la malta, poniendo a funcionar el batidor mecánico con el objeto de que se tenga una mezcla rápida, ens seguida se agrega el arroz, se sigue mezclando durante determinado tiempo a la temperatura de 40o C.

Durante este periodo se consigue que las partes solubles de la malta entren en solución, así que se consigue un reblandecimiento de los granos de almidón.

Como la temperatura está dentro de los límites de los enzimas proteolíticos puesto que las temperaturas óptimas de éstos son :
 Proteinasas 54 a 60 gra.- Formación de polipeptidos.

LAMINA No 1.



Peptasa

Peptonización

Peptidasa

35 a 40o C

Triptasa

Producción de amino-ácidos

Habrá durante este periodo una acción de éstos, por lo tanto habrá una degradación proteica, sobre todo en las proteínas de la malta, la acción más intensa la ejercerá la peptidasa, puesto que permanecerá mayor tiempo a una temperatura más favorable.

Al terminar este periodo viene una elevación brusca de temperatura, hasta alcanzar una temperatura de 65 a 70o C .

Durante este periodo, posiblemente haya una acción enzimática pues se pasa por temperaturas óptimas de ciertos enzimos como las amylfosfatasa. -- Esta acción aunque en baja escala por el corto periodo de duración es de no tardar por la diferencia que hay al gelatinizar un arroz solo y otro con malta. Al llegar a los 65o C se alcanza la temperatura óptima de la amylasa, - que es la que ayuda a la dextrinificación de los almidones.

A este punto erróneamente se le llama de sacrificación, pues la B-amylasa que es la que en realidad efectúa la sacarificación se destruye a esta temperatura, siendo su punto óptimo los 55o C.

Ahora bien, los cambios enzimáticos que ocurren durante el cocimiento -- del arroz son de escasa importancia, siendo el principal el atribuido a la amylfosfatasa e aún cuando éste es muy incierto y poco conocido.

A la temperatura de 70o C la masa ya presenta un aspecto gelatinoso y -- muy espeso, debido a la hinchazón que sufren los granos de almidón.

En esta temperatura se mantiene la masa durante un determinado tiempo, - para aumentar después la temperatura lo más rápidamente posible hasta a lle

gar a unos 130o C.

Durante este periodo de aumento de temperatura, la masa pierde viscosidad gradualmente debido a la licuefacción de los almidones. Al llegar a la temperatura máxima, la masa se mantiene durante cierto tiempo y luego se baja al mezclador, donde se mezcla la malta y el arroz gelatinizado, siendo más común que la masa gelatinizada baje directamente al batidor de malta -- donde se efectúan tanto la mezcla, como todas las reacciones enzimáticas -- importantes.

BRACEADO DE LA MALTA Y FILTRACION DEL MOSTO.

El braceado de la malta es el paso principal en la elaboración del mosto de cerveza, pues es aquí donde se efectúan los cambios más notables. En -- efecto, el braceado tiene por objeto la solubilización de los componentes -- de la malta y el arroz por medio de cambios en la temperatura y con tiempos apropiados para que los enzimas actúen.

Esquemáticamente el proceso está representado en la lámina Núm. 2.

En la lámina Núm. 2 se muestra la elevación de temperatura y el tiempo -- de duración, así mismo el punto donde los diferentes enzimas tienen su -- acción máxima.

Para mayor comprensión incluyo un diagrama en que se muestra el proceso -- en conjunto, desde el cocimiento del arroz hasta la filtración del mosto.

Antes de entrar en las explicaciones del braceado, haré una lista de enzimas con sus temperaturas y pH óptimos.

ENZIMO	pH óptimo.	To Óptimo Co.
Glicerofosfatas.	5.2	36.1
Peptidasa.	7.8	35.40
Maltasa	45.5	35.40 (se destruye a - 50o C)
Sacarafosfatosas.	60	41.1
Cytasa.	5	40.45 (se destruye a - 60o C)
Nucleofosfatasa.	5.6	48.9
Invertasa.	4.5	55 (se destruye a - pH 33 a 0o C).
Amilasa.	5.7	65
Amilasa.	4.7	55 (se destruye a - pH 6-7 a 70o C).

Como se ve, ésta lista está lejos de ser completa, pero incluye los enzimos que actúan sobre los dos elementos (N y P) objeto de esta tesis.

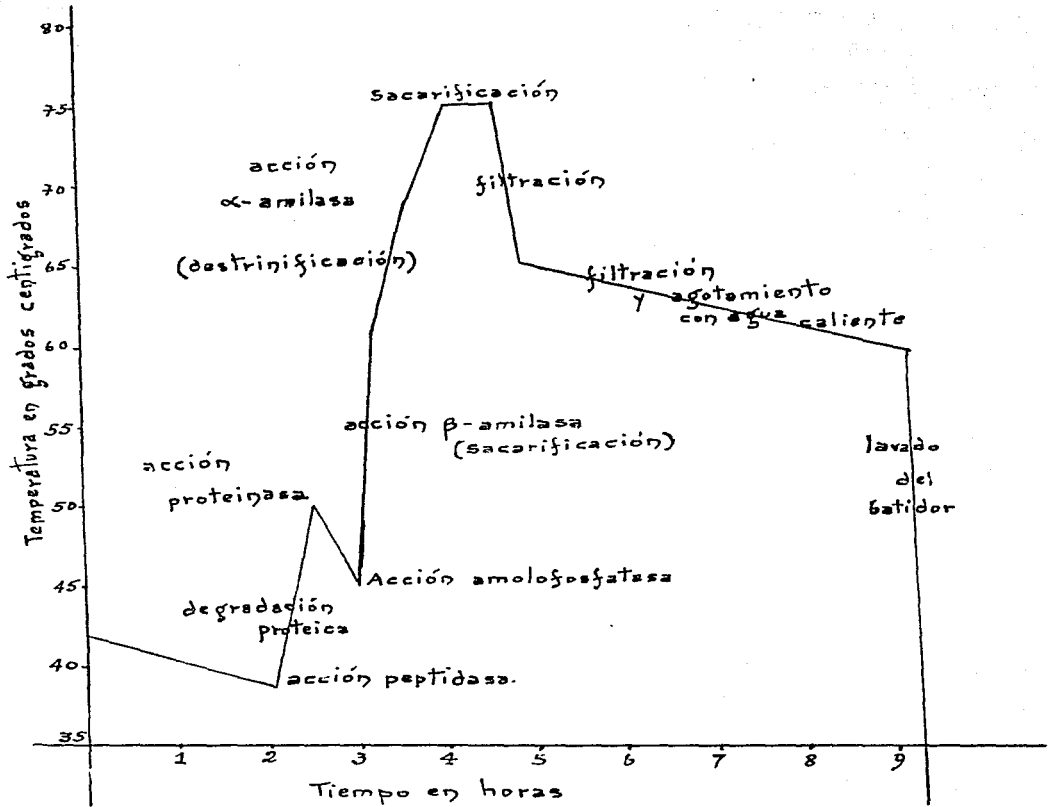
Ahora bien, observando la lámina Núm. 2, se observa que la temperatura inicial del agua en el batidor de malta es de unos 42oC, y cuando se agrega la malta, sufre un descenso, llegando a tenerse a las 2 horas de efectuada la mezcla, una temperatura de 38o C.

Teóricamente durante todo este período, la temperatura debería permanecer constante, pero en la práctica, ésta ligera variación no tiene mayor importancia.

Al hablar de materias primas, en el análisis de agua, se vó que ésta tiene un pH inicial de 8.2 y además es rica en carbonatos y bicarbonatos.

Pues bien, el mosto después de filtrado, tiene un pH de 5.5. Tomando en consideración las temperaturas óptimas de los enzimos que actúan sobre el fósforo y nitrógeno Proteico, se ve que éstas son de los 36 a 48o C, razón-

LAMINA No. 2.



por la cual se usa esta baja temperatura para empezar el proceso, pues se trata de maltas de alto contenido proteico, además de no ser muy modificadas. Así pues, a esta temperatura, empiezan las acciones enzimáticas, que consisten en la liberación de fosfatos orgánicos, pasando a solución como fosfatos inorgánicos, combinándose con las sales de calcio de las cuales es rica el agua, y formando un sistema Buffer que es el principal, por lo cual se explica que el pH del mosto sea de 4.5.

También a esta temperatura empieza la degradación proteica, teniendo mayor acción las peptidasas (Peptasa y Triptasa) que dan lugar a la formación de peptidos y amino-ácidos, compuestos de H que pasan a solución y muy difícilmente con precipitados durante la ebullición.

La protinasa no tiene una acción muy marcada, pero como se nota en la lámina Núm. 2, sigue en aumento de temperatura hasta llegar a los 50o C, y entonces éste actuará mejor, así como la fitasa que convierte la fitina a inositol y ácido fosfórico, y además en este periodo obran la Cytasa y Maltasa.

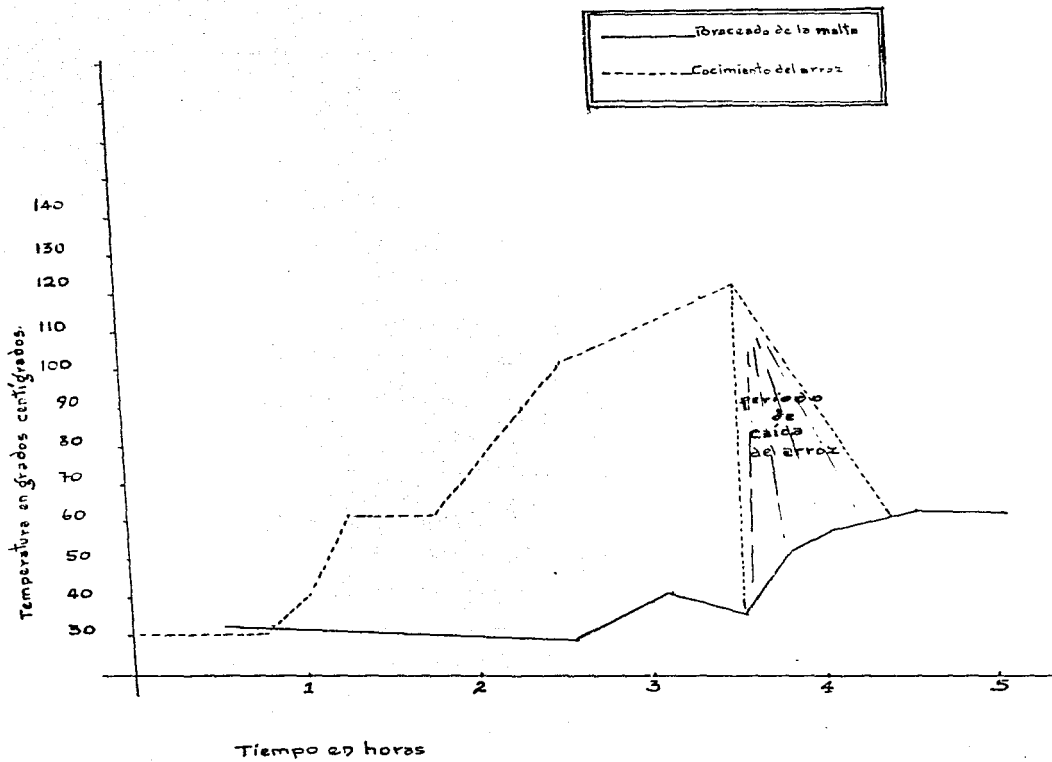
Así pues, en el periodo de los 40o C a los 50o C que duran unas 3 a 3½ horas, tiene lugar los principales cambios tanto en lo que se refiere al fósforo como al N Proteico.

Como se vé en la lámina Núm. 3, el arroz empieza a caer después de que la malta ha permanecido a ½ hora a 50o C, y lo único que resta son las transformaciones del almidón.

Al caer el arroz a una temperatura de 130o C y mezclarse con la malta, se produciría un aumento de temperatura, de tal manera que al acabar la mezcla, en el batidor se habrá alcanzado la temperatura de sacrificación.

En esta elevación de temperatura, se pasa por las temperaturas óptimas -

LAMINA No. 3.



de las amylasas. La B amylasa con temperatura óptima de 55o C que es la que propiamente produce la sacrificaci3n de los almidones y la amylasa a los 55o C que únicamente produce destruficaci3n.

Al llegar a la temperatura deseada como final, ayudándose con inyecci3n de agua caliente si no es suficiente el aumento producido por la caida del arroz, se mantiene la masa una $\frac{1}{2}$ hora y luego se produce a la filtraci3n.

Como queda visto, variando las temperaturas o los tiempos, se lograr3 obtener mostos de diferente composici3n por lo que el método es muy flexible y se adaptará a la clase de grano usado y a la calidad de cerveza requerida.

Como ya habia mencionado, el batider de malta está provisto de doble fondo, además de contar con agitador mecánico, para facilitar las reacciones.

Así pues, al llegar a la temperatura final, se suspende la agitaci3n, con lo que la cascarrilla y los granos sin convertir, se asientan sobre el fondo perforado formando una cama de grano que hace las veces de filtro.

Al terminar el reposo, se procede a abrir las llaves de mosto, y una vez que éste ya no pasa turbio, se manda a las ollas de cobre, para proceder a hervirlo. Como este mosto es muy concentrado, y la filtraci3n se efectúa únicamente por gravedad, los granos retienen mucho material convertido, por lo que se procede al agotamiento de éstos por medio de un rociado continuo de agua caliente; de esta manera se sigue hasta el agotamiento, después del cual se cierran las llaves de mosto y se procede entonces a la limpieza de los batidores.

EBULLICION Y LUPULADO.

Los objetos que se persiguen en la ebullici3n con líquido los podemos re-

sumir en:

- 10.- Concentración del mosto.
- 20.- Destrucción de los Enzimos.
- 30.- Esterilización.
- 40.- Extracción de algunos constituyentes del lúpulo.
- 50.- Coagulación de las proteínas.
- 60.- Promoción de reacciones entre proteínas y extractos del lúpulo
- 70.- Estabilización del pH.
- 80.- Caramelización de azúcares (mostos oscuros), y
- 90.- Cocimiento del extracto infermentable.

Como se comprende, una gran cantidad de agua se emplea para el agotamiento del extracto, por lo que se hace necesario concentrarlo hasta un brix -- (Balling) determinado. Además, con la ebullición se consigue la estabilización del mosto por destrucción de los enzimos (amylasa) que es la única que presenta actividad a esta elevada temperatura, evitándose así degradaciones sin control de los carbohidratos.

La esterilización, evita que en el paso de la olla a las cubas de fermentación ocurran infecciones indeseables, aunque éstas pueden ocurrir si no se toman las precauciones necesarias aún cuando el mosto esté bien hervido.

Uno de los puntos principales de esta ebullición, es la extracción de -- las constituyentes del lúpulo y la coagulación de las proteínas, pues tienen marcada influencia en la calidad y sabor de la cerveza final.

Los cambios físicos y químicos ocurridos en esta etapa, son poco conocidos, pero se controlan relativamente por cambios en el método, tiempo y vigor de la ebullición, etc..

El tiempo de ebullición lo podemos considerar desde cuatro puntos de vista, a saber:

- 1o.- Evaporación.
- 2o.- Extracción del lúpulo
- 3o.- coagulación de proteínas.
- 4o.- esterilización.-

La extracción de resinas y productos aromáticos es de mucha importancia por su influencia en el carácter de la cerveza. Generalmente en 1 $\frac{1}{2}$ horas, esta extracción es completa y la práctica demuestra que ebulliciones prolongadas producen sustancias de sabor áspero, principalmente con los licores carbonatados.

En este tiempo, la esterilización es perfecta y la coagulación suficiente. La ebullición deberá ser vigorosa, pues debido al movimiento que imparte al líquido incrementa la coagulación.

El cambio mas notable producido por ebullición con o sin lúpulo, es la formación de coágulos que consisten principalmente de albúmina.

Dichos coágulos son unas masas compactas y floculentas que se asientan rápidamente en el mosto. Además se produce un precipitado fino, que es poco en comparación de los coágulos y que se elimina junto con éstos.

Cuando este precipitado fino, está en exceso, causa dificultades para obtener mostos brillantes, y es signo de maltas poco modificadas, mala degradación proteica o ebullición defectuosa.

REFRIOERACION.

Este enfriado tiene los siguientes objetos:

- 1o.- Reducir la temperatura con la consiguiente reducción del peligro de infección.
- 2o.- Quitar o facilitar la subsiguiente eliminación de sustancias que producen turbidez.
- 3o.- Aereación del mosto para satisfacer la demanda de oxígeno de las levaduras en las primeras etapas de fermentación.

Floculación del Mosto.

Entre las ventajas del enfriamiento, tenemos a la que se refiere a completar la precipitación de las proteínas, pues aún cuando el mosto caliente sea claro y brillante, al enfriarlo volverá a ser turbio.

Esta turbidez empieza a los 50° C. siendo su intensidad máxima entre los 20 y 30° C, pero la precipitación continúa a mas bajas temperaturas.

Esta turbidez es debido a partículas Coloidales formadas de proteínas en estado más o menos degradada que se combinan con el tanino del lúpulo.

Se les llama proteína-tanino y son solubles en mosto caliente, pero insolubles a baja temperatura.

Esta precipitación no es completa debido al corto periodo de enfriamiento y puede continuar durante la fermentación, almacenaje, y a veces en la cerveza ya terminada.

El mejor signo de que es completa, es una buena y rápida floculación en el mosto frío.

METODOS ANALITICOS Y MUESTREO.

Determinación de Nitrógeno.

Reactivos:

- 1o.- Solución normal de ácido clorhídrico.
- 2o.- Solución normal de ácido sulfúrico.
- 3o.- Solución normal de hidróxido de sodio.
- 4o.- Acido sulfúrico concentrado libre de nitratos y sulfato de amonio.
- 5o.- Mercurio metálico ú óxido mercuríco, libres de nitrógeno.
- 6o.- Solución de sulfuro de potasio o sulfuro o tiosulfato de sodio
 - 40 grs. de K_2S en 1000 ml. de agua destilada.
 - 40 grs. de Na_2S en 1000 ml. de agua destilada.
 - 80 grs. de $Na_2S \cdot 9H_2O$ en 1000 de agua destilada.
- 7o.- Solución concentrada de hidróxido de sodio. Disolver 450 grs.- de $NaOH$ comercial en 1000 de agua. (pueden emplearse soluciones de peso específico 1.36 o mayor).
- 8o.- Rojo de metilo.- 1 gramo de rojo de metilo en 100 ml. de alcohol.

Antes de usar los reactivos, hágase una determinación usando sacarosa -- Q.P. para saber si tienen nitrógeno.

Aparatos:

- Frascos Kjeldahl para digestión y destilación en capacidades de -- --
550 - 800 ml.
- Bulbos Kjeldahl y tapones de hule.
- Refrigerante y matrás erlemayer de 25) ml.

Método de Kjeldahl.

Póngase 0.7 a 3.5 de material de acuerdo con el contenido de nitrógeno - en un matraz Kjeldahl. Agrégense 0.7 grs. de óxido mercurico o su equiva - lente en mercurio metálico y 20 a 30 ml. de ácido sulfúrico concentrado.

Póngase el matraz en posición inclinada y caliéntese por abajo del punto de ebullición del ácido hasta que cese la formación de espuma. Entonces, sú - méntese la temperatura para que hierva la mezcla y así se mantiene hasta -- que se decolore la mezcla o presenta una ligera coloración verdosa (cerca - de 2 horas). Se deja enfriar, y después de frío, se diluye con 200 ml. de -- agua destilada, agregando además unas 2 o 3 granallas de cinco pedazos de -- piedra pomez con el objeto de regular la ebullición. Agrégase 25 ml. de la - solución de sulfuro de potasio o sus similares. Póngase suficiente cantidad de solución concentrada de hidróxido de sodio para hacer francamente alcali - na la reacción. Se procura que al agregar la sosa, ésta resbale por las pa - redes del matraz para evitar pérdidas.

Conéctese el matraz al refrigerante por medio del bulbo Kjeldahl e intro - dúzcase la punta del refrigerante en un matraz que contenga una determinada cantidad de solución ácida de normalidad conocida, además de una gota de -- indicador (rojo de metilo).

Mézclase el contenido del matraz y destílese hasta que todo el amoniaco - haya pasado (cerca de 150 ml. generalmente contienen todo el amoniaco).

Finalmente, titule la solución ácida donde se recibió el amoniaco y calcule la cantidad de éste, sabiendo que 1 ml. de N/10 H₂SO₄ equivale a - - - 0.001703 grs. de NH₃.

Método Kjeldahl modificado por Gunning.

Póngase de 0.7 a 3.5 gra. de material en un matraz kjeldahl; agréguese - 10 gra. de K_2SO_4 o Na_2SO_4 anhidro y 15-25 cc H_2SO_4 (se puede agregar 0.1 a - 0.3 de sulfato de sódre cristalizado). Condúzase la digestión en la misma forma que en el método Kjeldahl. La destilación se hace también en la misma forma, solamente que sin agregar el sulfato de potasio. La titulación se efectúa en idénticas condiciones.

Método Kjeldahl-Gunning-Arnald.

Póngase de 0.7 a 3.5 gra. de material en un matraz kjeldahl y se agregan 15-18 gra. de K_2SO_4 anhidro y 1 gramo de $CuSO_4$ cristalizado y 25 ml. de ácido sulfúrico concentrado. Luego todas las operaciones son iguales que en el método anterior.

Existen actualmente otros métodos para determinar el nitrógeno, pero todos se basan en el método Kjeldahl, con la diferencia que usan otros catalizadores en lugar del mercurio. Así tenemos que la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros, recomiendan el uso de óxido de cobre (CuO) como catalizador.

En la actualidad se ha desarrollado mucho el empleo de selenio como catalizador. Se le emplea en forma de Oxidocloruro o al elemento en sí mismo. Tiene la ventaja de acortar considerablemente el tiempo de digestión. El uso combinado de selenio y HgO da el mismo porcentaje de nitrógeno con un ahorro del 25 % del tiempo para algunos materiales.

Determinación de nitrógenos en mostos.

Médanse 25 ml. de mosto a $20^{\circ} C$ e introdúzcanse en un matraz Kjeldahl --

sin tocar las paredes laterales; agréguese de 1 a 2 ml. de H₂SO₄ concentrado evapórese lentamente hasta consistensiruposa, enfríese y procédase a la digestión usando cualquiera de los métodos anteriores.

Determinación de nitrógeno en malta.

Muélanse aproximadamente 2 grs. de malta (molienda fina), póngase el polvo resultante en un pequeño vaso o tubo de vidrio cerrado por un extremo -- (deben estar tratados) y luego pésese con exactitud, introdúzcase en el matraz y procédase a la digestión.

Determinación de nitrógeno en el arroz.

Procédase igual que en malta.

Determinación de nitrógeno en lúpulo.

En un pequeño vaso tarado, póngase aproximadamente 1 gramo de lúpulo. -- pésese y procédase igual que en malta.

Cálculos.

Para mostos úsese la siguiente fórmula:

$$\% \text{ proteínas} = \frac{(\text{ml H}_2\text{SO}_4 - \text{ml Na OH}) 0.00875 \times 100}{\text{Peso del mosto} \times \text{ml de mosto.}}$$

Para Malta, arroz y lúpulo:

$$\% \text{ proteínas} = \frac{(\text{ml H}_2\text{SO}_4 - \text{ml NaOH}) 0.0014 \times 6.25 \times 100}{\text{Peso de la muestra.}}$$

Estas fórmulas son para usarse cuando el ácido y la sosa son exactamente decinormales.

Determinación del peso específico de los mostos.

Método de la Sociedad Americana de Químicos Cerveceros:

Se usa el picnómetro tipo Reichauer. Límpiense el interior y el exterior del picnómetro con mezcla arsmica, vacíese y lávese varias veces con agua, después con alcohol y finalmente con éter.

Los vapores de éter se eliminan introduciendo un tubo capilar conectado a una fuente de aire comprimido e introduciéndolo en el picnómetro durante 2 o 3 minutos.

Límpiense cuidadosamente y déjese en reposo en el cuarto de balanzas durante 10 minutos, y entonces determínese el peso. Luego llénese el picnómetro con agua destilada y póngase en un baño de agua a 20° C durante 25 minutos, al cabo de los cuales añárase por medio de una pipeta capilar y tiras delgadas de papel secante.

Durante toda la operación de aforo, el picnómetro deberá estar sumergido en el agua y no deberá tocarse con las manos. Póngase el picnómetro en otro baño que esté a la temperatura ambiente durante 10 minutos, al cabo de los cuales se saca y se seca con todo cuidado y se deja reposar 10 minutos, al cabo de los cuales se pesa. La diferencia entre estos dos pesos, nos da la capacidad en agua del picnómetro al 20° C.

Enjuáguese dos veces el picnómetro con mosto y luego llénense de mosto y repítanse las operaciones indicadas en el caso del agua. Pésese el picnómetro lleno de mosto. La diferencia entre este peso y el peso del picnómetro vacío, nos da la capacidad del picnómetro en mosto a 20° C.

Se calcula el peso específico dividiendo el peso del mosto entre el peso del agua y ajustando hasta la quinta cifra decimal.

Determinación en cenizas.

En Malta, arroz y lúpulo.

Pásense de 2 a 2.5 grs. de muestra en una cápsula de porcelana tarada, - caliéntese con un mechero de buena llama hasta que se carbonice completamente. Póngase entonces unas 2 o 3 gotas de aceite de oliva y pásese a una mufla previamente calentada a 650° C. Manténgase así por espacio de dos horas al cabo de las cuales se pasa la cápsula a un desecador; una vez que tengan la temperatura ambiente, pénsese rápidamente.

$$\% \text{ cenizas } \frac{(\text{PcZ}) - (\text{Pc})}{100}$$

(PcZ) Peso de la cápsula y las cenizas.

(Pc) Peso de la cápsula.

(P) Peso de la muestra.

Para determinar cenizas en los mostos, mézclense de 25 a 50 ml a 20° C, -- evapórense a sequedad en una cápsula, y luego pásense a la mufla que deberá tener una temperatura de 550° C.

Enfríense en el desecador y pénsese inmediatamente.

Para calcular el porcentaje de cenizas, úsese la fórmula anterior, substituyéndose el peso de la muestra por el volumen de mosto multiplicado por su peso específico.

Determinación de fósforo.

Reactivos:

1o.- Solución de molibdato de amonio.

100 grs. de MoO se disuelven 144 ml de NH₄OH concentrado y 271 - ml. de agua destilada. Agréguese esta solución agitando en una mezcla de --

489 ml. de HNO concentrado y 1148 ml de agua destilada, se deja en reposo - durante 2 o 3 días al cabo de los cuales se decanta cualquier sedimento que se haya formado. Guárdese en frascos bien cerrados. A 100 ml de ésta solución agréguese 5 ml de HNO₃ y fíltrese inmediatamente antes de usarla.

2.- Solución standar de ácido sulfúrico (N/10)

3.- Solución standar de hidróxido de sodio (N/10).

Preparación de la muestra.

Como se trata de materia orgánica, la preparación consistirá principalmente en la eliminación de ésta y la formación de un fosfato soluble; esto se consigne por cualquiera de los tres métodos siguientes: Método de - - - - Kjeldahl, Método de Carius y el Método de cenizas.

Si se trata de mostos, se mide una cantidad determinada del mosto en - - cuestión a 20° C y se sigue cualquiera de los tres métodos citados anteriormente para eliminar la materia orgánica, siendo preferible emplear el método Kjeldahl, se procede en la misma forma que se indicó para nitrógeno, con la salvedad de emplear el sileno como catalizador. Una vez que la digestión se completó, se procede a suministrar el fósforo.

Si se emplea el método de cenizas, se toman 50 ml. de mosto medidos a -4 20° C y se le agrega 20 ml. de una solución de acetato de calcio al 2%, se evapora a sequedad en baño de maría, pásase la cápsula a una mufla previamente calentada a 550° C hasta obtener cenizas blancas, enfríese y agréguese 10 - 15 ml. de ácido nítrico (1-9) hirviendo, determínese entonces el fósforo en forma de mofidato.

Si se trata de material sólido como malta, arroz, etc., se pesa una cantidad determinada (5-10 gra.) en una cápsula tarada. Se puede emplear el -

método Kjeldahl para eliminar la materia orgánica, y entonces se procede en la misma forma que se indicó al tratar la determinación de nitrógeno, pero empleando selenio como catalizador. Si se prefiere el método de cenizas, se pesa una cantidad determinada en una cápsula tarada, se calienta la cápsula con un mechero de llama fuerte hasta la completa ignición de la materia, se enfría y se agregan unas 3 o 4 gotas de aceite de oliva, se pasa entonces la cápsula a una mufla previamente calentada a 525° C hasta obtención de cenizas blancas. Agréguese entonces 10-15 ml. de ácido nítrico (1-9) hirviendo y determínese el fósforo en forma de fosfomolybdato.

Determinación del fósforo en forma de fosfomolybdato.

A la muestra preparada, agregar NH_4OH hasta que el precipitado que se forma se redicuelva por agitación.

Cuando no se forma precipitado, alcalinícese la muestra con NH_4OH haciéndola luego ligeramente ácida con ácido nítrico. Diluyase a 75-100 ml y ajústese la temperatura a 25-30° C. Agréguese suficiente cantidad de molybdato de amonio para asegurar la precipitación total. Agítese durante 1 o 2 horas. Déjese reposar 1 o 2 horas para que el precipitado se asiente, y luego decántese a través de un filtro. Lávese por decantación 2 o 3 veces el precipitado con 25-30 ml de agua destilada. Pásese el precipitado al filtro y lávese el precipitado hasta que desaparezca todo vestigio de acidez.

Se transfiere el precipitado a un vaso de precipitados, y se disuelve con hidróxido de sodio standar (N/10) en ligero exceso. Se titula el exceso de álcali con solución standar de ácido sulfúrico la cantidad de fósforo estará dada por las siguientes fórmulas:

$$\frac{1}{2} \text{P}_2\text{O}_5 \text{ (en cenizas) } \quad \underline{\underline{0.00309 \text{ (ml NaOH N/10 - ml H}_2\text{SO}_4 \text{ N/10)}}}$$

Peso de las cenizas.

En caso de querer la determinación gravimétrica, una vez que se precipitó el fósforo en forma de fosfomolybdato, se decanta la solución a través de una gooch previamente pesado, se lava el precipitado dos veces por decantación con una solución de ácido nítrico al 1%, se pasa luego el precipitado al gooch y se lava dos veces con una solución de nitrato de potasio al 1% y finalmente se lava con agua destilada. Se mete al gooch a una estufa calentada a 100° C por término de 2 horas, al cabo de las cuales se pasa a un desecador donde se enfría durante $\frac{1}{2}$ hora, al cabo de la cual se pesa. El peso del precipitado multiplicado por 0.03783 nos da el P O contenido en la cantidad material contenido usado en el análisis.

Determinación colorimétrica de fósforo.

Reactivos:

- 1.- Solución de molybdato de amonio.
- 2.- Solución de cloruro estañoso.- Prepárese una solución de cloruro estañoso al 5%. $\frac{1}{2}$ ml. de esta solución se diluye a 100 ml. antes de usarla. En caso de que la solución esté turbia, se prepara otra nueva.

Procedimiento:

Se prepara la muestra de tal manera que contenga por cada 10 ml. de -- l a 100 ppm de P O .

Al hacer la determinación se prepara una serie tipo con solución de -- fosfato de potasio. Se pone en un tubo de Nessler 10 ml. de la muestra, -- se agrega con toda cuidado 4 ml. de solución de molybdato de amonio y -- 1 ml. de solución de cloruro estañoso. A todos los tubos que contienen la serie tipo, se agregan iguales cantidades de reactivo.

La operación está basada en la formación de ácido fosfomolibdico que se reduce con el cloruro estañoso dando una coloración azul, la intensidad de la cual es proporcional a la cantidad de fósforo contenido en la muestra. El color azul tiene su máxima intensidad al minuto más o menos, pero al cabo de unos 10 minutos empieza a bajar la intensidad por lo que se recomienda hacer las comparaciones lo más rápidamente posible.

En todas las determinaciones se procurará que tanto los reactivos como el problema estén a la temperatura ambiente (25-30° C) debido a que las altas temperaturas son causa de bajos resultados.

Este método de análisis es recomendable en la determinación de fósforo de agua, donde generalmente se encuentra en pequeñas cantidades. En caso de no poder preparar las series tipo, se puede recurrir al comprador " Taylor High Phosphate Slide Comparator " o al " Taylor Low Phosphate Comparator ", que ya se traen series de color artificial, lo que facilita enormemente la operación.

Métodos de Muestreo.

Mostos.- Las muestras de mosto se tomarán en los diferentes pasos del proceso que se haga necesario un análisis. Como generalmente el líquido se encuentra en movimiento, forzosamente se encontrará perfectamente homogeneizado, por lo que no se presentará mayor problema para la toma de muestra. Por lo tanto, se tomará una cantidad determinada con un recipiente de cobre y se procede a filtrarla inmediatamente, para evitar pérdidas por precipitación debida a cambios de temperatura. Es de recomendar el uso del papel filtro Eaton-DKemen cm N-509 o el Delta Duren 32 cm 314 3/4. Si el mosto no es brillante a la primera filtración, filtrese nuevamente-

pero procurando mantener la temperatura inicial, pero **NUNCA** se usen ayudas de filtración (Filter aid).

Si no se va a hacer la determinación inmediatamente, el mosto filtrado debe pasteurizarse y guardarse en el refrigerador a baja temperatura. Si durante éste tiempo ocurren precipitaciones debidas al enfriamiento, no se vuelva a filtrar el mosto, sino que se debe homogeneizar perfectamente y hacer la determinación debido a que el nitrógeno en forma de proteínas que contienen los mostos precipita por enfriamiento.

Malta y Aposos.

1.- A granel, en carros y silos.

Tómese con el muestrador de 60 pulgadas por lo menos 6 muestras en diferentes sitios del carro o silo.

2.- A granel durante la descarga por conductores.

Tómese con el pelicano, lo menos 6 muestras a intervalos regulares.

3.- En sacos.

Tómese lo menos muestras en el 2% del número total en sacos con el muestrador de 25 pulgadas.

Las muestras así tomadas se homogenizan con el mezclador de granos y se guardan en botes de zinc con tapa de rosca. No se deben usar para esta fin cajas de carton, bolsas de papel, etc..

Lúpulo.-

Lúpulo suelto.- Tómense de 5 a 10 porciones de lúpulo en diferentes lugares y profundidades hasta tener unos 200 gramos de muestra.

Lúpulo en balas.--

Tómese muestra de un 10 % del total de balas. Se pueden tomar las muestras cortando con una navaja 2 rebanadas de unos 100 gramos cada una. (Una rebanada de cada lado de la bala). Es preferible en este caso el empleo del muestreador " Oregon " que consiste en un tubo de metal de 2-3/4" de diámetro por 8" de longitud, y uno de sus extremos es afilado.

Las muestras así tomadas se guardan en frascos de zinc con tapón de rosca. No deben emplearse cajas de cartón, madera, papel, etc...

RESULTADOS ANALITICOS.

De los datos analíticos, sacando la centesimal, y dándola en porcentajes, tendremos:

Mosto Núm. 1

Balace de N Proteico (N x 6.25).

77.84 % N Malta.

19.92 % N Arroz.

2.28 % N Lúpulo.

100.04 % Total.

77.84 % Malta - más

19.92 % Arroz.

97.76 %

97.76 % menos

34.20 % Mosto dulce (N soluble).

63.56 % Pérdida en Bagazo (N Insoluble).

34.20 % Mosto dulce, más

2.28 % Lúpulo.

36.48 % . menos

32.56 % Mosto lupulado y hervido.

3.86 % Pérdida ebullición.

32.56 % Mosto lupulado y hervido

31.86 % Mosto lupulado frío

0.877% Pérdida enfriamiento.

Balances fósforo (P₂ O₅).

88.76	%	P O Malta.
6.03	%	" Arroz.
4.89	%	" Agua.
0.309	%	" Lúpulo.
<u>99.989</u>	%	Total.

- - - - -

88.76	%	Malta.
6.03	%	Arroz.
4.89	%	Agua.
<u>99.68</u>	%	menos
76.07	%	Mosto dulce.
<u>23.61</u>	%	Pérdida en Bagazo.

- - - - -

76.07	%	Mosto dulce.
0.309	%	Lúpulo.
<u>76.379</u>	%	Mosto lupulado y hervido, menos
75.45		
<u>00.929</u>	%	Pérdida por ebullición.

No registrándose pérdida por enfriamiento.

- - - - -

Mosto No. 2

Balance de N Proteico (N x 6.25).

77.53 % N Malta.

20.36 % N Arroz.

2.09 % N Lúpulo.99.98 % N Total.

77.53 % Malta, más

20.36 % Arroz.

97.89 % N, menos

28.43 % Mosto dulce.

69.46 % Pérdida bagazo.

28.43 % Mosto dulce, más

2.09 % Lúpulo.

30.52 % , menos

23.98 % Mosto lupulado y hervido.

6.54 % Pérdida ebullición.

23.98 % Mosto lupulado caliente, menos

23.78 % Mosto lupulado frío.

00.20 % Pérdida enfriamiento.

Balance del Fósforo (P₂ O₅)

84.35 \$	F O	Malta.
6.17 \$	"	Arroz.
5.89 \$	"	Agua.
<u>3.57 \$</u>	"	Lúpulo.
99.98 \$	"	Total.

84.35 \$	Malta.
6.17 \$	Arroz.
<u>5.89 \$</u>	Agua.
96.41 \$	menos
<u>79.41 \$</u>	Malta dulce.
17.00 \$	Pérdida bagazo.

Mosto Núm. 1

<u>MATERIA PRIMA.</u>	<u>CANTIDAD.</u>	
Malta.	8150 Egs.	Llevados a 64 M3 de mosto final.
Arroz.	3300 Egs.	
Lúpulo.	154 Egs.	

Mosto Núm. 2

MATERIA PRIMA.	CANTIDAD.		
Malta.	6795	Kgs.	Llevados a 64 M3 de mosto final.
Arroz.	3000	Kgs.	
Lúpulo.	135	Kgs.	

Análisis de Mosto Núm. 1

MUESTRA.	D	CANTIDAD.	Pel4	pH	% P O	% N
Agua.		60 M3	1.00014	7.9	50 ppm	
Malta.		8150 Kg	-----	---	0.6676 %	1.871 %
Arroz.		3300 Kg	-----	---	0.1120 %	1.183 %
Lúpulo.		154 Kg	-----	---	0.1228 %	2.835 %
Mosto dulce.		67 M3	1.04817	5.5	0.0664 %	0.0954 %
Mosto Lupulado.		64 M3	1.05056	5.4	0.0688 %	0.0948 %
Mosto frfo.		64 M3	1.04918	5.4	0.07000 %	0.09245 %
Mosto residual.		5.37 M3	1.0048	6.0	0.0131 %	0.01655 %

- - - - -

Analisis de Mosto Núm. 2

MUESTRA.	CANTIDAD.	Pe.	pH	% P O	% N
Agua.	61 M3	1.00014	7.9	50 ppm	
Malta.	6795 Kg	-----	---	0.6302 %	2.020 %
Arroz.	3000 Kg	-----	---	0.1047 %	1.140 %
Lúpulo	135 Kg	-----	---	0.1228 %	2.6016 %
Mosto cuj.co.	67 M3	1.0394	5.6	0.0685 %	0.0580 %
Mosto lupulado.	64 M3	1.0419	5.4	0.06041 %	0.0654 %
Mosto frfo.	64 M3	1.0403	5.4	0.0682 %	0.0600 %
Mosto residual.	5 M3	1.0040	6.1	0.0120 %	0.0152 %

CONCLUSIONES .

1.- Las cantidades finales de fósforo dependen en su mayor parte de la calidad del agua usada en la elaboración del mosto.

2.- Las cantidades finales de nitrógeno dependen principalmente del proceso seguido en la elaboración del mosto.

3.- Mientras más rica sea la malta en nitrógeno, usando el mismo método de elaboración, menor cantidad de extracto se obtiene.

4.- Se puede dividir prácticamente el nitrógeno contenido en la materia prima en tres:

A).- Nitrógeno insoluble (el que queda en el bagazo).

B).- Nitrógeno soluble (el que pasa al extracto).

C).- Nitrógeno permanente soluble (el que no se precipita).

Las cantidades de estas tres clases de nitrógeno, dependerán del método de elaboración.

5.- Los mostos obtenidos en procesos llevados de muy baja temperatura, tienen una mayor cantidad de nitrógeno permanente soluble.

6.- Según los datos del análisis, se ve que la cantidad de fósforo que pasa a solución, es difícilmente precipitable por ebullición, y casi nunca la precipitación por enfriamiento.

Ahora bien, según la reacción Núm. IV de la página 3, durante la ebullición deberá haber precipitación de fósforo, ya que el agua usada es

rica en Ca, por lo tanto, como la pérdida es muy poca, se debe a que el fósforo contenido en el lúpulo pasa a solución.

8.- Cuando se emplean maltas de alto contenido en nitrógeno, se deberá eliminar éste por medio de una ebullición adecuada para tener cervezas estables.

9.- Cuando se usen maltas poco modificadas, es conveniente empezar el braceado a bajas temperaturas.

10.- Las maltas de bajo poder diastásico, dan por resultado mostos turbios y de difícil filtración.

B I B L I O G R A F I A .

- 1.- Official and tentative methods of Analysis A.O.A.- FIFTH - --
EDITION 1943.
Published by the A.O.A.C.
P.O. Box 540 - Benjamin Franklin Station - Washington D.C.
- 2.- Methods of Analysis of the American Society of Brewing Chemist
Fourth Revised Edition 1944.
- 3.- Tables Related to determinations on wort, beer and Brewing --
sugars and syrups.
- 4.- Tables for extract determination in Malt and Cereals. American
society of Brewing Chemists 2374 Lincoln Avenue, Chicago, ILL.
- 5.- Handbook of Chemistry Norbert Adoloh Lange Ph D.
Handbook Publishers Inc. Sandusky Ohio. 1937.
- 6.- Brewing Science and Practice H. Lloyd Hind. Vol 1 y 11 John --
Wile & sons Inc. 1940.
- 7.- Wahl - Henius.
Americanhendy Book.
Brewing And Malting Val 1 y 11.
Chicago - Wahl - Henius institute 1908.

- 8.- Biochemistry applied to malting and Brewing R.H. Hopking and-
B. Krause.
D. Van Nostrand Company Inc. 1940.
- 9.- Proyecto de instalación de una fábrica de Malta.
Tesis del Ing. Químico Felipe Saberbic.
- 10.- Industrial Microbiology.
Preccott and Dunn.
First Edition - Fourth impresion.
Mac Graw - Hill Book Company Inc.
New York 1940.
- 11.- A. Comprehensive survey of starch chemistry vol 1 .
Robert F. Walton.
The Chemical Catalog Company Inc.
New York, N.Y. 1928.
- 12.- Chemistry and Industry of starch Ralph W. Kerr Ph D.
Academian Press, Inc. publishers.
New Yor, N.Y. 1944.
- 13.- Wallenstein Laboratories - Communications on the Science and-
practice of Brewing.
New York, U.S.A.