

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

EFFECTOS DE DIVERSOS ANTIOXIDANTES
SOBRE LA ESTABILIDAD DE LA CERVEZA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P R E S E N T A N

JORGE AVILA GONZALEZ
FRANCISCO GARCIA CURRIELCHE



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

...AS Tesis 1977
...DE M-35
FECHA _____
PRGC _____
9 _____



QUIMICA

PRESIDENTE: Ninfa Guerrero de Callejas

VOCAL: Enrique García Galiano

Jurado Asignado

SECRETARIO: Angela Sotelo López

1er. SUPLENTE: Jorge Soto Soria

2do. SUPLENTE: Alejandro Garduño Torres

Sitio donde se desarrolló el tema:

Facultad de Química U.N.A.M.

Cervecería Modelo S.A.

Nombre y firma del sustentante:

Jorge Avila Gonzalez

Francisco García Currielche

Nombre y firma del asesor del tema:

Enrique García Galiano

C O N T E N I D O

		PAGINA
CAPITULO	I .INTRODUCCION	1
	.TIPOS DE TURBIEDAD: TURBIEDAD BIOLOGICA	
	TURBIEDAD QUIMICA	
	TURBIEDAD COLOIDAL	
	.FORMAS DE PREVENCION.	
CAPITULO	II .GENERALIDADES:	12
	.TIPOS DE OXIDACION	
	.MECANISMO DE OXIDACION	
	.PREVENCION DE LA OXIDACION	
	.ANTIOXIDACION	
	.INDICE DE LA PRUEBA DEL TIEMPO (IPT)	
	.PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LOS	
	ANTIOXIDANTES USADOS.	
CAPITULO	III .MATERIALES Y METODOS	38
	.ELABORACION DE CERVEZA	
	.DETERMINACION DE LA TURBIEDAD	
	.CONCENTRACION DE LOS ANTIOXIDANTES	
	EMPLEADOS	
	.GRAFICA DE COCIMIENTOS.	

			PAGINA
CAPITULO	IV	.RESULTADOS	55
		.ANALISIS GENERAL DE MUESTRAS	
		.RESULTADOS DE LA PRUEBA DEL INDICE DEL TIEMPO	
		.RESULTADOS DE LA MEDIDA DE TURBIEDAD.	
CAPITULO	V	.CONCLUSIONES.	62
CAPITULO	VI	.BIBLIOGRAFIA.	65

CAPITULO I

- INTRODUCCION -

En los últimos años se ha venido sintiendo la necesidad de lograr que la cerveza, bebida cristalina y limpia por excelencia tenga una mayor estabilidad por un lapso más prolongado.

Dentro de esta estabilidad se considera a la turbiedad como uno de los mayores problemas.

Existen tres tipos de turbiedad en la cerveza:

- a) Turbiedad biológica .
- b) Turbiedad química .
- c) Turbiedad coloidal .

Turbiedad biológica.- es ocasionada por infecciones de la cerveza. Estas infecciones suceden principalmente en mostos que no han fermentado completamente. Los microorganismos que ocasionan éstas, son: Saccharomyces diastaticus, Saccharomyces pastorianus, Hansenula anomala, entre otros.

Las bacterias pertenecen fundamentalmente a los géneros Pediococcus, Lactobacillus, Achromobacter, Flavobacterium y Acetobacter. Algunas compañías cerveceras están utilizando - desinfectantes en sus cervezas terminadas, pero las leyes al respecto, son demasiado estrictas y no han proliferado su uso; es de observarse que en general, todos los agentes importantes sean levaduras o bacterias, mueren durante la ebullición.

ción del mosto con el lúpulo, por lo tanto, la contaminación es posterior. Tales inconvenientes se evitan más que todo con medidas asépticas y sanitarias.

Turbiedad química.- ésta se origina por la presencia de almidones, pero esto ocurre en mostos donde la sacarificación no fue bien realizada. Si se encuentran presentes iones metálicos, tales como fierro ferroso, cobre cúprico, -- pueden combinarse con aniones y precipitar compuestos insolubles. La presencia de sales como oxalato y carbonato de calcio, las sales cuaternarias de amonio, el formaldehído -- aunque sea usado normalmente en algunas cervecerías, puede reaccionar formando compuestos insolubles.

Turbiedad coloidal.- es causada por proteínas inestables, complejos de taninos-proteínas, carbohidratos, entre otros. Se acelera la formación de estos productos en la oxidación de la cerveza.

Pueden aparecer turbiedades permanentes y turbiedades en frío. Si una cerveza clara y bien filtrada es almacenada a 20°C, permanecerá clara por algún tiempo. También si es enfriada a 0°C, por espacio de cuatro horas permanecerá clara. Después de algún tiempo (dos a cuatro semanas) toda vía será clara a 20°C, pero si es enfriada a 0°C puede apa-

recer un precipitado nebuloso que se puede solubilizar de nuevo cuando la cerveza sea calentada a 20°C . Este precipitado reversible se llama "Turbiedad en frío". Esta constituido principalmente de polipéptidos y polifenoles. Cuando el tiempo transcurre, un precipitado se forma y es insoluble a 20°C , se denomina; Turbiedad permanente. Si una cerveza con turbiedad permanente es enfriada a 0°C , puede haber una mezcla de turbiedad permanente y turbiedad en frío.

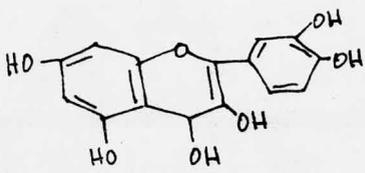
Estos dos tipos de turbiedades son similares en composición y tienen sus orígenes en la combinación de proteínas de alto peso molecular con fenoles polimerizados para formar compuestos insolubles. La diferencia entre las estructuras moleculares no están completamente establecidas, pero la turbiedad permanente parece tener uniones covalentes más enérgicas, formadas durante la oxidación en la turbiedad en frío.

Los principales constituyentes de la turbiedad, varían considerablemente dentro de los límites: 50 a 70% proteína - 25 a 60% de polifenoles y aproximadamente 10% carbohidratos con trazas de constituyentes inorgánicos. Heron (19) ha mencionado el hecho de que las turbiedades de los "ales" y cervezas europeas son similares entre sí, pero difieren de los que son producidos en América.

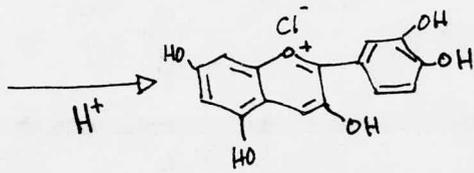
El análisis de un gran número de turbiedades ha revelado que todas ellas tienen taninos (2), entre los que una importante contribución es hecha por leucoantocianinas, o como se conocen mejor antocianógenos. En cada caso investigado los antocianógenos de la turbiedad dieron por calentamiento de la antocianidina con ácido, los siguientes pigmentos: cianidina y delphinidina, que fueron indentificados por McFarlane y Cols. (20), como productos de un tratamiento similar de ciertas turbiedades en frío.

Un reciente estudio mostró que los componentes que dan cianidina y delphinidina por calentamiento con ácido mineral están presentes en el lúpulo y también en la malta existen compuestos similares (15,17)

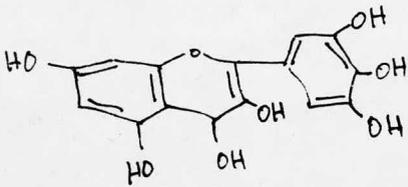
El efecto del cobre, hierro y estaño sobre la cerveza son bien conocidos; son capaces de catalizar la condensación de proteínas y polifenoles, particularmente en presencia de oxígeno, para formar turbiedad. Los cambios son usualmente acompañados por una rápida deterioración del sabor. Afortunadamente, la levadura es un excelente eliminador de estos compuestos, durante la fermentación primaria; cualquier contaminación posterior puede ser evitada, eliminando el uso de estos metales, si no están bien protegidos



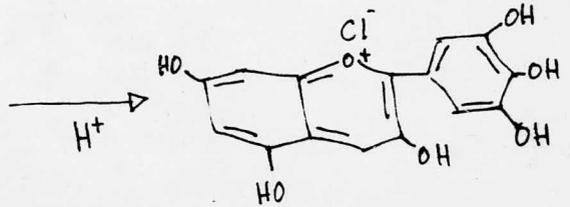
LEUCOCIANIDINA



CIANIDINA (CLORURO)



LEUCODELFINIDINA



DELFINIDINA (CLORURO)

para la construcción de la planta, en donde superficies de éstos, esten expuestos al contacto con la cerveza. La concentración de metales en la cerveza terminada no debe exceder de 0.2 mg/l .

La distribución en el mosto de proteínas con diferente peso molecular esta indudablemente influenciada por las modificaciones de la malta y las temperaturas de macerado-
empleadas en la casa de conocimientos. Sin embargo, es probable que cuando exista abundancia de proteína de alto peso molecular, pueda participar eventualmente en la forma--
ción de turbiedad.

Por otro lado, los polifenoles derivados de la malta-
y lúpulo empleados, aparecen inicialmente en sus formas --
más simples: monómeros, y comienzan a polimerizarse bajo--
la influencia de la oxidación y de la catálisis ácida. Los
complejos formados durante el proceso son precipitados y -
eventualmente eliminados por filtración; los polifenoles -
en la cerveza fresca son predominantemente monómeros identi
ficables por la reacción de color antocianidina.

Inicialmente el factor dominante en la formación de--
la turbiedad, era pensar que la proteína y el mosto de los
primeros métodos de estabilización fueran diseñados para -

degradar la molécula de proteína por medios enzimáticos, para acelerar su precipitación por la adición de ácido tánico o adsorción con bentonita o gel de sílice. Trabajos recientes han revelado más detalles acerca de los polifenoles y - han producido métodos nuevos de estabilización (1) .

En suma, los estudios de Chapon y Cols. (5), sobre el mecanismo de la formación de la turbiedad han demostrado la importancia del proceso de oxidación, que resulta en consideración de los constituyentes flavonoides de las materias primas y la producción de polímeros con el incremento de ta ninos. Esto, en conjunción con los componentes proteínicos del mosto resulta en la formación de complejos que pueden precipitar como turbiedad .

En términos generales, existen cuando menos, cuatro posibles medios para reducir la formación de turbiedad en la cerveza :

1.- La selección de las materias primas, los procesos del macerado y la ebullición deben ser corregidos hasta dar un mínimo de concentración de proteína de alto peso molecular y agentes tánicos en la cerveza. Sin embargo, este tipo de control puede ser llevado a cabo hasta cierto límite si el carácter de la cerveza no se va a modificar .

2.- La cerveza producida por un proceso normal, puede ser tratada con adsorbentes más o menos específicos para eliminar componentes que pueden ocasionar turbiedad. A causa de la escasez de especificidad en ambos reactantes y adsorbentes; otras características deseables de la cerveza tienen que ser sacrificadas para obtener una estabilidad frente a la turbiedad por éstos medios.

3.- Se puede tratar de modificar y controlar la secuencia de las reacciones en la formación de la turbiedad para que se produzca a una etapa conveniente durante la vida de la cerveza. En el caso del tratamiento con la enzima proteolítica, el inicio de la turbiedad es detenido por un período durante el cual una cerveza será normalmente bebida.

Alternativamente el proceso puede ser acelerado, así que cualquier turbiedad se forma antes de que la cerveza salga de la cervecería donde puede ser filtrada. Esto, por supuesto, es parte del objeto de los largos períodos de almacenamiento en los cuartos fríos.

4.- La utilización de agentes antioxidantes en la cerveza antes de la filtración final, éstos son agentes reductores, que en dosis de bajas concentraciones no afectan el

sabor de la cerveza y ayudan a evitar los peligros del oxígeno disuelto y el que se va solubilizando en ella proveniente del espacio vacío que esta en el cuello de la botella.

Silbereisen (28) encontró que el contenido del cuello de la botella esta relacionado al valor del IPT (Índice de la prueba del tiempo).

Es conocido que el contenido de oxígeno disuelto decrece rápidamente después del embotellado y queda muy poca cantidad mucho antes de que cualquier turbiedad se presente. La solubilidad del aire a sido investigada y Van Roey (31) encontró que un tercio del aire disuelto en la cerveza es oxígeno y la saturación de oxígeno a 10°C, es aproximadamente 7 ml/l. Se esta generalmente de acuerdo con que el 1% (v/v) es el límite superior para contenido de aire en el cuello de la botella de una cerveza establece. En un estudio reciente se encontró que el límite superior es de 0.6% para cervezas enlatadas. El aire en el cuello de la botella provee una fuente adicional de oxígeno y los efectos de superficie no podrán ser ignorados en la interfase aire-cerveza. Sin embargo, se ha demostrado que éste último efecto es de poca importancia aunque el aire en el cuello de la bote-

lla es un factor importante que decrece con la vida de anaquel.

Dean (7) encontró relaciones significativas entre los valores IPT y la turbiedad de las cervezas, y otros autores han encontrado que valores iniciales grandes de IPT están a sociados con una vida de anaquel incrementada, ésto puede ser explicado en relación al contenido de antocianógenos de la cerveza. En cambio se ha encontrado que no hay relación entre el valor IPT y los contenidos de antocianidinas.

Estos tres atributos de oxidación: el oxígeno disuelto, el espacio del cuello de la botella y el valor IPT, contribuyen en más del 65% de la totalidad de variables que afectan la vida de anaquel de la cerveza embotellada.

Las sustancias reductoras de la cerveza no son bien conocidas pero las clases a las que pertenecen están comprendidas dentro de los polifenoles, proteínas, reductoras, melanoidinas, carbohidratos y cualquier adjunto cervecero con propiedades reductoras.

El valor IPT puede dar una idea aproximada de la cantidad de sustancias reductoras sin indicar ninguna información de la disminución de las concentraciones de las diferentes clases de reductores. De una manera similar las medidas del rH obtenidas por una lenta titulación redox no da -

la calidad y concentración de las sustancias reductoras.

Parece ser que las sustancias reductoras protegerán a la cerveza de la oxidación. Es esencial, por supuesto, que para éste propósito el potencial redox deberá ser tal que el oxígeno sea esencialmente para oxidar las sustancias reductoras y no cause incremento en el peso molecular o tamaño micelar. Puede ser que las sustancias reductoras que están presentes normalmente en la cerveza sean transportadoras y transfieran la oxidación a las moléculas más grandes que entonces se unen y causan turbiedad. Rippel (24) estableció que un valor de rH de menos de 12 es deseable para la cerveza.

Dentro de los metales hasta ahora conocidos que ocasionan turbiedad en la cerveza están; cobre, fierro, estaño, aluminio. Todos forman turbiedades del tipo proteína-metal en grandes concentraciones, pero en tramas, únicamente cobre y fierro tienen efecto catálico.

En 1943 De Clerck (6) estableció que la oxidación juega una parte en la disolución del fierro en mosto y cerveza. Silbereisen encontró que el fierro en estado ferroso incrementa la formación de turbiedad en presencia de oxígeno, por actuar como un catalizador.

De acuerdo con lo anterior, se consideró interesante - estudiar la oxidación de la cerveza utilizando algunos de - los antioxidantes más usuales en la industria y observar el resultado de su aplicación en la estabilidad de la cerveza.

C A P I T U L O I I

- G E N E R A L I D A D E S . -

TIPOS DE OXIDACION.

La deterioración oxidativa de los alimentos es un serio problema, ya que los conduce a una disminución en su calidad organoléptica y en su valor nutritivo.

Existen en general tres tipos de oxidación (3)

1.- Combinación directa del oxígeno molecular con otro-átomo .

2.- Oxidación anaeróbica o deshidrogenación.

3.- Transferencia de electrónes.

Ejemplos :

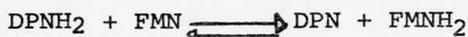
1.- De éste tipo de oxidación, se cita la combustión -- del carbono en presencia del aire, produciendo CO_2 .

Este tipo de oxidación se da también en condiciones aeróbicas en ciertas reacciones enzimáticas, en las que la enzima transfiere directamente el hidrógeno obtenido del sus---trato, al oxígeno molecular. Por ejemplo, la deshidrogenasa - aeróbica o enzima de Schardinger (xantin-oxidasa), cataliza la oxidación directa de muchos aldehídos a sus ácidos correspondientes.

La enzima de Schardinger, es una metaloproteína que contiene fierro, molibdeno y FAD como grupo prostético.

2.- Oxidación anaeróbica o deshidrogenación :

Sin embargo, la pequeña cantidad de enzima debe poseer un gran recambio y el DPNH₂ no puede reaccionar directamente con el oxígeno molecular, por lo que antes que esto ocurra deben producirse otras reacciones. En primer lugar, las deshidrogenasas anaeróbicas reducidas, cambian su hidrógeno por otras enzimas, sobre todo flavoproteínas como las que contienen FMN o FAD :

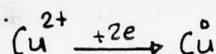
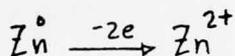


En éstos intercambios, el DPNH₂ y el TPNH₂ constituyen los sustratos de las flavoproteínas.

3.- Transferencia de electrones:

Esta tercera forma de oxidación se puede ejemplificar por lo siguiente:

Al reaccionar el Zn metálico con el sulfato de cobre por ejemplo, se dice que el átomo de zinc se ha oxidado al perder dos electrones y el ión cúprico se reduce aceptando dos electrones :



MECANISMO DE OXIDACION. (11)

El control de la oxidación en productos terminados, materias primas, etc., es de vital importancia, ya que en función de ello los productos elaborados tenderán a mejorar su vida de anaquel. Para un mejor entendimiento de la prevención de esta deterioración son deseables algunos antecedentes de información sobre el mecanismo de autooxidación.

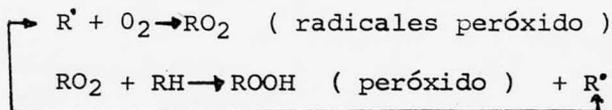
En la autooxidación encontramos una reacción en cadena en la cual podemos definir tres pasos diferentes, denominados :

Iniciación, propagación y terminación:

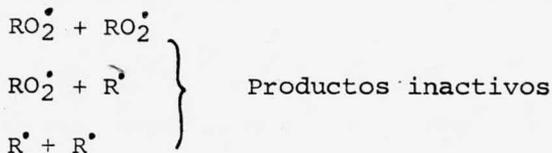
Iniciación :



Propagación :



Terminación :



Cada uno de estos pasos esta influenciado por diversos agentes, así, en la iniciación, son formados los radicales-

libres, necesitándose una cierta cantidad de energía para que suceda, esta energía puede ser dada por la luz, o por radiaciones, también intervienen trazas de metales como el cobre y el fierro .

La radiación con rayos ultravioleta es especialmente efectiva en la iniciación de la reacción de oxidación. Similarmen- te la radiación ionizante usada en la industria alimenticia en la prevención del deterioro o ataque micro- biano, es capaz de romper moléculas en radicales libre .

Es bien sabido que la luz solar promueve la reacción- química, pero cantidades mínimas de cobre pueden acelerar- la reacción de oxidación enormemente. Otros metales como - el fierro, son un poco menos activos, pero tienen un efec- to prooxidante. La naturaleza del iniciador es un factor-- importante, por ejemplo, un peróxido es un buen iniciador, especialmente cuando esta presente el cobre .

Propagación :

Este es el punto en el cual, la cadena se inicia. A-- quí, el radical libre R' lleva una molécula de oxígeno, for- mando un radical peróxido ROO' , después puede reaccionar- con una molécula RH , la cual puede ser por ejemplo un áci- do graso, para formar un peróxido $ROOH$ y un nuevo radical-

R' el cual una vez más es capaz de unirse a otra molécula de oxígeno.

Teóricamente esta reacción puede continuar hasta que todo el oxígeno o cada molécula RH se hayan usado; afortunadamente hay algunos factores limitantes, entre los cuales están:

La disponibilidad de oxígeno, al estar en contacto -- con la superficie de algún alimento, será transportado a través de éste por un proceso de difusión, dependerá de la naturaleza del alimento, la velocidad con que se lleve a cabo este proceso .

Terminación :

Los productos finales, son los peróxidos, sin embargo el cobre es capaz de dividir a los peróxidos en radicales. Los peróxidos también se descompondrán en aldehídos y cetonas, los cuales dan sabor y olor a ranciedad en los alimentos donde se formen.

Otro factor limitante para la propagación de la cadena, es el hecho de que los radicales libres pueden reaccionar con otro radical libre, formando moléculas inactivas. Este es el rompimiento natural de la propagación en la oxidación, y es conocida como reacción de terminación .

PREVENCION DE LA OXIDACION .

Se puede suponer que puesto que un sistema oxidante - necesita la presencia de tres componentes (3): Enzima, - oxígeno y sustrato, sería suficiente para evitar la oxidación:

- a) inactivar la enzima
- b) eliminar el oxígeno

Sin embargo en la práctica, la inactivación de enzimas puede ser perjudicial, y la eliminación total del oxígeno no puede llevarse a cabo; en tal caso para sustituir esto, se tiene el recurso de emplear antioxidantes.

Se había mencionado que el calor, la luz, las trazas de metales y peróxidos, pueden iniciar la reacción de oxidación, y además, otro factor importante es la disponibilidad de oxígeno, pues bien, el control de estos factores, retardarán considerablemente la oxidación.

Para casos de bebidas embotelladas, como son la cerveza, los vinos, refrescos, es deseable que se mantengan en refrigeración y su llenado debe realizarse a contrapresión de CO₂ (en el caso de los vinos, sólo para los espumosos).

La luz es un factor que debe tomarse en cuenta, pues aunque no es el causante directo de la oxidación, puede --

iniciarla, entonces, mediante el uso de recipientes y empaques apropiados que contengan al producto terminado, puede evitarse en gran parte el problema de la luz, pudiéndose alargar la vida de anaquel del alimento.

La presencia de metales, aunque sean en cantidades muy pequeñas, pueden estar presentes, ya sea como contaminantes, debido al uso de equipo que los contenga, o que estuvieran presentes por otra causa; el equipo de acero inoxidable es recomendable, así como para remover o inactivar las trazas de metales, pueden usarse agentes secuestrantes, como el EDTA o ácido cítrico.

La disponibilidad de oxígeno es importante, ya que dependiendo la naturaleza del alimento, se podrá encontrar en mayor o en menor cantidad, así por ejemplo, en alimentos sólidos la velocidad de difusión del oxígeno será diferente que para alimentos líquidos.

En bebidas embotelladas, principalmente en la cerveza, es importante el control sobre la presencia de aire en el cuello de la botella, pues altera la estabilidad de la cerveza.

Gray y Stone (12) observaron que el efecto de la presencia del aire sobre la estabilidad de la cerveza, varía de acuerdo a la cantidad de aire que contenga.

Las cervezas sometidas a tratamiento para contener de 5 a 7 cm³ de aire por botella, quedan señaladas como poseedoras de sólo la mitad o menos de vida de anaquel, en comparación con la que tienen las botellas " libres de aire " de la misma cerveza .

Se puede contrarrestar la presencia del oxígeno, mediante gas empacado, o eliminándolo por la incorporación de una enzima que cataliza la oxidación de glucosa a ácido glucónico, pudiendo usarse, si hay agua y glucosa presentes. Esta enzima es la glucosa-oxidasa o aerodeshidrogenasa (29) que es obtenida a partir de micelios de hongos, como Aspergillus y Penicillium.

Esta enzima es considerada como una deshidrogenasa aeróbica típica, que cataliza como se había citado, la reacción de oxidación de glucosa a ácido glucónico, siendo reducido el oxígeno molecular a peróxido de hidrógeno. Se trata de una flavoproteína, que contiene al grupo prostético flavín-adenin-dinucleótido. (FAD) .

Las preparaciones comerciales de esta enzima frecuentemente contienen cantidades apreciables de otra enzima, como por ejemplo ; la catalasa, que es conveniente para ciertos usos, dado que elimina peróxido de hidrógeno gene-

rado aeróbicamente por la glucosa-oxidasa. Esta enzima fue aislada por Coulthard en 1945 (4).

El ácido ascórbico tiene la propiedad de atrapar el oxígeno disuelto, formando ácido deshidroascórbico. Además de los factores tomados en cuenta anteriormente para la -- prevención de la oxidación, el uso de antioxidantes resulta benéfico.

ANTIOXIDACION

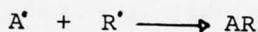
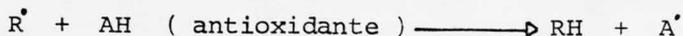
El uso de antioxidantes en la industria alimenticia es una forma de contrarrestar en gran parte, la oxidación en los alimentos terminados y con ello aumentar su estabilidad.

Los antioxidantes son sustancias con afinidad preferente para ser oxidadas, es decir, son compuestos que se oxidarán antes que los productos que van a proteger.

La investigación sobre oxidación en alimentos ha sido preferentemente enfocada hacia alimentos que contienen aceites o grasas. Sin embargo, alimentos que no tuvieran aceites o grasas, también son susceptibles a la oxidación.

Como ejemplo, se cita la elaboración de la cerveza, en donde la presencia de sustancias susceptibles a oxidarse están presentes desde las materias primas hasta el producto terminado; de aquí la importancia que tiene la estabilidad de la cerveza frente a la oxidación.

MECANISMO DE ANTIOXIDACION : (11)



En donde R^{\bullet} representa un radical libre de un ácido graso, el cual también es un agente propagador de la cadena

Un antioxidante reacciona con tal radical, reformando el ácido graso RH y un nuevo radical A'. Este radical antioxidante no es capaz de iniciar una nueva reacción en cadena, que es inactiva por dimerización o por otras reacciones. Esto significa que los antioxidantes intervienen y son usados en la reacción, pudiendo parar una o dos cadenas, pero no más. De esta manera, aún la adición de un antioxidante es solamente un paro temporal de la oxidación, en efecto, si la oxidación ha avanzado y se tiene la presencia de una gran cantidad de radicales libres, la oxidación no podrá detenerse por la adición de antioxidantes, por lo tanto, sólo es una prevención contra la oxidación.

Existen diversos métodos para evaluar estados de oxidación en alimentos. Así, un método para la determinación de peróxidos es el método de Wheeler; existe también otro método que es el "Índice de peróxidos, otro es la prueba del TBA (ácido 2-tio-barbitúrico), que está basada en la determinación de aldehído malónico que se produce en los compuestos fuertemente insaturados, por un rompimiento de los peróxidos formados. Estos métodos son aplicados a materias grasas y aceites como una evaluación de la oxidación que han sufrido.

INDICE DE LA PRUEBA DEL TIEMPO. (IPT).

Este método es empleado en cervecería; el IPT se emplea como una medida del estado de oxidación de la cerveza. El método determina la velocidad a la cual una muestra decolora un indicador de óxido-reducción, en condiciones normalizadas prescritas, sirviendo los valores IPT, así obtenidos, de mediciones indirectas y concentraciones de las sustancias reductoras presentes.

Se ha hallado (13) que la desaparición de las sustancias reductoras atestiguadas por valores IPT, crecientes, acompaña a los cambios de sabor y de gusto, y a la pérdida de estabilidad, en el curso de las reacciones de oxidación en la cerveza; encontrándose una relación entre los valores de IPT, con la estabilidad de la cerveza frente a la oxidación.

Debe reconocerse, sin embargo, que los sistemas de oxidación-reducción presentes en la cerveza, son numerosos y poco es lo que se sabe de la naturaleza de tales sistemas.

Sin embargo, se puede concebir la existencia de un grupo de sustancias reductoras naturales, cuya presencia contribuye a la resistencia de la cerveza a la oxidación,

y que en tal sentido pueden considerarse protectoras de la cerveza.

Así, se ha encontrado (18) que en la cocción del mosto se provoca una disminución de los valores del IPT, efecto atribuible a dos causas posibles :

1).- Contribución del lúpulo con sustancias reductoras y formación de compuestos reductores en el curso de la cocción, ya sea por interacción de los componentes del mosto, o por su posible reacción con los componentes del lúpulo.

Si el mosto se hierve con lúpulo, el valor de la prueba del tiempo por indicador (IPT) baja, por formación de sustancias reductoras, acompañadas por un aumento de color, ambas cualitativamente similares a la reacción que tiene lugar en la cocción normal del mosto con lúpulo.

Los compuestos reductores formados pueden ser melanoidinas, derivadas de una reacción de los aminoácidos con los azúcares, por la influencia de altas temperaturas.

Hartong (18) menciona la posibilidad de que el cambio térmico en la naturaleza de las proteínas pueda liberar grupos sulfhídricos, existiendo la posibilidad de que se produzcan en los azúcares, cambios de tipo pirolítico u

otros que den productos de descomposición dotados de propie
dades reductoras.

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LOS ANTIOXIDANTES UTILIZADOS EN EL PRESENTE ESTUDIO (29)

Antioxidantes utilizados :

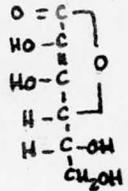
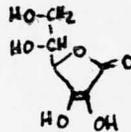
- 1.- Acido iso-ascórbico
- 2.- Piro-sulfito de potasio (metabisulfito de potasio)
- 3.- Galato de propilo
- 4.- Alfa-tocoferol
- 5.- Hidroxi anisol butilado
- 6.- Hidroxi tolueno butilado
- 7.- Acido nordihidroguayarático
- 8.- Glucosa-oxidasa

----- 0 -----

1.- Acido D-iso-ascórbico.-Ac. D-araboascórbico, ácido sacarosónico, iso-vitamina C, ácido glucosacarónico.

Fórmula condensada : $C_6H_8O_6$

Fórmula desarrollada :



El ácido ascórbico o vitamina C y el ácido D-iso-ascórbico o iso vitamina C, tienen una potencia vitamínica diferente, presentando el ácido isoascórbico una potencia de 1/2 a 1/20 de la del primero.

El ácido iso-ascórbico es obtenido por tratamiento ---

del 2-ceto-metil-D-gluconato con metóxido de sodio (Maurer and Schiedt., Ber. 66, 1054 (1933) .

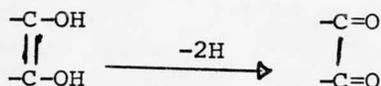
Propiedades físicas :

Cristales granulares, obtenidos a partir de agua o dioxano. Se descompone a una temperatura de 174°C.

Solubilidad.- es soluble en agua, alcohol, moderadamente soluble en acetona, ligeramente soluble en glicerol.

Usos.- utilizado como antioxidante para alimentos (Kadin, Osadca, Agricult. & Food Chem. 7 358 (1959) .

Las propiedades antioxidantes del ácido iso-ascórbico (21) son atribuibles a la presencia del grupo dienol, el cual es rápidamente oxidado en solución por la presencia del aire a su forma deshidro :



Esta reacción se lleva a cabo más rápidamente por la presencia de catalizadores metálicos, particularmente hierro y cobre .

Se ha notado que todos los productos relacionados (con la excepción del ácido deshidroascórbico), que contienen el grupo dienol, son fuertes agentes reductores. El ácido deshidroascórbico es un compuesto relativamente ines-

table, y es rápidamente hidrolizado en soluciones acuosas a ácido dicetogulónico; arriba de un pH 4 y en la presencia de aire, se oxida rápidamente dando ácido treónico, y en soluciones alcalinas sufre completa degradación hasta dióxido de carbono.

Es interesante notar, que el grupo dienol, asociado con el anillo bencénico, se encuentra grandemente extendido en los constituyentes de las plantas. Refiriéndose esto en particular, a la configuración o-dihidroxibenceno del cual el ejemplo más simple es el catecol, y los más complejos son los grandes grupos de compuestos que se encuentran en la naturaleza, por ejemplo :

Los taninos, compuestos bencenoides y los flavonoides fenólicos, como las cumarinas, cianinas, antocianidinas, catequinas, ácido caféico y ácido clorogénico.

Estos compuestos son de gran importancia en la industria cervecera, especialmente los taninos. Bengaugh y Harris (1955) probaron que un gran número de estos compuestos y sus polímeros están presentes en la turbiedad de la cerveza.

La facilidad con la cual estos compuestos sufren oxidación es usada en la práctica, empleandolos como antioxi

dantes para aceites, para prevenir la ranciedad; ejemplos de estos compuestos son :

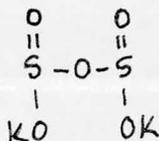
Galato de propilo y el ácido nordihidroguayarético-- (NDGA), que son liposolubles. El ácido ascórbico puede actuar como un antioxidante para protección de los compuestos fenólicos frente a la oxidación, y alargar la vida de anaquel de los alimentos que los contengan.

----- 0 -----

2.- Piro sulfito de potasio.- (metabisulfito de potasio).

Fórmula condensada : $K_2S_2O_5$

Fórmula desarrollada :



Propiedades físicas :

Cristales blancos o polvo cristalino.

Olor.- a dióxido de azufre.

Da reacción ácida.

Se oxida en presencia de aire a sulfato.

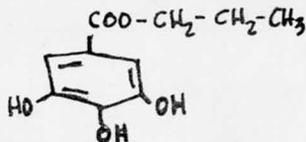
Soluble en agua, insoluble en alcohol.

Usos.- Utilizado como antioxidante en cervecería y elaboración de vinos.

3.- Galato de propilo., (galato de n-propilo, éster propílico del ácido gálico).

Fórmula condensada : $C_{10}H_{12}O_5$

Fórmula desarrollada :



Propiedades físicas :

Cristales, con punto de fusión de $150^{\circ}C$.

Solubilidad en agua a $25^{\circ}C$ es 0.35 g/100 ml .

Solubilidad en alcohol a $25^{\circ}C$ es 103 g/100 g .

Solubilidad en eter a $25^{\circ}C$ es 83 g/100 g .

Solubilidad en aceite de semillas de algodón a $30^{\circ}C$ es 1.23 g/100 g .

Se oscurece con la presencia de hierro y sus sales .

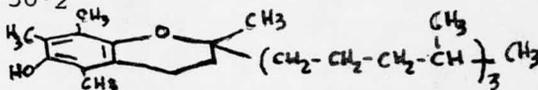
Usos.- Utilizado como antioxidante en alimentos .

----- 0 -----

4.- Alfa-tocoferol. (Vitamina E, 2,5,7,8-tetrametil--
2- (4'-18'-Trimetil-tridecil)-6-cromanol .

Fórmula condensada : $C_{29}H_{50}O_2$

Fórmula desarrollada :



Todos los tocoferoles derivan del 6-hidroxicromano, --
con una cadena isoprenoide lateral en posición 2, diferen--
ciándose entre sí, tan solo en los grupos de sustitución de
los átomos de carbono 5,7 y 8 .

El D-gama-tocoferol, es el compuesto más activo de el- .
grupo de la vitamina E .

Fuentes de obtención.- del germen de trigo, lechuga, alfalfa. El alfa-tocoferol se encuentra en la naturaleza acompañado por otros dos factores activos, el beta y el gamma tocoferol.

Propiedades físicas:

Punto de fusión.- 2.5 - 3.5°C

Punto de ebullición.- 200 -220°C

Prácticamente insoluble en agua.

Muy soluble en : aceites, grasas, acetona, alcohol, -- cloroformo, éter.

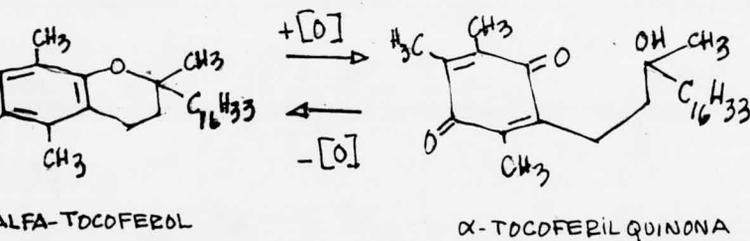
Estable al calentamiento y álcalis en la ausencia de - oxígeno.

Es oxidado lentamente en atmósfera de oxígeno, rápidamente por sales de fierro y sales de plata.

Importante.- Se oscurece gradualmente a la exposición- de la luz.

Prácticamente en todos los aceites vegetales se encuen- tran cantidades pequeñas de tocoferol, que actúa como an- tioxidante natural.

Mecanismo de oxidación del alfa-tocoferol: (Harrison-- W.H, y Cols., Biochem. et Biophy. Acta, 21 (1956) 150) :



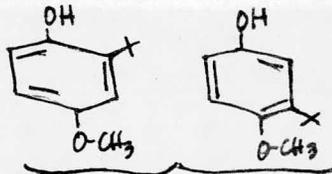
En la naturaleza, los tocoferoles se encuentran en los aceites del alimento que los contiene, por lo que es imposible cristalizarlos. Únicamente la forma racémica del d-1 alfa-tocoferol sintético se ha obtenido cristalizado .

Usos.- Se emplea como antioxidante en alimentos .

5.- Hidroxi anisol butilado. (BHA, una mezcla de 2-ter-butil-4-hidroxianisol, llamado también 3-ter-butil-4-hidroxianisol, y 3-ter-butil-4-metoxifenol o 2-ter-butil-4-hidroxianisol).

Fórmula condensada : $C_{11}H_{16}O_2$

Fórmula desarrollada :



Propiedades físicas :

Insoluble en agua, soluble en éter de petróleo, soluble en alcohol al 72%, soluble en propilenglicol, soluble en grasas y aceites menos del 0.5 %.

Presenta propiedades antioxidantes y sinergismo con ácidos, hidroquinona, metionina, lecitina y ácido tiodipropiónico.

Usos.- Usado como antioxidante, especialmente en ali-

mentos.

La American Meat Institute Foundation.- ha propuesto una mezcla de antioxidantes conocida con el nombre de AMIF-72, la cual contiene:

20 % de BHA

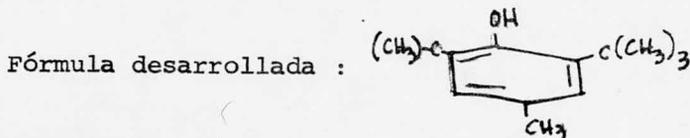
6 % de galato de propilo

4 % de ácido cítrico; disueltos en propilenglicol.

Esta mezcla es usada como preparación comercial de antioxidantes. Sustane y Tenox, son algunos de sus nombres comerciales.

6.- Hidroxi tolueno butilado : (BHT, 2,6,-di terbutil-4metilfenol).

Fórmula condensada : $C_{15}H_{24}O$



Propiedades físicas :

Cristales, con punto de fusión $70^{\circ}C$.

Punto de ebullición $265^{\circ}C$.

Insoluble en agua, muy soluble en tolueno.

Soluble en.- Metanol, etanol, isopropanol, etilmetilcetona, acetona, éter de petróleo, benceno.

Es más soluble en aceites y grasas que el hidroxi ani-

sol butilado.

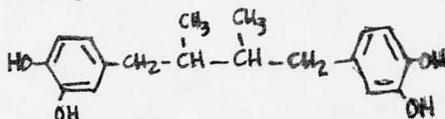
Usos.- Como antioxidante para alimentos, de consumo humano, en forrajes, y aceites vegetales y animales.

----- 0 -----

7. Acido nordihidroguayarético: (NDGA, 4,4'-(2,3-dimetil-tetrametilen)-dipirocatecol, ó 2,3-bis(3,4-dihydroxibencil)butano

Fórmula condensada : $C_{18}H_{22}O_4$

Fórmula desarrollada :



Propiedades físicas :

Forma cristales con ácido acético diluido.

--- Punto de fusión .- 184-185°C.

Soluble en: etanol, metano, éter, acetona, glicerol, - propilenglicol, ácido sulfúrico concentrado.

Ligeramente soluble en agua caliente.

Prácticamente insoluble en benceno y tolueno.

Solubilidad en aceite de semilla de algodón a 30°C es- de 7.1 mg/g.

Usos.- Como antioxidante en grasas y aceites.

----- 0 -----

8.- Glucosa-oxidasa.

Polvo amorfo o cristales. Absorción máxima entre 270-280, 375-380 y 450-460 μ (en soluciones acuosas) .

Muy soluble en agua, el color de sus soluciones es --verde-amarillo .

Es más activa a pH 5.5 -6.0 y 30-35°C; es estable a--pH 4.5-7 estable a la tripsina y la pepsina. Las unidades-para definir su actividad, se define como: la cantidad de-enzima la cual causa el consumo de 10 mm^3 de oxígeno por -minuto en un manómetro Warbug a 30°C en la presencia de un exceso de aire y un exceso de catalasa con un sustrato que contenga 3.3. % de glucosa-monohidratada y un regulador de fosfatos 0.1 M, pH 5.9 con 0.4 % de acetato de sodio. (---Scott, J. Agr. & Food Chem. 1,727 (1953) .

Usos.- Principalmente en la protección de alimentos:-para la eliminación de glucosa de albúmina de huevo y és--tos así tratados se someten al secado. Para eliminar oxíge--no de productos alimenticios enlatados, refrescos, cerveza y alimentos almacenados .

En la manufactura de pruebas de ensayo para control -de la diabetes y pruebas de fertilidad. Para la estabiliza--ción de preparaciones de ácido ascórbico y vitamina B₁₂.--En combinación con catalasa para tratamiento de envolturas para alimentos para prevenir la deterioración oxidativa .

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS .

Para realizar las pruebas fue necesario llevar a cabo 32 cocimientos. Todos se realizaron con la misma materia prima, formulación, proceso y diagramas de temperaturas. El antioxidante en todos los casos en que se utilizó, se puso en contacto con la cerveza al momento de hacerse la primera filtración .

La formulación se llevó a cabo seleccionando la materia prima por su cantidad de material extractable, actividad de alfa-amilasa y actividad diastásica. Esta formulación se hizo también, pensando en obtener una cerveza con 13°Ba de extracto de mosto original. La relación adjunto--malta es de 4-6 ya que es un promedio de utilización de ad juntos en la República Mexicana .

Los cocimientos se dividieron en 8 grupos de 4 cada uno. El primer cocimiento de cada uno de estos grupos fue un cocimiento testigo, en el cual no se utilizó ningún antioxidante .

Los cocimientos se elaboraron en la siguiente manera :

COCEDOR :

Una vez ya pesado y molido el material, se preparó el cocedor colocando 7.34 l de agua, 10 g. de sulfato de calcio y adición de ácido fosfórico al 20 % hasta obtener un-

pH de 5.2; se ajustó la temperatura a 45°C y se adicionó todo el conjunto más 320 g. de malta ayuda (chavalier); se elevó la temperatura a 50°C. y se sostuvo durante 10 minutos; al término de éstos se elevó a 65°C a razón de un grado por minuto y se sostuvo 10 minutos; se elevó a 103°C, en 20 min. y se sostuvo 10 min., al término de éstos, se procedió a pasar el material al macerador, ésto se realizó en 25 min.

MACERADOR :

El macerador se preparó colocando 14.42 l de agua, 10-g. de CaSO_4 y adición de ácido fosfórico al 20% hasta un pH de 5.2, se ajustó la temperatura a 28°C, a los 6 min. de -- que el cocedor tenía 50°C. se añadió la malta en el macerador; la temperatura subió a 30°C y se sostuvo 15 min.; se elevó la temperatura a 45°C durante 15 min., y se sostuvo - 45 min.; al término de éstos, comenzó a llegar el material del cocedor y se aumentó gradualmente la temperatura hasta 70°C los que se mantuvieron hasta conversión. Una vez realizada la conversión se elevó la temperatura a 75°C para inactivación, y se pasó el material al filtro.

FILTRO:

El filtro se había calentado previamente a una temperatura de 80°C, y se había formado una cama de agua acidulada

a un pH de 6.2 con ácido fosfórico al 20 % sobre el fondo falso, de aproximadamente 2.5 cm. de altura. Se dejó caer todo el material del macerador en el filtro y se dejó reposar por 15 min. Una vez transcurridos éstos, se recirculó el mosto hasta que tuvo una brillantez adecuada, lograda ésta, se envió el mosto a la olla. Dentro del filtro se regó la torta filtrante con agua acidulada a un pH de 6.2 hasta tener un molúmen de 38 l en la olla.

OLLA:

Una vez que comenzó a llegar el mosto y que cubrió el serpentín, se calentó a ebullición incipiente, hasta que el vollúmen del líquido ha cubierto el percolador, en ese momento se deja de calentar por el serpentín y se calienta -- por el percolador. También en este momento se le adicionaron 2 g. de NaCl. Una vez que tenemos el volúmen final de 38 l. se realizó la primera adición de lúpulo.

Esta adición fue de 10.66 g. de extracto de lúpulo, a los 45 min. se realizó la segunda adición de lúpulo que fue de 4 g., transcurridos 15 min. se pasó el mosto al tanque de mosto caliente. La evaporación total fue de 3 l.

TANQUE DE MOSTO CALIENTE :

El tanque de mosto caliente se lavó y esterilizó con -

vapor previamente, para poder recibir el mosto de la olla.- Se dejó reposar durante una hora para que sedimentará en caliente.

ENFRIADORES :

Transcurrida esta hora se pasó a través de un intercambiador de calor y se enfrió a 9°C, al momento de que se enfría el mosto se inoculaba con 350 ml. de levadura Saccharomyces cerevisiae var. carlsbergensis y a la vez se aereaba con una relación de 0.65 l aire/l mosto, de aquí se pasó a los tanques de verificación.

VERIFICACION:

Se dejó permanecer por 3 horas y es para obtener la sedimentación en frío.

FERMENTACION :

De la sala de verificación se envió al salón de fermentación, en donde se dejó fermentar controlando su temperatura a 12.5°C, hasta obtener un grado Balling de 3. Una vez - que la atenuación fue suficiente se le disminuyó la temperatura hasta 6°C a esta temperatura se pasó al salón de reposo.

REPOSO :

En el tanque de reposo, se recibió a contrapresión de-

CO₂ y se procedió a realizar el Kraeusen. Esto se hizo añadiéndole el 7 % en peso de cerveza en estado de Kraeusen. -

Para este estado se consideraron 3 condiciones :

a).- Que tuviera 2°C, más que el arranque de la fermentación.

b).- Que tuviera 1.35 Ba menos que al arranque de la fermentación.

c).- La espuma característica.

Se dejó reposar durante 30 días.

REPOSO:

En el reposo se controló la cantidad de oxígeno disuelto, cuando un tanque tuvo más de 100 ppm se le burbujeó CO₂ hasta tener una lectura de 100 o menor. Transcurridos los 30 días se le envió a filtros.

FILTRADO :

Se filtró a través de un filtro prensa, utilizando una precapa de tierra de diatomeas. Al ir recibiendo en un tanque a contrapresión de CO₂ se fue realizando la adición del antioxidante, inyectando éste por las mangueras.

EMBOTELLADO Y PASTEURIZADO :

Inmediatamente después de la filtración final, se procedió al llenado de las botellas, las cuales habían sido lavadas y esterilizadas. El llenado se realizó a contrapre---

sión de CO_2 y la presión final total fue de 3.0 Kg/cm^2 . Se pasteurizaron utilizando un pasteurizador alimentado por vapor. Se elevó la temperatura a 61°C en 20 min. y se desminuyó a 20° en 20 min.

Las botellas se almacenaron en un lugar fresco, oscuro sin variaciones de temperatura y dentro de sus cajas.

Al cumplirse las fechas adecuadas, se enviaron las ---muestras al laboratorio para su análisis. Estos análisis se realizaron a uno, quince, treinta y sesenta días de haberse embotellado.

Se pensó en el uso de la determinación del potencial redox, sin embargo, las técnicas de muestreo se complican tanto a causa de que todo el contacto con el oxígeno atmosférico debe ser evitado.

Además el rH no nos da ninguna información tanto de la cantidad de sustancia reductora como la oxidante, sino una idea del estado de oxidación (30).

Considerando los complejos sistemas en la cerveza, se observa que el potencial redox no dice mucho. La cerveza -- contiene un gran número de sistemas de oxidación que están sujetos a constantes cambios principalmente a través de la acción enzimática. La velocidad de estas reacciones depende

de la concentración de cada sistema redox individual y de -
la temperatura a que se halla sometida la muestra.

INDICE DE LA PRUEBA DEL TIEMPO (IPT)

Reactivos :

a).- Sal de sodio del 2,6-diclorofenol indofenol (llamada también; sal de sodio del 2,6-dicloro-bencenona indofenol) No. 3463 de Eastman Kodak 95 % de pureza .

b).- p-dioxano grado reactivo J.T. Baker Chemical Co.- No. 9231 o Eastman Kodak No. 13024

c).- ácido acético glacial

d).- solución de tiosulfato de sodio pentahidratado -- 0.01 N.

e).- solución de yodura de potasio al 0.25 %

f).- ácido sulfúrico 6N

g).- solución de almidón al 1 %

Preparación :

Disolver 175 mg. de sal de sodio del 2,6-diclorofenol-indofenol 100 ml. de p-dioxano y añadir 1 ml de ácido acético glacial. Agitar y filtrar a través de papel filtro cuantitativo.

Normalización :

En un matraz erlenmeyer de 250 ml. colocar 100 ml. de agua destilada más 10 ml. del indicador del IPT más 5 ml. - de yoduro de potasio, más 10 ml. de ácido sulfúrico. Titular con el tiosulfato de sodio . La concentración debe ---

de ser 150 mg/100 ml.

Método :

Destapar la cerveza, descarbonatar lo más rápidamente posible y vaciar la cerveza a dos tubos hasta la marca de 10 ml. en uno de ellos debe quedar ligeramente por debajo de la marca; tapar los tubos y colocarlos en un vaso de -- precipitados con agua a 25°C, dejar reposar unos momentos--

Al tubo que tenía la cerveza ligeramente por abajo de la marca se le adicionan 0.25 ml. del reactivo para IPT. - En este momento se empieza a tomar el tiempo. Tapar perfectamente y mezclar por inversión .

Con el comparador especial hacer comparaciones fre---
cuentes hasta que los colores se igualen. En este momento-
parar el reloj. Informar en segundos.

DETERMINACION DE LA TURBIEDAD.

Reactivos :

a).- Solución de sulfato de hidracina al 1 %

b).- Solución de formacina al 10 %

Preparación :

Disolver 0.5 g en 50 ml. de agua destilada y añadir --
5 g. de formacina . Dejar reposar durante 24 hrs. Tomar ---
7.25 ml. y aforar a 500 ml. con agua destilada; tomar de --
esos 500 ml. 50 ml. y aforar a 250 ml. con agua destilada.-
El turbidímetro se calibra entonces con esta solución a 116
U.H. (unidades Helm).

Aparato:

Un turbidímetro Haze Meter tipo UKMld marca Helm Co.

Método :

Se pone a la temperatura de 0°C durante 24 hrs. antes-
de ser utilizada; al momento de realizarse la prueba, se --
destapa la cerveza, se descarbonata y se coloca en la celda.
Se lee la turbiedad y se informa en unidades Helm. Desde-
el momento de destapar la cerveza hasta el de medir la tur-
biedad debe transcurrir el menor tiempo posible dado que la
temperatura de la cerveza comienza a aumentar y la turbie--
dad en frío se comienza a disolver .

Todas las pruebas se realizaron en el mismo aparato y-
a las fechas indicadas.

Los cocimientos se elaboraron siguiendo la siguiente formulación :

		Extracto (BH)	Extracto (g)	Material (g)
Cocedor	Grits	92.5	1860.00	1995.50
	Chevalier	74.8	255.59	320.00
Macerador	Apizaco	73.5	492.65	623.20
	Larker	72.0	621.18	795.11
	Porvenir	71.9	821.49	1052.32
	Chevalier	74.8	38.85	48.64
	País	70.3	400.48	519.42
	Carapils	68.6	78.09	102.61
	Caramelo	69.5	79.08	103.20
TOTAL			4647.40	5564.00

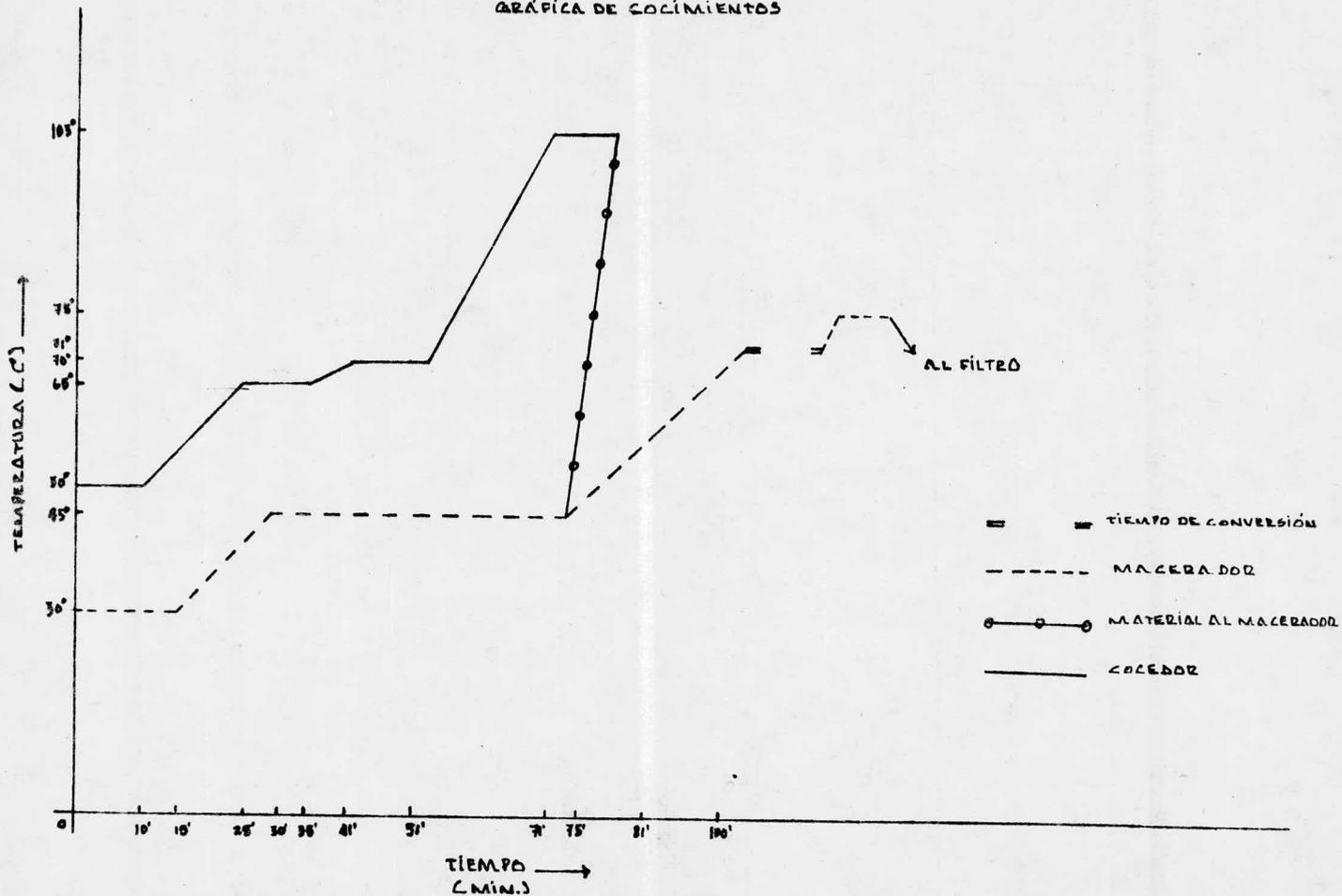
Material (g)	-----	5564.00
Extracto (g)	-----	4647.40
Extracto requerido (g)	-----	4550.00
Extracto sobrante (g)	-----	97.40
Litros de agua en el cocedor (3.1 Hl/100 Kg. de material)	---	7.34
Litros de agua en el macerador (3.9Hl/100 Kg. de material)	---	14.42
Material en cocedor (g)	-----	2319.50
Material en macerador (g)	-----	3244.50
Malta ayuda en cocedor(0.16 Kg/Kg de grits) (g)	-----	320.00

CONCENTRACION DE LOS ANTIOXIDANTES EMPLEADOS .

COCIMIENTO	ANTIOXIDANTE	CONCENTRACION
1	Testigo
2	Metabisulfito de potasio	2g/Hl 0.7 g/35 l
3	Metabisulfito de potasio	6g/Hl 2.1 g/35 l
4	Metabisulfito de potasio	10g/Hl 3.5 g/35 l.
5	Testigo
6	Ac. iso-ascórbico	2g/Hl 0.7 g/35 l
7	Ac. iso-ascórbico	6g/Hl 2.1 g/35 l
8	Ac. iso-ascórbico	10g/Hl 3.5g/35 l
9	Testigo
10	Galato de propilo	2g/Hl 0.7 g/35 l
11	Galato de propilo	6g/Hl 2.1 g/35 l
12	Galato de propilo	10g/Hl 3.5 g/35 l
13	Testigo
14	Alfa tocoferol	2g/Hl 0.7 g/35 l
15	Alfa tocoferol	6g/Hl 2.1 g/35 l
16	Alfa tocoferol	10g/Hl 3.5 g/35 l
17	Testigo
18	Hidroxi anisol butilado	2g/Hl 0.7 g/35 l
19	Hidroxi anisol butilado	6g/Hl 2.1 g/35 l

20	Hidroxi anisol butilado	10g/Hl 3.5 g/35 1
21	Testigo
22	Hidroxi tolueno butilado	2g/Hl 0.7 g/35 1
23	Hidroxi tolueno butilado	6g/Hl 2.1 g/35 1
24	Hidroxi tolueno butilado	10g/Hl 3.5 g/35 1
25	Testigo
26	Ac. nordihidroguayarético	2g/Hl 0.7 g/35 1
27	Ac. nordihidroguayarético	6g/Hl 2.1 g/35 1
28	Ac. nordihidroguayarético	10g/Hl 3.5g/35 1
29	Testigo
30	Glucosa-oxidasa	2g/Hl 0.7g/35 1
31	Glucosa-oxidasa	6g/Hl 2.1g/35 1
32	Glucosa-oxidasa	10g/Hl 3.5g/35 1

GRÁFICA DE COCIMIENTOS



CAPITULO IV

RESULTADOS .

Sólo se realizó un análisis general de las muestras y éste se hizo a las 24 horas de haberse embotellado. A los 15, 30 y 60 días se determinó turbiedad y la prueba del índice del tiempo. Toda cerveza que excedió estos límites se rechazó.

ANÁLISIS A LAS 24 HORAS DE EMBOTELLADO.

Indice de refracción	42.2 (2.0)
Densidad	1.01359(0.002)
Extracto aparente %	3.47 (0.2)
Extracto real %	5.29 (0.2)
Alcohol en peso %	4.00 (0.3)
Alcohol en volumen	5.13 (0.3)
Extracto de mosto original %	13.09 (0.2)
Grado aparente de fermentación %	73.45 (4.0)
Grado real de fermentación %	59.59 (4.0)
pH	4.2 (0.2)
Proteínas ppm	0.30 máxima
Fierro ppm	0.02 máxima
Cobre ppm	0.02 máxima
Tiempo de retención de espuma seg.	330 (41)
Gas carbónico en volumen %	2.80 (0.2)
Gas carbónico en peso %	0.65 (0.15)

Aire ml.	0.25 máximo
Indice de la prueba del tiempo seg.	100 máximo
Diacetilo ppm	0.01 máximo
Antocianógenos ppm	30 máximo
Azúcares reductores %	1.14 (0.1)

RESULTADOS DE LA PRUEBA DEL INDICE DEL TIEMPO (seg)

COCIMIENTO	1 DIA	15 DIAS	30 DIAS	60 dias
1	24	100	367	640
2	22	96	410	515
3	26	215	397	412
4	30	111	240	420
5	23	130	300	720
6	21	131	260	315
7	25	106	190	240
8	29	168	210	180
9	27	90	320	677
10	30	54	70	115
11	28	147	324	412
12	24	84	269	345
13	27	77	318	690
14	23	121	286	400
15	21	139	267	300
16	27	90	194	290
17	21	84	545	810
18	20	256	492	610
19	27	248	361	540
20	23	299	683	800

COCIMIENTO	1 DIA	15 DIAS	30 DIAS	60 DIAS
21	22	118	371	618
22	28	139	431	520
23	26	74	255	370
24	27	251	546	687
25	30	142	516	715
26	24	121	344	412
27	29	77	185	290
28	28	94	219	370
29	28	137	415	780
30	26	102	440	615
31	23	175	639	750
32	29	85	320	514

RESULTADOS DE LA MEDIDA DE LA TURBIEDAD (UNIDADES HELM)

COCIMIENTO	1 DIA	15 DIAS	30 DIAS	60 DIAS
1	17	45	120	350
2	18	30	85	245
3	17	38	100	290
4	18	42	130	300
5	18	40	100	420
6	17	22	45	90
7	18	27	63	130
8	17	25	66	120
9	17	55	120	400
10	17	38	130	250
11	17	40	160	235
12	18	34	105	160
13	17	45	140	320
14	18	30	82	185
15	18	34	70	190
16	17	31	89	175
17	17	55	160	360
18	17	40	80	160
19	17	44	100	210

COCIMIENTO	1 DIA	15 DIAS	30 DIAS	60 DIAS
20	18	48	130	250
21	18	45	170	380
22	18	42	150	360
23	17	36	110	260
24	17	38	125	310
25	17	45	120	400
26	17	36	98	300
27	17	40	100	340
28	17	32	140	260
29	18	45	130	450
30	17	34	120	320
31	18	42	140	360
32	17	30	90	350

CAPITULO V

CONCLUSIONES .

Se observó que el ácido ascórbico fue el que mejor resultado dió; ésto fue a una concentración de 10g/Hl. Por otro lado glucosa-oxidasa no proporcionó una mejora signifi-cativa tanto en la prueba del índice del tiempo como en la turbiedad. Se piensa que el bajo efecto de la glucosa-oxidasa es ocasionado por la mínima cantidad de glucosa presente en la cerveza terminada o por la pequeña cantidad de azúcares reductores presentes .

El alfa-tocoferol ocupó el segundo lugar con respecto a los antioxidantes empleados .

Los antioxidantes del tipo alfa-tocoferol, hidroxitolueno butilado, hidroxianisól butilado y galato de propilo ocasionaron una disminución de las propiedades organolépticas de la cerveza .

Se realizó una lista, numerándolas, del 1 al 8 según su efecto en la estabilidad de la cerveza .

- 1.- Acido iso-ascórbico
- 2.- Alfa-tocoferol
- 3.- Galato de propilo
- 4.- Acido nordihidroguayarético
- 5.- Metabisulfito de potasio
- 6.- Hidroxitolueno butilado

7.- Hidroxi anisol butilado

8.- Glucosa-oxidasa

Se observó también y es importante remarcarlo, que cuando valores bajos del IPT están presentes, se encuentra que la turbiedad disminuye, y ésto es debido a la disminución -- del potencial redox.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA .

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Annual report of brewing industry research foundation.-
Journal Institute Brewing, 59, 1953.
- 2.- Bengaugh, WI and G. J. Harris., Inst. Brewing., 61(1955)
134 .
- 3.- Braverman, J.B.S., Introducción a la bioquímica de los
alimentos., edit. Omega, la ed., 1967.
- 4.- Coulthard. et. al., Biochem., Jornal, 39,24 (1945)
- 5.- Chapon. L., Brewers Digest., 46 (1), 68 (1969)
- 6.- De Clerck, J., Bull. Assoc. Ec. Brass., Louvain 43(1947)
141 .
- 7.- Dean, R.T., This Journal., 107, 1956 .
- 8.- Desroisier, E.N., Conservación de alimentos, Edit. Con-
tinental, S.A., 2a. ed., 1974 .
- 9.- Ferrán-Lamich, J., Cebada y variedades cervceras, Edit
Aedos, la ed. España, 1959 .
- 10.- Frazier, W.C., Microbiología de alimentos, 2a. ed., E-
dit. Acribia, 1972 .
- 11.- Goodwin, R.W.L., Chemical additives in food, Ed. J.& A
Churchill LTD, London, 1967.
- 12.- Gray, P.P and I. Stone., 1939, Wallerstein Lab. Comm. 2
No. 5:5. Journal Inst. Brewing 45:243 .

- 13.- Gray, P.P and I Stone., H. Rothchild., Wsllerstein Lab.
Comm., 2 No. 7:49, (1939)
- 14.- Haen, H., Bioquímica de las fermentaciones., la ed., --
Aguilar, México, D.F., 1973 .
- 15.- Harris, G., Jornal Inst. Brewing, 62 (1956) 390.
- 16.- Harris, G and R.W. Ricketts., Chem. & Ind. (London) -
686, 1958.
- 17.- Harris, G. and R.W. Ricketts., Journal Inst. Brewing --
64 (1958) 22 .
- 18.- Hartong, B., 1934., Wochschr. Brau., 51: 409 .
- 19.- Heron, J.R., Brewers Digest., 46 (1), 62 (1971).
- 20.- McFarlane, W.D., E.Wye and H.L., Grant., Eur. Brew. Conv,
Baden Baden, 298, 1955 .
- 21.- Napier, C.E., Proceedings. Vol. XIX., 66 (1956)
- 22.- Pearson, D, Laboratory techniques in food analisis, la-
ed. Edit. Butterworth, 1973 .
- 23.- Prescott, S.C., and C.G., Dunn., Industrial Microbiolo-
gy., McGraw. Hill Publishing Co., N.Y., 1959 .
- 24.- Rippel, K., Brewers Digest, Dec. 1948, 43 .
- 25.- Rose, H.A., Beer, 1st. ed., Kennedy Edit., 1963 ,
- 26.- Sánchez-Marroquín, A., Principios de Microbiología In--
dustrial., la. ed., Edit. Química, Méx., D.F., 1961 .

- 27.- Schmidt, A.L.C., The chemistry of amino-acids and proteins 2nd. ed., 1942 .
- 28.- Silbereisen, K., and G. Whittman., Eur. Brew. Conv.,-- Copenhagen (1957) 263 .
- 29.- The Merck Index, 8a. ed., Merck Co., Inc., Rahaway, N-J., 1968 .
- 30.- Van Gheluwe, J.E., The determination of the oxidation-state of wort and beer., Technical quaterly.,vol. 4, No. 4, 1973 .
- 31.- Van Roey, MA.A., Bull. Asoc. Ec. Brass., Louvain, 43,- (1947) 41 .
- 32.- Wye, E and W.D. McFarlane., Eur. Brew. Conv., Copenha-gen, 299, 1957 .