

ALCOHOLES SUPERIORES Y
ESTERES EN LAS
CERVEZAS MEXICANAS

Ana María del Carmen Ruiz C.

MEXICO

1 9 5 4



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Universidad Nacional Autónoma de México

UNIVERSIDAD MOTOLINIA

ALCOHOLES SUPERIORES Y ESTERES
EN LAS CERVEZAS MEXICANAS

TESIS

QUE PARA EXAMEN PROFESIONAL DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

PRESENTA

ANA MARIA DEL CARMEN RUIZ CALVILLO

MEXICO

1 9 5 4

A MIS PADRES:

*SR. JESUS RUIZ MIRANDA Y
SRA. CARMEN CALVILLO DE RUIZ M.*

CON INMENSO CARÍO Y GRATITUD
EN EL AÑO DE SUS BODAS DE PLATA
MATRIMONIALES

A MIS HERMANOS .

A MIS MAESTROS

Y COMPAÑERAS

EL PRESENTE TRABAJO SE LLEVO A CABO EN LOS LABORATORIOS DE LA "CERVECERIA MODELO". S. A.. AGRADEZCO A LA DIRECTIVA Y AL DEPARTAMENTO TECNICO SU COLABORACION PRESTADA.

CAPITULOS:

- I.—INTRODUCCION.
- II.—GENERALIDADES. — ESTUDIO TEORICO SOBRE SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE LA CERVEZA
- III.—METODO ADOPTADO. — RESULTADOS.
- IV.—COMPARACION DE LA CANTIDAD DE ALCOHOLES SUPERIORES DE LAS CERVEZAS Y LICORES DESTILADOS.
- V.—CONCLUSIONES.
- VI.—BIBLIOGRAFIA.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La producción de la cerveza es una de las más viejas profesiones de la humanidad. En la Antigua Babilonia se practicaba ya desde hace cuatro mil años, en donde era considerada como un arte de mucho prestigio. En esos tiempos ya se conocia la preparación de la malta a partir de la cebada, y sabían usar la levadura en la fermentación. Los cerveceros babilonios, al igual que los de hoy, elaboraban diferentes variedades de cerveza para satisfacer los diversos gustos de sus consumidores. Había cerveza blanca kurun, negra kurun, cerveza rojiza, cerveza con espuma, cerveza sin espuma y otras variedades que empleaban en sus ritos religiosos. (a)

Desde entonces ya se suponía el alto valor alimenticio de esta bebida, aunque no con la exactitud con que se conoce hoy día, debido a los recientes estudios sobre su contenido en vitaminas, calorías que proporciona, así como su valor en la prevención de ciertas enfermedades. (1)

Un estudio moderno hecho sobre el valor alimenticio de la cerveza ha reportados los siguientes datos:

(a) *Todos estos datos fueron encontrados en una tableta de barro que se descubrió en la antigua Mesopotamia, y que ahora está en poder del Museo de Nueva York.*

Derivados proteicos	7.4	g.
Carbohidratos (asimilables)	9.0	g.
Alcohol	35.0	g.
Grasas	1.65	g.
Minerales (P., Ca., etc.) total en cenizas ...	3.00	g.

Vitaminas:

B1	45	gamas (15 unidades internacionales)
B2	750	gamas
Niacina	15	mg.
B6	750	gamas
Acido pantoténico	600	gamas
Biotina	10	gamas
Acido fólico	3	gamas
Contenido calórico	400	calorias

Los datos están dados por litro de cerveza tipo "lager", de 11 de Baling y 3.5% de alcohol. (5)

Aproximadamente el 75% del contenido calórico de la cerveza, se debe al alcohol. El resto de la energía es aportado por carbohidratos, grasas o sus derivados, y compuestos proteicos, los cuales se encuentran en forma asimilable y parcialmente hidrolizados.

La cerveza, como se ve en la tabla, es rica en vitaminas del complejo B, especialmente en niacina y en riboflavina, y tiene además biotina y piridoxina, ácido pantoténico y tiamina, compuestos éstos que ayudan a combatir la pelagra, dermatitis, y otros síndromes carenciales asociados. (2)

El mosto aporta estas vitaminas, a excepción del ácido pantoténico, que se debe a la levadura; también se ha encontrado que existen antivitaminas. (3)

Algunas personas consideran a la cerveza como una bebida tóxica por su contenido en alcoholes, no tomando en cuenta que, la intoxicación se produce cuando se ingieren grandes cantidades y no cuando se toma con moderación, puesto que la cantidad de alcohol que pro-

duce trastornos en un individuo, está contenida en cinco o seis litros de cerveza, volumen que sería difícil que una persona normal tome de una sola vez, influyendo también en la toxicidad las condiciones fisiológicas del individuo, como son: edad, sexo, estado psicológico, salud, tolerancia, etc. En cambio se han encontrado algunos efectos de la cerveza en el organismo, que podríamos llamar benéficos, y, que resumiendo serían los siguientes:

En la dosis en que se encuentra el alcohol en la cerveza coadyuva a la secreción de jugo gástrico, facilitando los procesos digestivos. Tiene, además una acción diaforética que juega papel importante en la eliminación de sustancias de excreción por la sudoración. En los casos de dispepsia nerviosa, esta dosis de alcohol es la más indicada.

La presencia de sustancias amargas (aportadas por el lúpulo), excitan la producción de jugo gástrico y estimulan el apetito. (6)

El volumen líquido ingerido produce diuresis que contribuye a la función renal de excreción de sustancias inútiles y tóxicas.

En la cerveza encontramos, además, otras sustancias como ésteres superiores que tienen una marcada influencia sobre el "bouquet" de la cerveza, y alcoholes superiores que podrían considerarse tóxicos y que sin embargo no lo son, debido a que existen en pequeñísimas cantidades como veremos más adelante.

Y este es el objeto del presente estudio: determinar la concentración de dichas sustancias en diferentes cervezas mexicanas, y ver en qué proporción, y cómo se forman a lo largo del proceso cervicero.

Luers (8) y Lloyd (9) describen el mecanismo de la formación de los alcoholes y éteres a partir de los aminoácidos del mosto por un proceso de desaminación, descarboxilación y oxidación de acuerdo con el mecanismo de Ehrlich. El producto final, derivado del aminoácido está formado por amonaco que es utilizado por la levadura en la síntesis de sus constituyentes protoplásmicos, y el alcohol que consta de un carbón menos que el aminoácido.

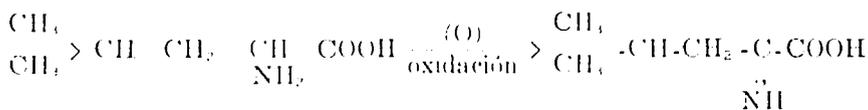
Así por ejemplo tenemos:

<i>AMINOACIDOS</i>	<i>ALCOHOL</i>
Tirosina	Tirosol
Triptofano	Triptofol
Fenil alanina	b-fenil etilen alcohol
Valina	Alcohol isobutilico
Leucina	Alcohol amilico
Alanina	Alcohol etilico

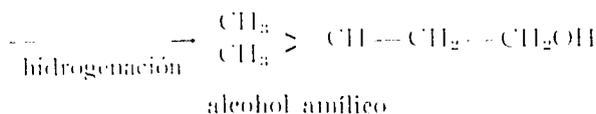
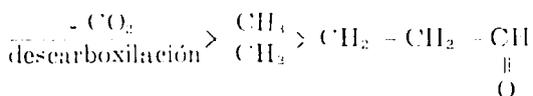
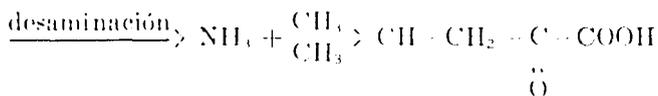
Los alcoholes isobutilico y amilico forman los constituyentes principales del llamado "aceite fusel". Estos, junto con los alcoholes aromáticos (tirosol, triptofol, fenil etilen alcohol) poseen un olor y un sabor pronunciados, que son perceptibles aun en grandes diluciones, contribuyendo grandemente en el olor y sabor de las bebidas en que se encuentran.

La formación del alcohol a partir del aminoácido va de acuerdo con la siguiente reacción:

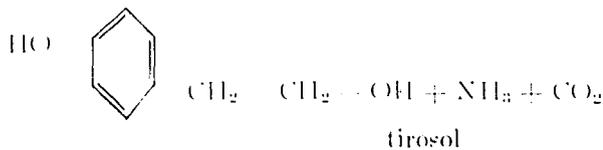
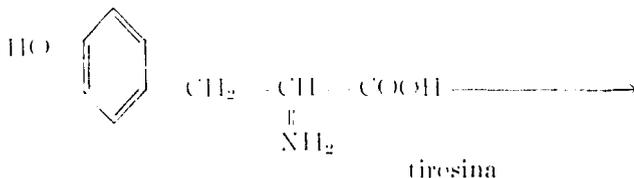
Supongamos que se parte de la leucina, aminoácido de seis carbonos, se obtendrá el alcohol amilico que tiene cinco carbonos en su constitución:



LEUCINA

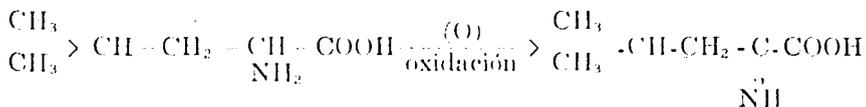


De manera semejante la tirosina produce tirosol, que es un componente normal de la cerveza.

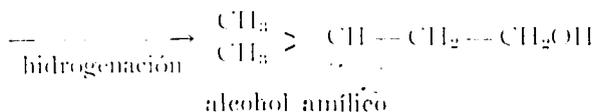
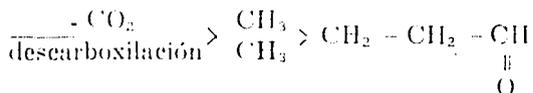
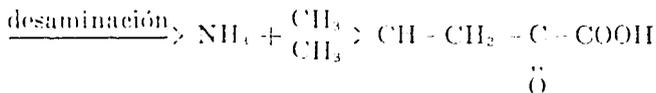


Ehrlich demostró también que el ácido succínico deriva de un aminoácido.

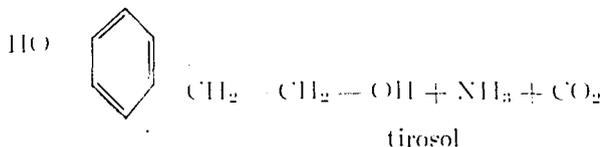
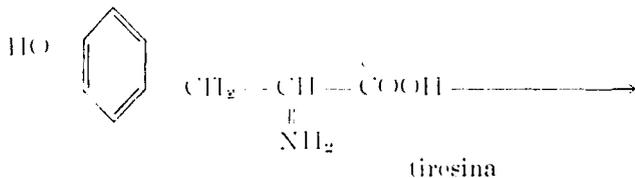
Hay ocasiones en que este proceso no se efectúa debido a que en la reacción se produce una fuerte oxidación, que destruye la molécula del aminoácido.



LEUCINA



De manera semejante la tirosina produce tirosol, que es un componente normal de la cerveza.



Ehrlich demostró también que el ácido succínico deriva de un aminoácido.

Hay ocasiones en que este proceso no se efectúa debido a que en la reacción se produce una fuerte oxidación, que destruye la molécula del aminoácido.

Luers (8) y Lloyd (9) describen el mecanismo de la formación de los alcoholes y ésteres a partir de los aminoácidos del mosto por un proceso de desaminación, descarboxilación y oxidación de acuerdo con el mecanismo de Ehrlich. El producto final, derivado del aminoácido está formado por amoníaco que es utilizado por la levadura en la síntesis de sus constituyentes protoplásmicos, y el alcohol que consta de un carbón menos que el aminoácido.

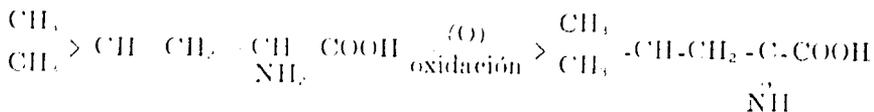
Así por ejemplo tenemos:

<i>AMINOACIDOS</i>	<i>ALCOHOL</i>
Tirosina	Tirosol
Triptofano	Triptofol
Fenil alanina	b-fenil etilen alcohol
Valina	Alcohol isobutilico
Leucina	Alcohol amilico
Alanina	Alcohol etilico

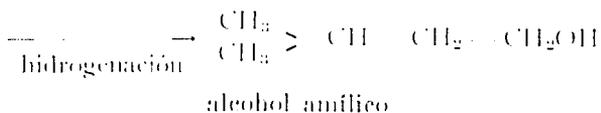
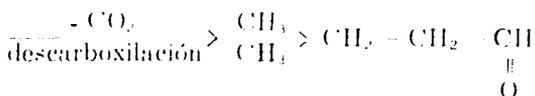
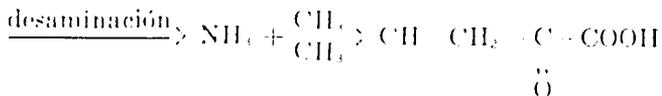
Los alcoholes isobutilico y amilico forman los constituyentes principales del llamado "aceite fusel". Estos, junto con los alcoholes aromáticos (tirosol, triptofol, fenil etilen alcohol) poseen un olor y un sabor pronunciados, que son perceptibles aún en grandes diluciones, contribuyendo grandemente en el olor y sabor de las bebidas en que se encuentran.

La formación del alcohol a partir del aminoácido va de acuerdo con la siguiente reacción:

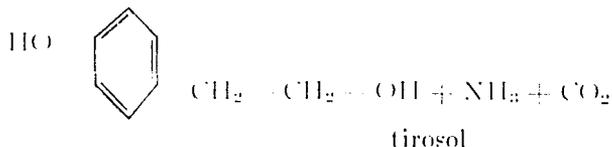
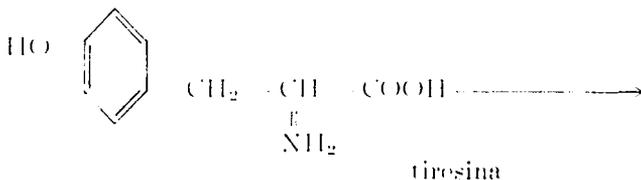
Supongamos que se parte de la leucina, aminoácido de seis carbonos, se obtendrá el alcohol amilico que tiene cinco carbonos en su constitución:



LEUCINA



De manera semejante la tirosina produce tirosol, que es un componente normal de la cerveza.

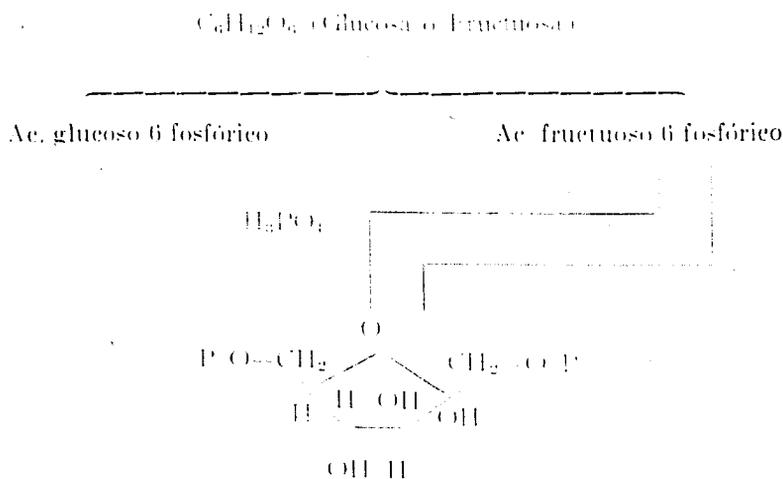


Ehrlich demostró también que el ácido succínico deriva de un aminoácido.

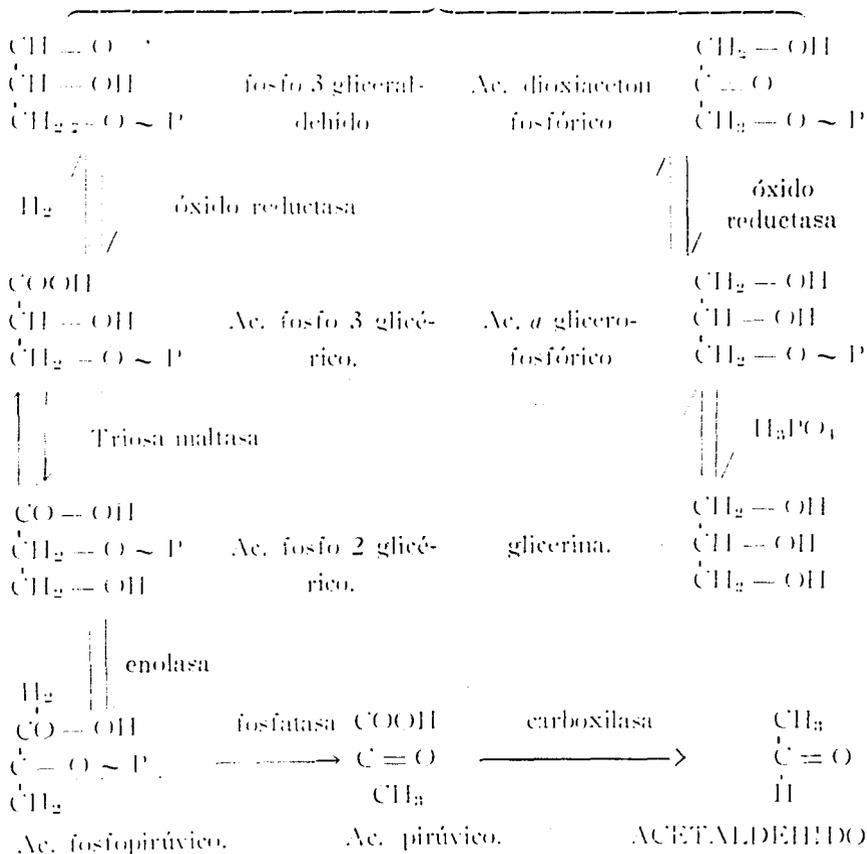
Hay ocasiones en que este proceso no se efectúa debido a que en la reacción se produce una fuerte oxidación, que destruye la molécula del aminoácido.

Se ha comprobado que la levadura presente en el mosto actúa como un agente de hidrogenación. El hidrógeno cedido por la levadura, puede ser tomado por sus receptores, los cuales suelen encontrarse en el sustrato ya sea de una manera natural o añadidos artificialmente.

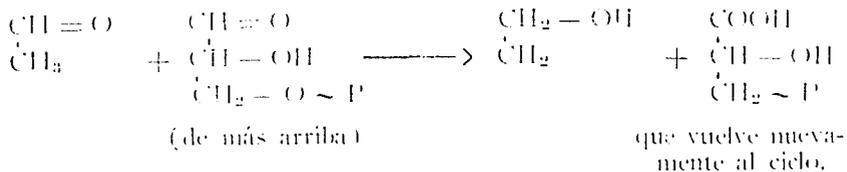
Es bien conocido el desdoblamiento que sufre el almidón a glucosa pasando por maltosa, y a otros azúcares, los cuales se fermentan ayudados por enzimas presentes en la malta, como son la *a* y *b* amilasas, de la manera siguiente:



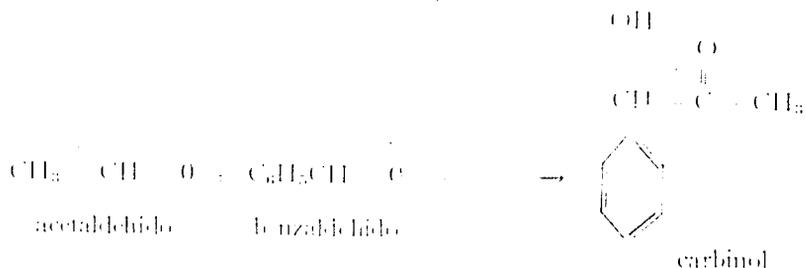
Ac. fructuosa 6 difosfórico,



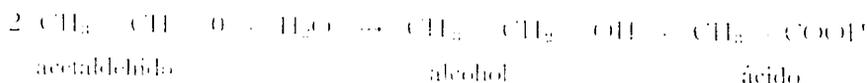
FASE FINAL:



En la última parte de la fermentación alcohólica la mayor parte del acetaldehído se reduce a alcohol, siendo catalizada la reacción por la cozimasa. Según Neuberg una molécula de acetaldehído puede unirse con una de otro aldehído para formar carbinol, producto que también influye en el sabor de la cerveza ya que posee un olor pronunciado.



Otra pequeñísima parte del aldehído se une con una molécula de agua dando alcohol y ácido acético.



Sin embargo, esta reacción llamada de Cannizzaro, da lugar a ácidos superiores cuyos ésteres formados con alcohol etílico y ácidos superiores representan cuerpos aromáticos.

En los estudios reportados por Kolbach, Illies y Windisch (11) se menciona que otra parte de los ácidos se forma porque la levadura asimila el ion amonio de las sales de amonio orgánicas e inorgánicas dejando en libertad el ion ácido, presente entonces como ácido libre. Según los cálculos hechos por estos autores por cada 1.4 mg. del Nitrógeno que forma el radical amonio se produce 1 c. c. de ácido decimonormal.

La formación tanto de los alcoholes como de los ésteres superiores puede ser influenciada por varios factores entre los cuales podemos citar los siguientes:

La cantidad de la levadura y su calidad. Se ha visto que una levadura degenerada y débil produce un aumento en alcoholes supe-

riores y ésteres debido probablemente a una autólisis de las proteínas de la levadura. Esto puede ser comprobado porque se producen menos alcoholes superiores durante una fermentación rápida que durante una lenta.

Pringsheim encontró también en los cocimientos en los que la levadura fermentaba en condiciones desfavorables había un incremento en la formación de alcoholes superiores. (8)

La temperatura de fermentación es otro de los factores que tienen influencia especial sobre el aumento de alcoholes, siendo este aumento proporcional a la temperatura; no afectando, en cambio, de una manera notable, la formación de los ésteres. (12)

El proceso de maduración de la cerveza es importante desde el punto de vista organoléptico ya que durante este período se forman gran cantidad de subproductos, algunos como el sulfuro de hidrógeno que dan olor desagradable, lo mismo que los mercaptanos, compuestos orgánicos del azufre, los cuales se volatilizan casi en el momento de su formación. En este período suele tratarse la cerveza de reposo de modo que se eliminen estos olores y aún añadiendo sustancias que le proporcionen otros agradables.

El lúpulo cede gran cantidad de sustancias aromáticas que muchas veces interceptan otros olores.

Además de que los alcoholes y ésteres superiores ejercen influencias en el aroma y sabor de la cerveza, algunos autores como Glim y Stentzel, indican su acción en el "valor sigma" y densidad de la espuma, basándose tal vez en que el alcohol amílico es un disolvente de la espuma. (12)

La influencia de los ésteres y alcoholes superiores sobre la estabilidad de la espuma, no es definitiva e incluso en las proporciones en que generalmente se encuentran en la cerveza, parece estar comprobado que ninguna influencia ejercen. (6)

MÉTODOS DE ANÁLISIS

Los métodos para la determinación de los ésteres están basados generalmente en la saponificación en medio alcalino, determinando la

base consumida. Este procedimiento es conocido como método de saponificación de Tolman (16).

Tolman empleó este procedimiento, pero usando diferentes indicadores para la titulación (17). Más tarde en Alemania, Hirschbrich modificó este método para usarlo en la cerveza empleando la destilación al vacío y recibiendo el destilado en matraces a baño helado; los resultados los reportó como "Número de saponificación".

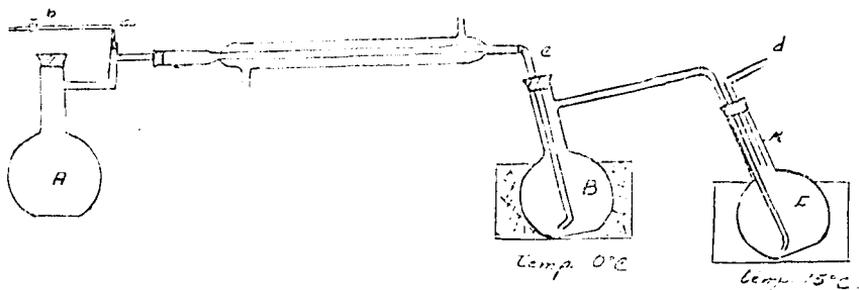
El método del A. O. A. C. (19) para espíritus destilados sigue este principio que consiste en tomar una muestra del problema a ser destilado y saponificar con sosa en licor excesivo durante un tiempo determinado y después titular el álcali sobrante. Por diferencia se deduce el álcali empleado en la saponificación, el que multiplicado por una constante da los resultados en acetato de etilo.

Los métodos para determinar los alcohóles superiores pueden dividirse en 3 tipos: Dos de estos (19), el de absorción del clorofórmio y el del color del ácido sulfúrico, son apropiados para los trabajos de la cerveza porque carecen de sensibilidad y son interferidos por otros compuestos.

El tercer tipo es un método sensitivo colorimétrico. Komarowsky relaciona el desarrollo de color con el aldehído salicílico, mientras que otros autores usan indistintamente vainilla o aldehído salicílico.

De Clerck (20) adoptó el método de Komarowsky para alcohóles superiores en la cerveza, que está basado en la coloración roja dada por los alcohóles superiores con el aldehído salicílico. Pero el mismo De Clerck comprobó que la coloración obtenida no era proporcional al alcohol amílico contenido.

El método seguido por Winchich, Illies y Kolbach lo describiremos con más detalle, debido a su estrecha relación con el seguido por nosotros en el laboratorio. Utilizaron el siguiente aparato (11) que muestra la figura:



El matraz de Claisen de un litro (A) que contiene la cerveza por destilar, en el cuello lateral, un tubo de vidrio (a) con un tubo de hule cerrado por laspinzas (b) que permite la entrada del aire cuando se determina la destilación al vacío. Este mismo matraz está unido a un refrigerante de agua el cual desemboca en el tubo (c) que entra hasta el fondo del primer matraz de absorción que contiene 50 c. c. de agua destilada, y éste comunica a su vez con otro segundo matraz de absorción (C) con alcohol neutro de 96° el cual debe estar tarado con aforo a "M". El tubo (d) está unido a una trompa de vacío.

Los matraces B y C deben mantenerse a temperatura constante de 0°C. y 15°-18°C. respectivamente

La cerveza se usa también sin descarbonatar a 0°C. (para evitar la pérdida de ésteres) mezclada con una cantidad de ácido fosfórico a pH 3 y unas gotas de alcohol octílico. Se destila hasta consistencia siruposa (mas o menos hora y media) se añade más alcohol y se repite la operación.

Se vierte el contenido de B en C, se afora con agua destilada hasta "M" y se destila: en el destilado están contenidos los ésteres y ácidos volátiles. Se dosifican los ácidos volátiles aparte y después los ácidos y ésteres juntos, de este resultado se restan los primeros.

Hace falta eliminar el CO₂ para dosificar los ácidos volátiles, pero esta operación no se puede hacer sobre la porción en que se determinan los ésteres pues se volatilizarían al eliminar el CO₂.

El CO_2 se elimina pasando por la muestra una corriente de aire durante una hora. Se titula con NaOH . Con esto quedan titulados solamente los ácidos volátiles. El resto de la muestra se saponifica con NaOH durante 2 horas por relleno, se agrega HCl y se titula el exceso con sosa valorada. El resultado da ácidos volátiles y ésteres, éstos últimos se sacan por diferencia.

CAPITULO III

METODO ADOPTADO. — RESULTADOS.

El método seguido en esta tesis es la combinación de varios de los métodos anteriores de acuerdo con West, Evans y Becker: (13).

REACTIVOS: Tetracloruro de carbono (purificado)
 Cloruro de sodio, Q.P. (polvo fino)
 Sulfato de sodio Q.P.
 Hidróxido de sodio 0.05 N
 Acido sulfúrico 0.05 N
 Solución oxidante: Disolver 100g. de
 K₂ Cr₂ O₇ en 900 c.c. de agua destilada,
 añadir 100 c.c. de ácido sulfúrico concen-
 trado y mezclar.

APARATOS: Conjunto para destilación y reflujo, con
 conexiones de vidrio, formado por un ma-
 traz de ebullición de 1000, un matraz de
 ebullición de 500 cc., un matraz volumé-
 trico receptor, con marcas a los 235 y
 250 c.c., un refrigerante y adaptadores.

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE LOS ESTERES

Se vierten cuidadosamente 250 c.c. de cerveza fría (2-5°C) y sin descarbonatar, en un matraz de 1000. Se conecta al refrigerante y se destila hasta que se recojan 235 c.c. de destilado. El matraz receptor debe estar sumergido en un baño de hielo durante la destilación. Se afora a 250 c.c. con agua destilada, se mezcla perfectamente y se toman 200 cc. que se ponen en un matraz.

Esta parte alícuota se titula en frío con sosa 0,05 N hasta un pH 8,2 de preferencia potenciométricamente; de otro modo úsese fenolftaleína al 0,5% como indicador. Ésto neutraliza los ácidos libres en la muestra. Se añade una cantidad de sosa 0,05 N entre 1,5 y 2 veces de lo necesario para saponificar los éteres (05 c.c. son suficientes para las cervezas normales). Ésta mezcla se lleva al matraz de 500 c.c. y se saponifican los ésteres por reflujo durante unas dos horas en baño de vapor. Se enfría, se pone en un Erlenmeyer, y se titula con ácido sulfúrico 0,05 N hasta pH 8,2 para neutralizar el exceso de sosa.

El contenido de ésteres de la cerveza se reporta como p. p. m. de acetato de etilo. Cada c. c. de sosa 0,05 N consumido en la saponificación, corresponde a 0,0044 g. de acetato de etilo.

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACION DE ALCOHOLES SUPERIORES

La solución en la que se hizo la determinación de ésteres se lleva a un embudo de separación y se satura con cloruro de sodio (alrededor de 100 g. Se extrae esta solución saturada cuatro veces con tetracloruro de carbono, usando porciones de 40, 30, 20 y 10 c.c. respectivamente. En cada extracción se agita durante un minuto aproximadamente. Se juntan los extractos de tetracloruro de carbono y se lavan tres veces con 25 c.c. de solución saturada de cloruro de sodio y 2 veces con 25 c.c. de solución saturada de sulfato de sodio cada vez.

Se lleva la capa de tetracloruro de carbono a un matraz de 1000 c.c. en el que previamente se hallan puesto 50 c.c. de solución oxidante y se hierve durante 2 horas con el refrigerante de reflujo.

Se deja enfriar la muestra, se le echan algunos pedazos de vidrio, se le añaden 50 c.c. de agua y cuidadosamente se destila hasta que queden unos 50 c.c. Se añaden otros 50 c.c. de agua y se siguen destilando hasta que de nuevo no queden sino unos 50 c.c. Téngase cuidado de que la destilación sea tranquila; el destilado debe ser claro y sin color.

Se titula el destilado hasta el vire de la ferrel talcina, usando hidróxido de sodio 0.05 N. El álcali debe añadirse en pocas gotas cada vez, y debe taparse y agitarse bien después de cada adición.

Los alcoholes superiores se reportan como alcohol amílico. Cada c.c. de sosa 0.05 N consumido en la titulación final corresponde a 0.0044g de alcohol amílico.

Este método parece ser el más exacto pues se comprobó experimentalmente de la manera siguiente:

Se pesaron 25g. de alcohol etílico y se llevaron a volumen de 500 c.c. quedando una solución al 5%₀. Se pesaron 0.1865g. de alcohol amílico y se llevaron a matraz aforado de 100 c.c.; de aquí se tomaron 20 c.c. y se pasaron a la solución de alcohol etílico aforando a 500 c.c. De este matraz se tomaron 200 c.c. y se siguió el procedimiento indicado. La prueba dió el rendimiento práctico de 98%₀ como promedio en varias determinaciones.

RESULTADOS DE ESTERES Y ALCOHOLES SUPERIORES EN EL PROCESO DE CERVECERIA

Los estudios efectuados se realizaron, no solo en las cervezas terminadas, para ver la cantidad de estas sustancias, sino que principalmente se siguió el proceso cervecero, desde el momento en que comienzan a desarrollarse los ésteres y alcoholes superiores. Así las primeras determinaciones se llevaron a cabo en los primeros pasos del proceso de fermentación, continuando en el período en que dicha fermentación alcanza su punto álgido, y por último cuando prácticamente cesa o alcanza una concentración de alcohol tal, que se considera terminada la fermentación.

Luego se realizaron determinaciones en la cerveza antes de su filtración final para ver si en esta época de maduración permanecían constantes las cantidades o por el contrario se había producido algún cambio debido, bien a la adición de "chillproof", bien a autólisis de la levadura, carbonatación etc.

Finalmente se determinaron las cantidades de ésteres y alcoholes superiores, en las cervezas a los quince días de ser embotelladas, en varias marcas de cerveceras del país.

En algunos casos se determinó también al cabo de 7, 15 y 30 días de vida de estante habiéndose observado algunas variaciones en algunas de ellas como puede verse en la gráfica.

Muestras de diferentes tipos de cervezas A, B, C, y D.

DURANTE EL TIEMPO DE FERMENTACION

E S T E R E S

MUESTRAS	A	B	C	D
<i>PUNTO INICIAL</i>	24.5	44.2	77.4	17.6
(Dif. en "C. respecto al de temp. más baja)	1	1	4	0
 <i>PUNTO MEDIO</i>	 40.8	 40.0	 32.6	 38.1
(Dif. en "C. respecto al de temp. más baja)	1	0	1	0
 <i>PUNTO FINAL</i>	 20.5	 37.5	 37.9	 39.0
(Dif. en "C. respecto al de temp. más baja)	0	0.5	0	0.

Estas cantidades están dadas en mg. por litro.

ALCOHOLES

<i>MUESTRAS</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>PUNTO INICIAL</i>	12.8	19.7	17.6	14.4
(Dif. en "C. respecto al de temp. más baja)	1	1	4	0
<i>PUNTO MEDIO</i>	41.7	71.4	56.9	46.2
(Dif. en "C. respecto al de temp. más baja)	1	0	1	0
<i>PUNTO FINAL</i>	49.8	52.9	52.6	44.2
(Dif. en "C. respecto al de temp. más baja)	0	0.5	0	0

Estas cantidades están dadas en mg. por litro.

Las tablas siguientes muestran las cantidades de ésteres y alcoholes superiores cuanteados en tres diferentes tipos de cervezas, pasando por su fermentación (puntos inicial, medio y final), siguiendo este cuanteo a través de su tiempo de reposo hasta el momento de embotellarse.

ALCOHOLÉS

MUESTRAS	FERMIEN- TACION			REPOSO	EMBOTE- LLADO
	(a)	(b)	(c)	(d)	
A	12.8	41.7	49.8	44.9	78.7
B	19.7	71.4	52.9	49.4	75.4
C	17.6	50.9	52.6	49.4	54.6

ESTERES

MUESTRAS	FERMIEN- TACION			REPOSO	EMBOTE- LLADO
	(a)	(b)	(c)	(d)	
A	24.5	40.8	20.5	48.6	71.2
B	44.2	40.0	37.5	34.3	40.5
C	77.4	52.6	37.0	60.8	45.7

-
- (a).— Al iniciarse la fermentación
 - (b).— En el punto medio de la fermentación
 - (c).— Al final de la fermentación
 - (d).— Durante su reposo
 - (e).— Al momento de embotellarse

ESTERES Y ALCOHOLES EN CINCO CERVEZAS DIFERENTES A LOS 7, 15 Y 30 DIAS DE EMBOTELLADAS

A L C O H O L E S

CERVEZAS

ALCOHOLES SUPERIORES

	mg/lt.		
Muestras:	7 días	15 días	30 días
A	52.6	71.2	71.4
B	53.5	56.6	52.9
C	70.7	83.2	76.3
D	60.4	59.6	86.0
E	78.8	91.1	78.8

E S T E R E S

CERVEZAS

ESTERES SUPERIORES

	mg/lt.		
Muestras:	7 días	15 días	30 días
A	38.5	56.4	76.5
B	39.7	48.8	74.7
C	31.6	54.6	71.6
D	34.2	82.7	62.3
E	60.8	66.5	62.5

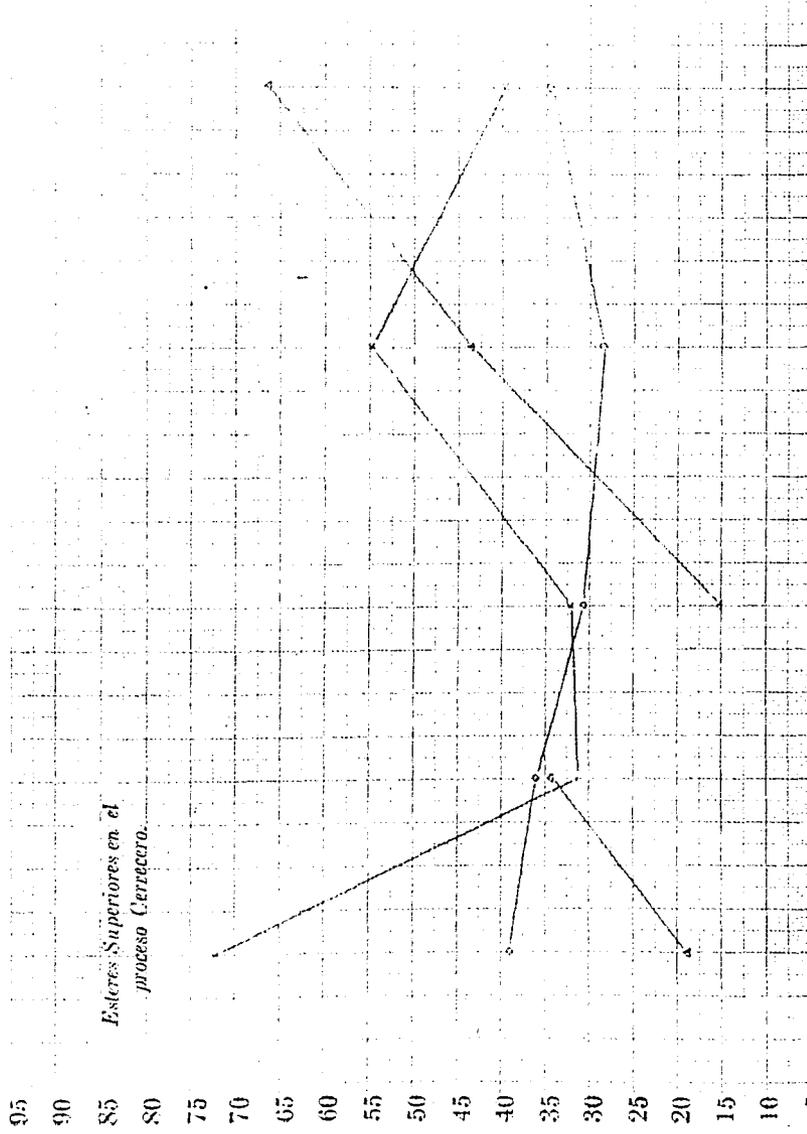
CONCENTRACION DE ESTERES EN VARIAS CERVEZAS
DEL PAIS A LOS 30 DIAS DE EMBOTELLADAS.

CERVEZAS

ESTERES SUPERIORES

Muestras	mg/l.
1	39.0
2	40.0
3	55.0
4	83.0
5	67.0
6	69.0
7	34.0
8	39.0
9	41.0
10	24.0
11	35.0
12	24.0
13	27.0

100



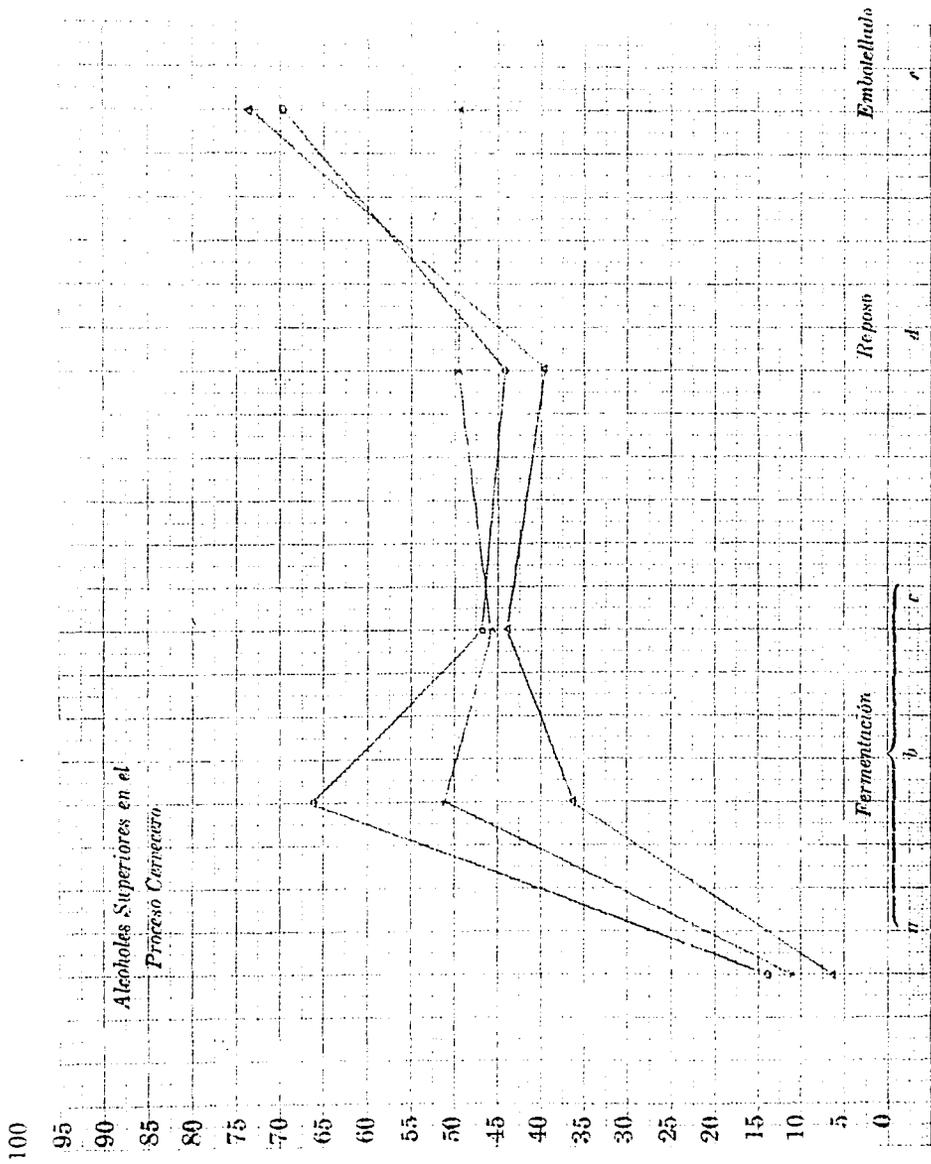
Esteres Superiores en el proceso Cerrado.

Fermentación

Reposo

Embojellulo

e



CAPITULO IV

COMPARACION DE LA CANTIDAD DE ALCOHOLES SUPERIORES DE LAS CERVEZAS Y LICORES DESTILADOS.

Si comparamos la cantidad de los alcoholes superiores encontrados en algunos destilados nacionales (15) con los obtenidos en el estudio de las cervezas, encontramos que existe una mayor concentración (5 o 6 veces más) en los primeros como lo muestra la tabla siguiente:

DESTILADOS	ALCOHOLES SUPERIORES
	mg/lit.
Whiskey Juárez	188.0
Club 45 Tipo Cognac	270.0
Ron Carioca	350.0
Bacardi Carta Blanca	142.0
Habanero "Ripoll"	250.0
Habanero "Palma"	225.0
Ginebra seca "Toro Rojo"	181.3
Anis "Escudo"	320.0
Tequila "Cuervo Especial"	450.0 (15)

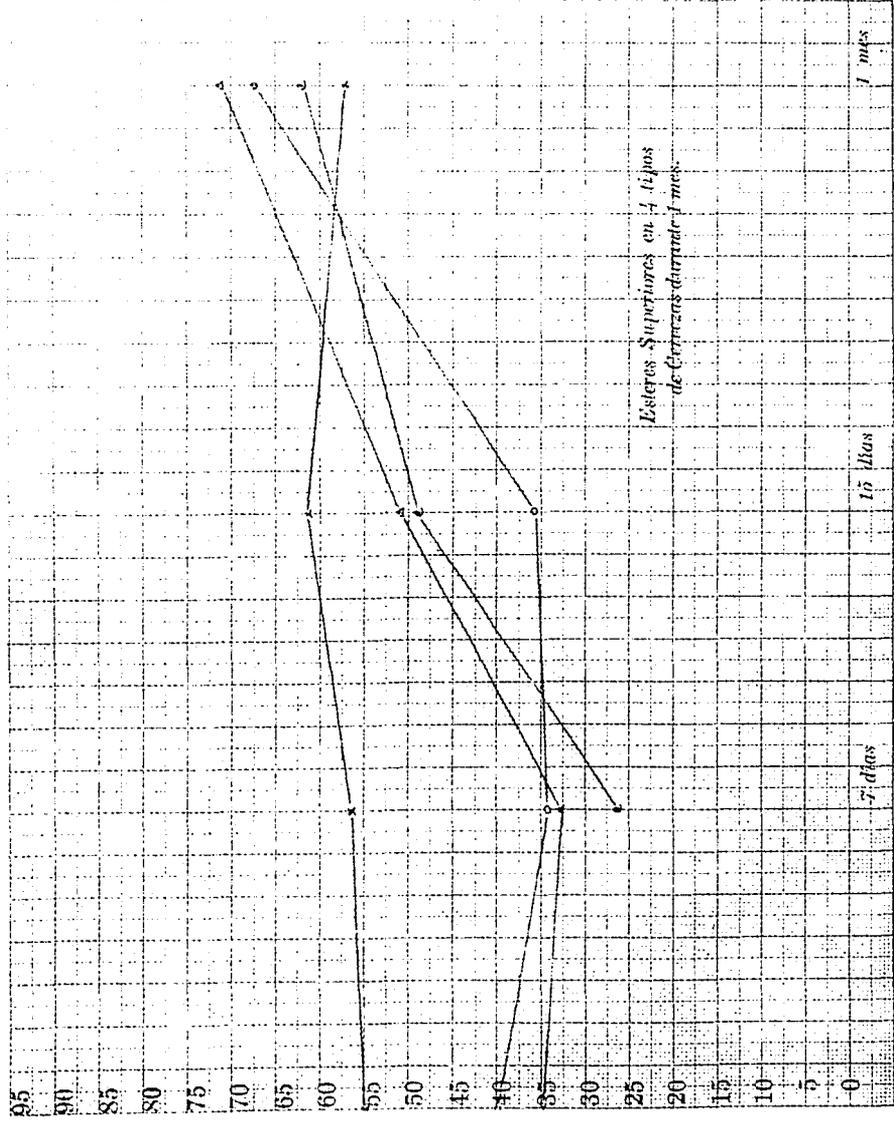
CERVEZAS

Muestras:

1	60.2
2	56.6
3	83.7
4	59.6
5	64.8
6	41.8
7	26.9
8	56.3
9	68.3
10	39.6
11	37.4
12	47.5
13	29.9



Alcoholes Superiores en 4 Tipos
de cervezas durante 1 mes



CAPITULO V

CONCLUSIONES

1.— Durante la fermentación, la mayor producción de alcoholes superiores se efectúa en los 2 primeros días. La producción de ésteres parece disminuir.

2.— No parece variar la concentración de alcoholes durante el tiempo de reposo de la cerveza. La concentración de ésteres, salvo en una de las muestras, parece aumentar considerablemente.

3.— En la cerveza embotellada, la concentración de alcoholes aumenta, salvo en un caso debido a la pasteurización probablemente. La concentración de ésteres se eleva ligeramente salvo en una de las muestras.

4.— En la cerveza embotellada se observa un aumento en el contenido de los ésteres y alcoholes superiores entre los 7 y los 15 días de vida de estante, permaneciendo luego más o menos invariable.

5.— Se nota una variación en el contenido de ésteres y alcoholes superiores, de una cerveza a otra, que puede considerarse de importancia desde el punto de vista de su porcentaje, es decir, que ciertas cervezas llegan a contener de estas sustancias un 200% más que otras, lo que indica que tanto materia prima como condiciones de proceso cervecero, tienen influencia.

6.— Comparando las concentraciones de alcoholes superiores que tienen las cervezas con las que poseen los licores destilados, encontramos que es equivalente en la concentración de los mismos a un vaso de Whiskey preparado (100 c.c. de Whisky y puro) a tres botellas (1 lit.) de cerveza.

7.— Por las conclusiones anteriores vemos que aun las máximas concentraciones de alcoholes existentes son insignificantes y totalmente inofensivas ya que la dosis mínima mortal de alcohol amílico es aproximadamente a 2gr Kgr. de peso o sea que una persona de peso medio de 60 Kgr. necesitaría tomar 2000 litros de cerveza para intoxicarse con alcoholes superiores, esto sin tomar en cuenta el efecto diurético de la cerveza.

8.— El método seguido en la determinación de los alcoholes y ésteres se consideró el más exacto por los resultados obtenidos en su comprobación experimental.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

- 1.— *Bebidas*, 48, Nov. 1951.
- 2.— *Norris*, 141, *Wall. Lab.*, Jan. 1950.
- 3.— *Irwin W. Sizer*, *American Brewer*, Mar. 1950.
- 4.— *Burge y Becker*, *Brew. Dig.*, Mayo 1950.
- 5.— *F. W. Norris*, 5, *La Ind. Cerev.*, Mar.—Abr. 1950.
- 6.— *West, Evans, K. Becker*, 45, *Brew. Dig.*, Mar. 1952.
- 7.— *Fieser y Fieser*, 451, *Quim. Org.*, 1948.
- 8.— *Luers H.*, *Brew. Dig.*, 45, Sept. 1948.
- 9.— *Hind H. Lloyd*, *Brew. Science and Pract.*, Vol. II, Chap. and Hall, London 1950.
- 10.— *H. Schilfarth*, *Bräuerei Wissenschaftliche Beilage* 5 No. 718, 1952.
- 11.— *W. Windish, P. Kolbach & Illies*, *Woch. Brau.*, 417, 1930.
- 12.— *E. Glim & F. Stentzel*, *Z. Ges. Brau.*, 49, 1931.
- 13.— *D. B. West, R. Evans & K. Becker*, *Brew. Dig.*, Mar. 45, 1952.
- 14.— *Pedroza S. I. I. P. N.*, 1952.
- 15.— *Badillo O. H. E.*, *U.N.A.M.*, 1953.
- 16.— *Winton A. L. & Winton*, *The Analysis of Foods*.
- 17.— *John. Willis and Sons*, New York, 1945.
- 17.— *Tourliere S.*, *Inds. Agr. et Aliment.*, Paris 65-17 1948.
- 18.— *Meth. of Analysis of the A.O.A.C.*, Sixth Ed. 196, 1945.
- 19.— *Jacobs M. B.*, *The Chem. Analysis of the Food Produc.*, D. Van Nostrand Co. Inc. New York, 1938.
- 20.— *De Clerck Jean*, *Cours de Brasserie II*, 410, Belgique.