



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS**

**“OBTENCIÓN DE LICOR MEDIANTE LA DESTILACIÓN
DEL FERMENTADO DE PIÑA Y PERA”**

TESIS

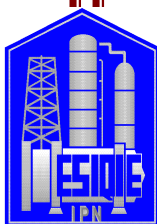
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUÍMICO INDUSTRIAL**

P R E S E N T A

GUZMÁN ROMERO RAÚL ALBERTO

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN C. NORA ARGELIA TAFOYA MEDINA



MÉXICO D.F.

AGOSTO 2013.

A Mi Madre.

Déjame agradecerte todo lo que te debo.

La infinita gratitud que te debo por tu bondad, por el aliento que me das, por todo tu amor.

Agradezco:

A Raúl Marín.

Por ser parte del equipo.

A Paul.

Quiero decir: “Ok”.

Y tú sabes cuánto significa.

A Martha.

Por ser cómplice de ésta
locura, la más sensata de
todas.

A Manuel.

Porque es parentesco sin
sangre tu auténtica amistad.

A Karen.

Por enseñarme que nuestro
amor es fe y no ciencia.

A la M. en C. Nora Argelia Tafoya Medina.

Por compartirme sus conocimientos. Por su confianza, apoyo y paciencia para la realización de éste trabajo. Por ser una profesora ejemplo de determinación.

Al Ing. Rodolfo González Baez.

Por compartirnos un poco de tanto.
Por dejar huella.

Al Instituto Politécnico Nacional y a la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas.

Por impulsar incontables sueños.

Por ofrecernos la técnica para servir a la patria.

ÍNDICE

OBJETIVO GENERAL.	- 9 -
OBJETIVOS PARTICULARES.	- 9 -
RESUMEN.	- 9 -
INTRODUCCIÓN.	- 10 -
CAPÍTULO I.- GENERALIDADES.	- 12 -
I.1 Conceptos generales.	- 12 -
I.1.1 Fermentación definición.	- 12 -
I.1.2 Factores que influyen en el proceso fermentativo.	- 12 -
I.1.2.1 Grados Britz.	- 12 -
I.1.2.2 Temperatura.	- 12 -
I.1.3 Cantidad de fructuosa en diversas frutas.	- 13 -
I.1.4 Método de destilación empleado.	- 13 -
I.1.5 Alcohol para el consumo humano.	- 14 -
I.2 Antecedentes de la obtención de bebidas alcohólicas.	- 14 -
I.3 Clasificación de las bebidas alcohólicas.	- 18 -
I.4 Métodos de obtención de bebidas alcohólicas.	- 22 -
I.5 Tipos de equipos utilizados para la obtención.	- 22 -
I.5.1 Equipos de fermentación.	- 22 -
I.6 Destilación.	- 23 -
I.7 Tipos de Destilación.	- 23 -
I.7.1 Destilación simple:	- 23 -
I.7.2 Destilación fraccionada.	- 24 -
I.7.5 Equipos a nivel industrial usados para la operación de destilación.	- 26 -
I.8 Control de calidad de las bebidas alcohólicas.	- 28 -
I.9 Análisis Químicos.	- 29 -
I.9.1 Cromatografía de Líquidos de Alta Presión, HPLC.	- 29 -
CAPITULO II.- BEBIDAS ALCOHÓLICAS A PARTIR DE FRUTAS.	
II.1 Bebidas obtenidas a partir de la uva.	- 31 -
II.1.1 Vino.	- 31 -
II.1.2 Cognac.	- 32 -
II.2 Bebidas obtenidas a partir de la manzana.	- 33 -
II.2.1 Sidra.	- 33 -

II.2.2 Calvados (licor).	- 33 -
II.3 Otras.	- 34 -
II.3.1 Perada.	- 34 -
II.3.2 Piña.	- 36 -
II.4 Normas oficiales mexicanas aplicables para el control de calidad de bebidas alcohólicas.	- 37 -
CAPITULO III.- DISEÑO EXPERIMENTAL.	
III.1 Materia Prima.	- 37 -
III.2 Descripción del Equipo.	- 37 -
III.3 Esquema Experimental.	- 39 -
III.4 Procedimiento Experimental.	- 40 -
III.5 Técnica de Análisis.	- 41 -
CAPITULO IV.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	
IV.1 Tratamiento de Datos.	- 43 -
IV.1.1 Gráficas de fermentado piña.	- 43 -
IV.1.2 Gráficas de fermentado pera.	- 44 -
IV.1.3 Resultados de cromatografía piña.	- 45 -
IV.1.4 Resultados de cromatografía pera.	- 47 -
IV.2 Tablas de Resultados.	- 49 -
IV.3 Análisis de Resultados.	- 49 -
CONCLUSIONES.	- 50 -
BIBLIOGRAFÍA.	- 51 -
ANEXOS.	- 52 -

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I “GENERALIDADES”.

Fig.1 Mapa conceptual de la clasificación de las bebidas alcohólicas	19
Fig.2 Equipo de destilación simple.	24
Fig.3 Equipo de destilación fraccionada.	24
Fig. 4 - Equipo de Destilación al vacío.	25
Fig.5 Equipo de Destilación por arrastre de vapor.	26
Fig.6 Esquema del proceso de destilación.	27
Fig. 7 Proceso del rehedidor.	27
Fig. 8 Proceso del condensador en el domo de la columna.	28

CAPÍTULO III “DISEÑO EXPERIMENTAL”.

Fig.9 Diagrama de equipo HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Presión).	38
Fig.10.Esquema del proceso experimental.	39

CAPÍTULO IV “ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES”.

Fig.11 Gráfica de grados britz vs tiempo de la piña.	43
Fig.12 Gráfica de grados Gay-Lussac vs tiempo días de la piña.	44
Fig.13 Gráfica de grados britz vs tiempo en días de la pera.	44
Fig.14 Gráfica de grados Gay-Lussac vs tiempo días de la pera.	45
Fig.15 Gráfica de concentraciones de HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Presión).	46
Fig.16 Gráfica de concentraciones de HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Presión).	48

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I “GENERALIDADES”.

Tabla 1.- Cantidad de fructuosa en diversas frutas y precio por kg.	13
---	----

CAPÍTULO III “DISEÑO EXPERIMENTAL”.

Tabla 2 Métodos de cromatografía líquida.	42
---	----

CAPÍTULO IV “ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES”.

Tabla3.Datos para construir grafica de concentraciones de HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Presión).	45
---	----

Tabla 4.Datos para construir grafica de concentraciones de HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Presión).	47
--	----

Tabla 5. Tabla de resultados	49
------------------------------	----

DESTILACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LICORES A PARTIR DE LAS FRUTAS PIÑA Y PERA.

OBJETIVO GENERAL.

Caracterizar el alcohol obtenido a través de la fermentación de la pera y la piña para cuantificar la cantidad de producto que se obtiene de estas frutas.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Encontrar el método de la obtención de dicho producto mediante la correcta aplicación del proceso.
- Definir cuáles son las condiciones óptimas para obtener la mayor cantidad de alcohol a partir de la fermentación alcohólica de las frutas antes mencionadas.
- Identificar impurezas en alcohol obtenido a partir de la fermentación alcohólica de dichas frutas.

RESUMEN.

Para la tesis expuesta se hizo una caracterización del alcohol obtenido a partir del jugo de las frutas piña y pera usando técnicas tradicionales sin dejar de lado los controles del proceso dentro de esta.

Para el primer capítulo se realizó la investigación y recopilación de la información tanto como en la literatura conocida, como de artículos de internet necesarios para contar con un amplio contenido de historia y cultura acerca de la obtención de vinos y licores a partir de la fermentación alcohólica, de donde nace en primeros instantes la necesidad de producir este tipo de bebidas, una amplia clasificación de vinos y licores que los diferencia entre sí y de donde nacieron, las diferentes técnicas de destilación usadas para obtener estos licores y vinos y sin dejar de lado la implementación de controles de calidad que surgió debido a un incremento

en la demanda de estos productos. El segundo capítulo se enfoca más a lo que es el tema dando a conocer de manera amplia las bebidas alcohólicas que se obtienen a partir de la fermentación de frutas, su clasificación y su denominación de origen; al igual que la normatividad mexicana aplicable a este ámbito.

Para el tercer capítulo se tiene el diseño experimental que se adaptó al proceso que se llevó a cabo de obtención de alcohol a partir de la fermentación alcohólica de frutas, al igual que los controles dentro del proceso que se tuvieron que aplicar para la correcta y eficaz realización de esta; así como la caracterización a través de HPLC (Cromatografía líquida de alta presión) ya como alcohol derivado de la fermentación alcohólica de las frutas en estudio.

Para el cuarto capítulo se da una explicación del análisis de los resultados de la experimentación, como cual es la concentración lograda de alcohol de estas frutas y la viabilidad de producción de alcohol de cada una de frutas en cuestión.

INTRODUCCIÓN.

En la presente tesis se elaborará alcohol de frutas a partir de la fermentación alcohólica del mosto azucarado de las frutas piña y pera debido a sus características, como precio, accesibilidad y concentración de azúcar se usaron estas frutas.

Para la obtención de alcohol de dichas frutas existen ciertas etapas para poder obtener el producto deseado en primera la realización del mosto azucarado después de haber transcurrido el tiempo necesario de fermentación para la obtención del alcohol se prosiguió a realizar una destilación simple, al haber destilado todo el jugo se pasó a una purificación realizando cortes para obtener el alcohol etílico puro.

Cabe mencionar que la fermentación de estas frutas se hizo de manera natural sin ayuda de alguna levadura para acelerar la reacción, llevando a la conclusión que para la piña fue un periodo mas corto el tiempo de fermentación en comparación a la pera, para poder tener un control del tiempo de fermentación se llevaron a cabo mediciones periódicas de la disminución de azúcar en el mosto azucarado así como la medición de alcohol que se iba obteniendo a través de los días, la fermentación se realizo en un ambiente controlado de temperatura y de manera anaeróbica.

Para separar el fermentado del mosto se realizó un destilación simple a 90°C para obtener todo el jugo posible, al término de esta destilación se prosiguió a realizar una purificación haciendo cortes a 40°C para eliminar impurezas durante un periodo de 1 hora después de esto se destiló a una temperatura de 79°C para obtener el mayor alcohol etílico posible de cada fermentado durante un periodo de 2 horas y media.

Al termino del la destilación y obtención del producto se le realizó la caracterización mediante el análisis de HPLC (Cromatografía de Líquidos a Alta Presión.), con esto se conoció la cantidad de alcohol obtenida en el mosto elaborado para cada fruta, así como impurezas que se hayan generado.

CAPÍTULO I.- GENERALIDADES.

I.1 Conceptos generales.

I.1.1 Fermentación definición.

El proceso de fermentación alcohólica es el proceso que tiene por finalidad lograr la transformación de un mosto azucarado en plena ausencia de aire (oxígeno - O₂), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (por regla general azúcares: como pueden ser por ejemplo la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, etc.) para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol (cuya fórmula química es: CH₃-CH₂-OH), dióxido de carbono (CO₂) en forma de gas y unas moléculas de ATP(Adenosin trifosfato) que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico.

I.1.2 Factores que influyen en el proceso fermentativo.

I.1.2.1 Grados Britz.

El mosto para fermentación alcohólica debe tener un Britz entre 16 y 20, pues si el Britz es muy bajo el grado alcohólico obtenido será pobre, por lo contrario si el Britz es muy alto la fermentación no se efectúa, pues la presión osmótica que se ejerce sobre los microorganismos es grande y no permite que actúen sobre los azúcares.

I.1.2.2 Temperatura.

La temperatura durante la fermentación debe controlarse ya que durante la misma se produce un relativo aumento de esta, pues la descomposición de los azúcares produce una reacción exotérmica es decir con desprendimiento de calor. La temperatura óptima para la fermentación oscila entre 24 y 32°C siendo 27 ° C la

más adecuada. Si la temperatura es muy baja la fermentación es lenta, si la temperatura excede de los 35°C disminuye la acción de los microorganismos y si esta aumenta por encima de los 40 esta se puede detener.

I.1.3 Cantidad de fructuosa en diversas frutas:

Frutas	Total de Fructuosa por cada 100g.	Unidades	Precio (\$/kg)
Cerezas	6	mg	120
Uvas	8.3	mg	80
Pera	6.23	mg	15
Piña	7.12	mg	10
Sandía	3.36	mg	20
Melón	2.96	mg	25
Naranja	2.25	mg	18

Tabla 1.- Cantidad de fructuosa en diversas frutas y precio por kilogramos
(Referencias: revista good food inc. 2008).

I.1.4 Método de destilación empleado.

En química, se llama destilación simple o destilación sencilla a un tipo de destilación donde los vapores producidos son inmediatamente canalizados hacia un condensador, el cual los enfría y condensa de modo que el destilado no resulta puro. Su composición será idéntica a la composición de los vapores a la presión y temperatura dados.

La destilación sencilla, se usa para separar aquellos líquidos cuyos puntos de ebullición difieren extraordinariamente (en más de 80°C aproximadamente) o para separar líquidos de sólidos no volátiles. Para éstos casos, las presiones de los componentes del vapor normalmente son suficientemente diferenciadas de modo

que la ley de Raoult puede descartarse debido a la insignificante contribución del componente menos volátil. En este caso, el destilado puede ser suficientemente puro para el propósito buscado.

El equipo utilizado para la destilación de fermentados de vinos y licores es el alambique. Consta de un recipiente donde se almacena la mezcla a la que se le aplica calor, un condensador donde se enfrían los vapores generados, llevándolos de nuevo al estado líquido y un recipiente donde se almacena el líquido concentrado.

I.1.5 Alcohol para el consumo humano.

La obtención de alcohol para consumo humano no se reduce al hecho de contar con un producto que se pueda beber en diversas combinaciones, implica conocer el proceso de obtención, el arte por así decirlo en el momento de su fabricación y por ende la gran historia que lleva por detrás este tipo de industria, sin dejar de lado su impacto económico y social.

Las bebidas alcohólicas pueden provenir de diferentes fuentes: jugos de frutas, granos y plantas.

I.2 Antecedentes de la obtención de bebidas alcohólicas.

Si hablamos del alcohol podemos decir que es la bebida más antigua que fue descubierta por casualidad hace 10,000 años fue el aguamiel, producida por la fermentación de frutas, cuando las levaduras hicieron fermentar los hidratos de carbono, dando lugar, con posterioridad a la fabricación de aguamieles o vinos. El vino tiene su origen hace 6,000 años y tendría su origen en Armenia.

A lo largo de la historia de la humanidad y sobre todo desde la agrupación de las personas en pueblos nos encontramos con el problema del agua, la contaminación de la misma, ya que no se disponía de depuradoras, siendo este fenómeno un

factor importante en la expansión e incremento del consumo de bebidas alcohólicas.

La cerveza tuvo su origen en Egipto y Mesopotamia; hace unos 3.000 años a. de C. se bebía cerveza de forma habitual aunque parece ser que su origen es anterior ya que en algunas tablillas existen recetas de cerveza en Babilonia que datan de hace 6000 años.

En España y concretamente en la localidad de Aitana (Lleida), hay datos de consumo de cerveza en el siglo XII a. de C., lo que indica que la aparición de la misma es anterior al del vino, también en España. En Egipto, la cerveza forma parte de la alimentación y es elemento imprescindible en ritos religiosos, como alimento de los dioses y animadores de la fiesta.

En la Biblia, Antiguo Testamento, se hace referencia al vino y se atribuye a Noé su invención (Génesis). La importancia del vino en el Nuevo Testamento, lo encontramos en las Bodas de Canaán y en la Última Cena.

En las culturas egipcia, mesopotámica y sumeria conocían la cerveza y su uso era habitual. También añadiremos que en China se conocía una especie de cerveza llamada "SITOS".

Entre los griegos y los romanos el vino está en lo más alto. El vino era para la nobleza y la cerveza para el pueblo. Era ya artículo cotidiano, se conocían multitud de variedades de vinos y entonces ya se les etiquetaba. Con la caída del Imperio cayó el auge del vino, pero los monjes en los monasterios seguirían con la tradición (no en vano, han tenido siempre los mejores viñedos y las mejores destilerías).

En la antigüedad el agua no era la bebida común. Como consecuencia de los excesos en el consumo de vinos y la cerveza entre los griegos, romanos o hebreos, empieza a aparecer la templanza y se rechaza la embriaguez.

Las bebidas destiladas se conocen en el siglo IX con la aparición del alambique. El máximo exponente de estas bebidas es el aguardiente “aqua-ardens”, y ésta era considerada en la Edad Media como una panacea.

La destilación y la fabricación de alcohol es descubierta por los árabes en el año 700, la referencia escrita de la destilación aparece el siglo X y se debe a un médico árabe llamado Abul Kasim. El alambique llega a España en el 1100, pudiéndose desde entonces fabricar bebidas destiladas lo que aumenta el consumo y los problemas de salud y comportamiento.

En el siglo XIV prolifera el consumo de las bebidas alcohólicas porque ayudaban a anestesiar a las personas y les hacían más fuerte frente a las enfermedades. En los siglos XV, XVI y XVII los problemas derivados de las bebidas alcohólicas se extendieron. En estos momentos el monopolio del vino lo tenía la Iglesia (la cual insiste en la moderación pero sin llegar a la prohibición del consumo).

Desde el siglo XV las formas de consumo cambian, el vino pierde su connotación religiosa; se favorece la destilación de bebidas alcohólicas y hace su aparición la ginebra. Con todo este caldo de cultivo aumentan las embriagueces, malformaciones en los hijos de las madres consumidoras de alcohol (esto no es nuevo ya que en Cartago y Esparta se prohibía el consumo de alcohol a las futuras madres).

En Inglaterra durante la epidemia de la ginebra 1720-1750, al abaratar el coste y levantar las restricciones en la fabricación aumentaron los problemas: y se detectó un descenso de la natalidad entre otras causas por el aumento de impotencia masculina y de la infertilidad femenina. Esto también dió lugar a un incremento de neonatos escuálidos y enfermizos, que morían precozmente. (A pesar de esta experiencia, del síndrome de alcoholismo fetal no se habla como un problema de salud hasta 1968).

En el S. XVII los cuáqueros y metodistas en Gran Bretaña emprendieron una cruzada en contra del alcohol, ante el aumento del consumo y sus consecuencias para la salud.

En 1777 Federico el Grande de Prusia, ensalza el consumo de cerveza por los efectos beneficiosos en la crianza y el vigor que da a los soldados en la batalla, para disminuir la importancia que ya tenía por aquel entonces el café.

Durante los siglos XVII, XVIII y XIX el alcohol fue considerado como una panacea en medicina por ser analgésico, tónico, digestivo y antianémico. En 1785 Rush realiza una investigación sobre el alcohol y sus abusos determinando que el vino y los licores producían dependencia, muy intensa, cirrosis, ictericia, etc. Se recomendó al Congreso de Estados Unidos que estableciera fuertes gravámenes. A finales del siglo XVIII y principios del XIX se dispara el consumo de absenta, (es una bebida alcohólica de ligero sabor anisado, con un fondo amargo de tintes complejos debido a la contribución de las hierbas que contiene, principalmente *Artemisia absinthium*.) bebida que se sigue consumiendo aunque su comercialización y consumo han disminuido. En la actualidad una bebida parecida se sigue consumiendo en una ciudad costera de la Comunidad Valenciana y se llama Nardo.

El siglo XIX trajo un cambio de actitud y una campaña antialcohólica empezó a promover el uso moderado del alcohol, algo que a la larga se convirtió en una prohibición total.

En 1920, en Estados Unidos se aprobó una ley que prohibía la fabricación, venta, importación y exportación de bebidas embriagantes. El comercio ilegal de alcohol se disparó y en 1933, la prohibición del alcohol se canceló.

Hoy en día, se estima que 15 millones de norteamericanos se ven afectados por el alcoholismo y un 40% de todas las muertes por accidentes automovilísticos en los Estados Unidos están relacionados con el consumo de alcohol.

I.3 Clasificación de las bebidas alcohólicas.

Vino:

Producto obtenido de la fermentación alcohólica normal del jugo exprimido directamente de uvas maduras y frescas, sometido al proceso de añejamiento. El vino se designa de acuerdo a su color como: Blanco, rojo o tinto, rosado y clarete. El vino se denomina seco si contiene materias reductoras en cantidad menor de 5 gramos por litro; abocado, semiseco o semidulce si esta cantidad es mayor de 5 hasta 50 gramos, y dulce si es superior a 50 gramos. También se reconoce o acepta como el producto obtenido de las pasas, o de uvas asoleadas, o mostos concentrados, condición que debe indicarse en la etiqueta. Su contenido alcohólico es de 6 +/- 0.5 hasta 14 +/- 0.5 % volumen.

Vino Espumante:

Vino efervescente debido al CO₂ producido en forma natural, o por una segunda fermentación. El champán o Champagne es un ejemplo. Su contenido alcohólico va desde de 6 +/- 0.5 hasta 14 +/- 0.5 % volumen.

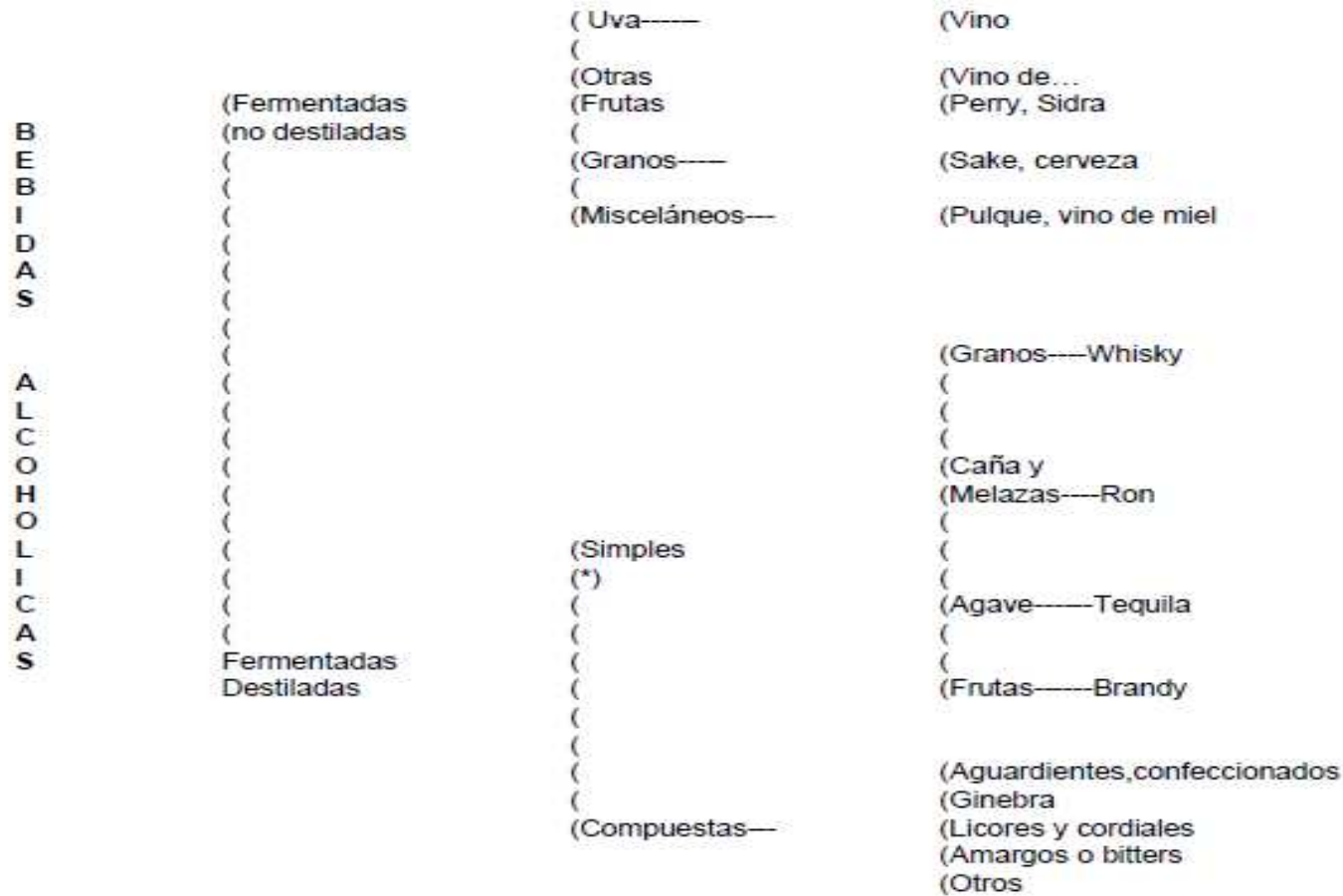
Vino espumante o gasificado:

Vino efervescente debido a la presencia de CO₂ después de la fermentación, procedimiento que debe especificarse en la etiqueta. Su contenido es de de 6 +/- 0.5 hasta 14 +/- 0.5 % G.L.

Vino fortificado, generoso o licoroso:

Vino especial elaborado de variedades selectas con la adición de alcohol vínico autorizado, vinos dulces naturales con los que se obtiene su mayor fuerza su denominación de origen como jerez, Oporto, Manzanilla, Rhin, Tokay, Marsala y Madeira. Su contenido alcohólico es de de 14 +/- 0.5 hasta 24 +/- 0.5 % volumen.

CLASIFICACION DE BEBIDAS ALCOHOLICAS



(*) El vodka puede provenir de cualquiera de estas materias primas.

Fig.1 mapa conceptual de la clasificación de las bebidas alcohólicas, (Referencias: Enología, Matt Hill 2012)

Vino aromatizado:

Al cual se le ha agregado aromas provenientes de la maceración de hierbas, raíces, cortezas y otros aromatizantes, para cambiar su sabor natural. Son ejemplos el Vermouth y el quinado. Su contenido alcohólico es de 14 +/- 0.5 hasta 24 +/- 0.5 % volumen.

Vino de frutas:

Producto obtenido de la fermentación alcohólica de mostos de frutas sanas y maduras. El mosto puede ser corregido en lo referente a acidez y azúcar. Pueden ser dulces, semidulces o secos. En la etiqueta, el producto será asignado "Vino de....", indicándose la fruta empleada. Su contenido alcohólico es de 6 +/- 0.5 hasta 14 +/- 0.5 % volumen.

Vino de frutas espumante:

Vino de frutas efervescente debido al CO₂ producido en forma, natural por una segunda fermentación. Su contenido alcohólico es de 6 +/- 0.5 hasta 14 +/- 0.5 % volumen.

Vino de frutas espumoso (gasificado o carbonatado):

Vino efervescente debido a la presencia de CO₂, adicionado después de la fermentación, procedimiento que debe especificarse en la etiqueta. Su contenido es de 6 +/- 0.5 hasta 14 +/- 0.5 % volumen.

Sidra:

Producto obtenido de la fermentación alcohólica de jugo de manzanas frescas y sanas. Su contenido alcohólico es de 4 +/- 0.5 hasta 14 +/- 0.5 % volumen.

Sidra espumante:

Sidra efervescente debido al CO₂ producido en forma, natural por una segunda fermentación. Su contenido alcohólico es de 6 +/- 0.5 hasta 14 +/- 0.5 % volumen.

Sidra espumosa (gasificada o carbonatada):

Sidra efervescente debido a la presencia de CO₂, adicionado después de la fermentación, procedimiento que debe especificarse en la etiqueta. Su contenido alcohólico es de 4 +/- hasta 14 +/- 0.5 % volumen.

Perry:

Producto obtenido de la fermentación alcohólica del jugo de peras frescas y maduras. Su contenido alcohólico es de 6 +/- hasta 14 +/- 0.5 % volumen.

Perry espumante:

Perry efervescente debido CO₂ producido en forma natural por una segunda fermentación. Su contenido alcohólico es de 6 +/- 0.5 hasta 14 +/- 0.5 % volumen.

Perry espumoso (gasificado o carbonatado):

Perry efervescente debido a la presencia de CO₂, adicionado después de la fermentación, procedimiento que debe especificarse en la etiqueta. Su contenido alcohólico es de 4 +/- hasta 14 +/- 0.5 % volumen.

I.4 Métodos de obtención de bebidas alcohólicas.

Las bebidas alcohólicas se obtienen mediante una serie de procedimientos que pueden ser muy complejos. Otros, en cambio, son tradicionales y tienen muchos siglos de existencia.

Algunos de estos procesos son:

- Fermentación simple.
- Fermentación parcial o total.
- Fermentación y destilación continua o compuesta, la que se puede aplicar a mostos de frutas, cereales, sustancias azucaradas, etc.
- Infusión.
- Maceración.
- Digestión.
- Percolación en alcohol de vino con sustancias aromáticas diversas, como por ejemplo frutas, semillas, granos, flores, raíces, corteza de frutas o árboles, hojas de vegetales, etc.

I.5 Tipos de equipos utilizados para la obtención.

I.5.1 Equipos de fermentación.

Dependiendo de la forma física en que se encuentre el medio de cultivo se pueden encontrar varias clases que son:

a) Fermentador de tanque agitado:

El medio de cultivo es movido interiormente por medios mecánicos.

b) Fermentador de ciclo:

El medio de cultivo es bombeado externamente.

c) Fermentador air-lift:

Al medio de cultivo se le inyecta aire para ser agitado, el cual también sirve como fuente de oxígeno para el crecimiento de los microorganismos.

d) Fermentador de lecho fijo

Aquí el medio se inmoviliza evitando que los microorganismos se difundan facilitando su recuperación. Es un método económico porque los biocatalizadores son caros. Otras ventajas son:

- Mayor concentración celular, lo que permite una mayor actividad.
- No hay necesidad de remover las células o recircularlas lo que hace la extracción del producto más eficiente.
- Las tasas de flujo pueden ser optimizadas para lograr mejores cinéticas.
- El riesgo de contaminación se reduce debido a la alta densidad celular y la dilución es más rápida.
- Aumento de la estabilidad de las células debido a la inmovilización lo que permite su uso continuo o reutilización en operaciones batch.

1.6 Destilación.

La destilación es un método para separar los componentes de una solución; depende de la distribución de las sustancias entre una fase gaseosa y una líquida y se aplica en el caso en que todos los componentes están presentes en las dos fases. La destilación se refiere a separar soluciones en que todos los componentes son apreciablemente volátiles.

1.7 Tipos de Destilación.

1.7.1 Destilación simple:

Se usa para la separación de líquidos con punto de ebullición inferiores a 150°C a presión atmosférica de impurezas no volátiles o de otros líquidos miscibles que presenten un punto de ebullición al menos 25° superior al primero de ellos.

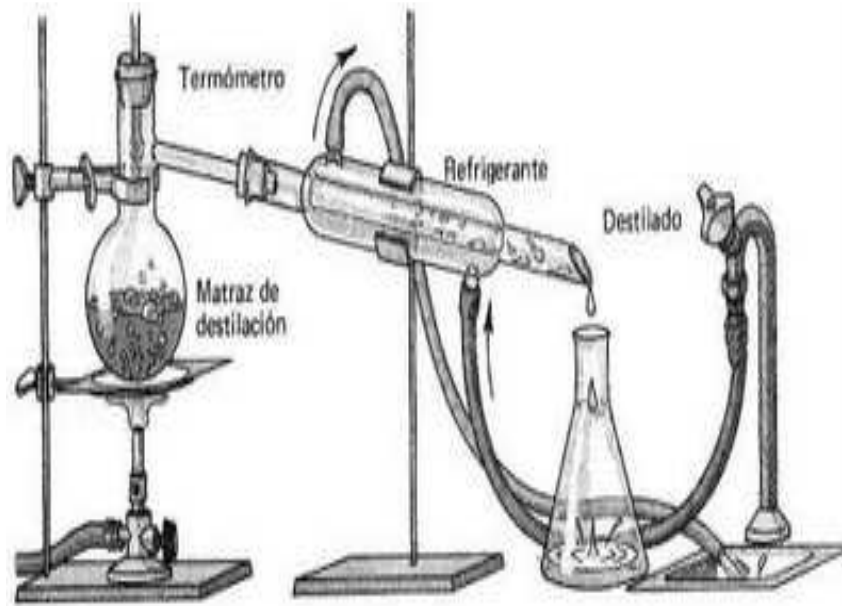


Fig.2 Equipo de destilación simple, (Referencias Manual de Destilación UAP, 2008)

I.7.2 Destilación fraccionada.

Se usa para separar componentes líquidos que difieren de en menos de 25° en su punto de ebullición. Cada uno de los componentes separados se les denomina fracciones.

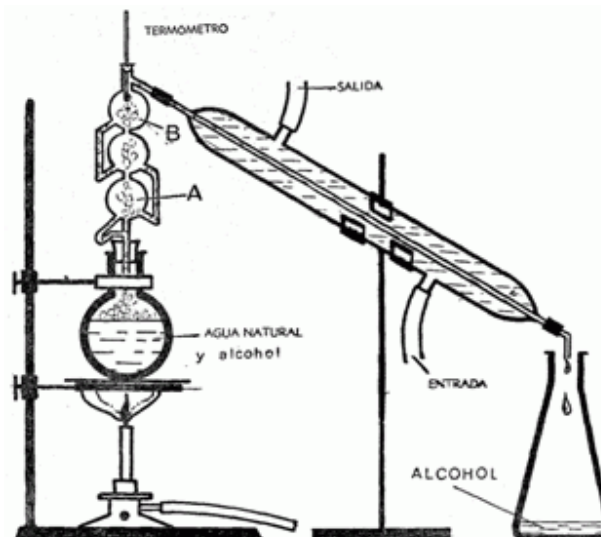


Fig.3 Equipo de destilación fraccionada (Referencias Manual de Destilación UAP, 2008)

I.7.3 Destilación a vacío.

Es un montaje donde el conjunto se conecta a una bomba de vacío o trompa de agua. Este montaje permite destilar líquidos a temperaturas más bajas que en el caso anterior debido que la presión es menor que la atmosférica con lo que se evita en muchos casos la descomposición térmica de los materiales que se manipulan.

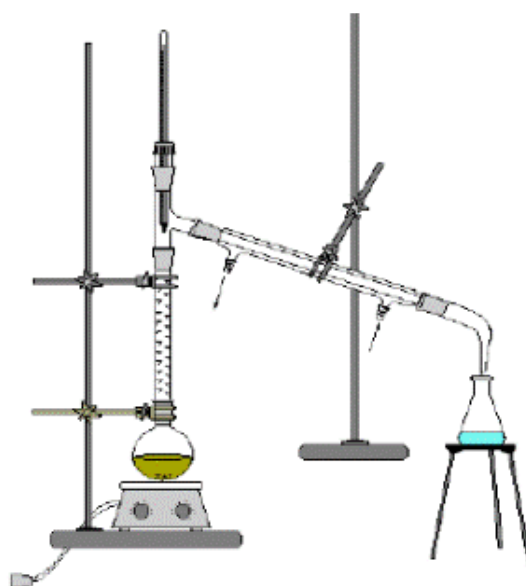


Fig. 4 - Equipo de Destilación al vacío (Referencias Manual de Destilación UAP, 2008).

I.7.4 Destilación por arrastre de vapor.

La destilación por arrastre de vapor es un tipo especial de destilación que se basa en el equilibrio de líquidos inmiscibles. La temperatura de ebullición de una mezcla de dos componentes inmiscibles es inferior a la temperatura de ebullición de cualquiera de ellos por separado.

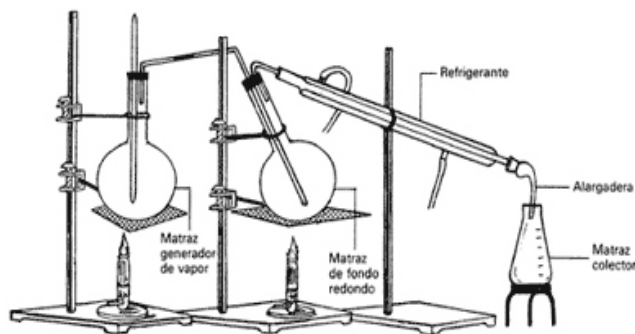


FIGURA 27.1

Fig.5 Equipo de Destilación por arrastre de vapor (Referencias Manual de Destilación UAP, 2008)

I.7.5 Equipos a nivel industrial usados para la operación de destilación.

Componentes Principales de las Columnas de Destilación Las columnas de destilación están compuestas de varias partes, cada una de las cuales es usada para transferir calor o mejorar la transferencia de masa.

Una columna típica tiene varios componentes principales:

- Recipiente vertical donde tiene lugar la separación de los componentes líquidos interiores de columna tales como platos o relleno que se utilizan para incrementar el contacto entre líquido y vapor.
- Re-hervidor para vaporizar el producto de fondo.
- Condensador para enfriar y condensar el vapor que sale por la parte superior de la columna.
- Un tambor de reflujo para recibir el vapor condensado del tope de la columna para que el líquido (reflujo) pueda reciclarse a la columna.
- El recipiente vertical aloja los interiores de la columna y junto con el condensador y el re-hervidor, constituyen una columna de destilación.

El esquema siguiente representa una unidad de destilación típica con una sola alimentación y dos corrientes de producto:

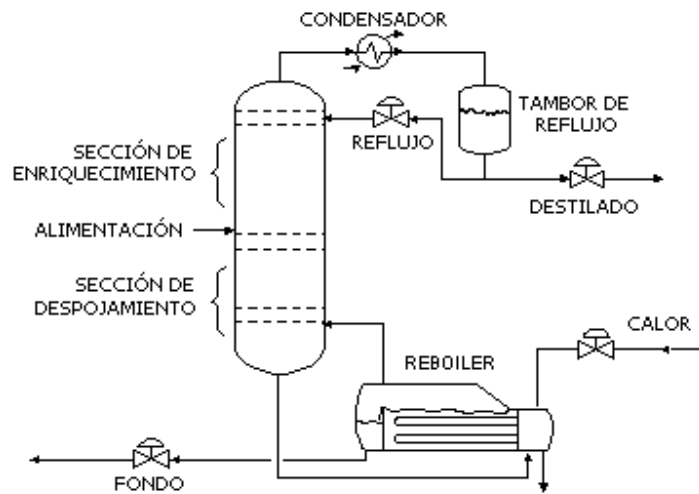


Fig.6 Esquema del proceso de destilación (Referencias Manual de Destilación UAP, 2008)

Operación Básica y Terminología La mezcla líquida que se va a procesar se conoce como alimentación y se introduce generalmente en un punto situado en la parte media de la columna en un plato que se conoce como plato de alimentación. El plato de alimentación divide a la columna en una sección superior (de enriquecimiento o rectificación) y una inferior (despojamiento). La alimentación circula hacia la parte inferior de la columna donde es dirigida al rehervidor (o reboiler).

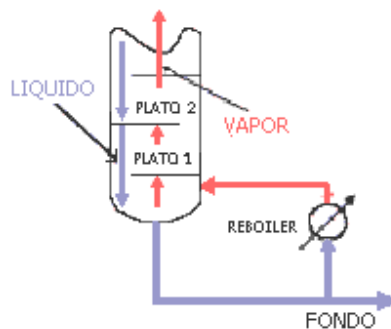


Fig. 7 Proceso del rehervidor(Referencias Manual de Destilación UAP, 2008)

Se suministra calor al rehedidor para generar vapor. La fuente de calor puede ser cualquier fluido adecuado, aunque en la mayoría de las plantas químicas se utiliza vapor de agua. En las refinerías, las fuentes de calor pueden ser corrientes de salida de otras columnas. El vapor generado en el rehedidor se introduce nuevamente en la columna en la parte inferior.

El líquido que se extrae del rehedidor se llama producto de fondo o simplemente, fondo. El vapor se mueve hacia la parte superior de la columna, y al salir por la parte superior, es enfriado por un condensador. El líquido condensado es retenido en un recipiente denominado tambor de reflujo. Parte de este líquido es reciclado a la parte superior de la columna y se llama reflujo. El líquido condensado que se saca del sistema se llama destilado o producto de tope.

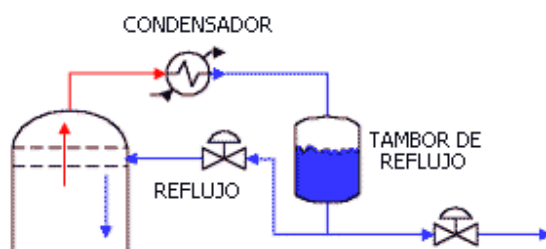


Fig. 8 Proceso del condensador en el domo de la columna (Referencias Manual de Destilación UAP, 2008).

De esta manera, hay flujos internos de vapor y líquido dentro de la columna, además de flujos externos de corrientes de alimentación y productos, entrando y saliendo de la columna.

I.8 Control de calidad de las bebidas alcohólicas.

Al consumo de productos de buena calidad, es cada vez mayor. Por esta razón, es importante realizar un control de calidad de los licores elaborados.

El control de calidad nos permite detectar a tiempo algunos problemas dentro del proceso de elaboración. Éste debe realizarse desde que la materia prima es recibida en planta, hasta el momento que el producto sale a la venta.

Los principales análisis que se realizan a los licores son:

- Determinación del grado alcohólico
- Determinación de la acidez total, fija y volátil
- Masa volumétrica a 20°C y densidad relativa a 20°C
- Grado alcohólico probable en mosto
- Grado alcohólico volumétrico adquirido
- Acidez total
- Acidez volátil
- pH
- Extracto seco total y extracto no reductor
- Azúcar total
- Dióxido de azufre
- Seguimiento de la fermentación maloláctica (FML)
- Polifenoles totales
- Calcio
- Hierro Sobrepresión de dióxido de carbono
- Recuento de levaduras

I.9 Análisis Químicos.

Los análisis químicos que se le realizan para poder caracterizar a una bebida obtenida a partir de la fermentación alcohólica, van desde cantidad de microorganismos presentes a la caracterización vía HPLC que es la mas comúnmente usada para ver si la purificación fue eficiente durante el procesos de destilación.

I.9.1 Cromatografía de Líquidos de Alta Presión, HPLC.

Cromatografía de líquidos de alta, HPLC, es una cromatografía técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla, para identificar cada componente, así como cuantificar cada componente. HPLC se considera una técnica

instrumental de química analítica (en oposición a una técnica gravimétrica). En general, el método implica una muestra líquida que se pasa sobre un material adsorbente sólido empacado en una columna usando un flujo de disolvente líquido. Cada analito en la muestra interactúa ligeramente diferente con el material adsorbente, retardando así el flujo de los analitos. Si la interacción es débil, los analitos fluyen fuera de la columna en un corto período de tiempo, y si la interacción es fuerte, entonces el tiempo de elución es larga. HPLC se ha usado en aplicaciones médicas (por ejemplo, detectar los niveles de vitamina D en el suero sanguíneo), legales (por ejemplo, detección de drogas de mejora del rendimiento en la orina), la investigación (por ejemplo, separar los componentes de una muestra biológica compleja, o de productos químicos sintéticos similares el uno del otro), y la manufactura (por ejemplo, durante el proceso de producción de productos farmacéuticos y biológicos).

La cromatografía puede ser descrito como una transferencia de masa proceso que implica la adsorción. HPLC se basa en bombas para pasar un líquido a presión y una mezcla de la muestra a través de una columna rellena con un adsorbente, lo que lleva a la separación de los componentes de la muestra. El componente activo de la columna, el sorbente, es típicamente un material granular hecho de partículas sólidas (por ejemplo, sílice, polímeros, etc), 2-50 micrómetros de tamaño. Los componentes de la mezcla de la muestra se separan el uno del otro debido a sus diferentes grados de interacción con las partículas de sorbente. El líquido a presión es típicamente una mezcla de disolventes (por ejemplo, agua, acetonitrilo y / o metanol) y se conoce como una "fase móvil". Su composición y temperatura juega un papel importante en el proceso de separación por influir en las interacciones que tienen lugar entre los componentes de la muestra y adsorbentes. Estas interacciones son de naturaleza física, tales como hidrófobo (dispersivo), dipolo-dipolo e iónicos, lo más a menudo una combinación de los mismos.

CAPITULO II.- BEBIDAS ALCOHÓLICAS A PARTIR DE FRUTAS.

Las bebidas alcohólicas derivadas de frutas comúnmente son conocidas como licores ya que pueden ser obtenidos a partir de la destilación de vinos, de jugos de frutas o de caldos fermentados de cereales malteados.

Enfocándonos en frutas, son aquellos que obtenemos mediante la fermentación de las mismas. De igual manera obtenemos el licor por medio de operaciones de separación, ejemplo, la destilación. Las variantes para éste tipo de alcoholes depende de su denominación de origen, los cuales se estudiarán en éste capítulo.

Cabe mencionar que para poder lograr la fermentación alcohólica a partir de alguna fruta esta debe contar con una cantidad de fructuosa mayor a un 11%, sin esta cantidad de azúcar el proceso no sería viable.

II.1 Bebidas obtenidas a partir de la uva.

II.1.1 Vino.

El vino (del latín vinum) es una bebida obtenida de la uva (especie *Vitis vinifera*) mediante la fermentación alcohólica de su mosto o zumo. La fermentación se produce por la acción metabólica de levaduras que transforman los azúcares del fruto en alcohol etílico y gas en forma de dióxido de carbono. El azúcar y los ácidos que posee la fruta *Vitis vinifera* hace que sean suficientes para el desarrollo de la fermentación. No obstante, el vino es una suma de un conjunto de factores ambientales: clima, latitud, altitud, horas de luz, etc.³ Aproximadamente un 66% de la recolección mundial de la uva se dedica a la producción vinícola; el resto es para su consumo como fruta.⁴ A pesar de ello el cultivo de la vid cubre tan sólo un 0,5% del suelo cultivable en el mundo.⁵ El cultivo de la vid se ha asociado a lugares con un clima mediterráneo.

Se da el nombre de «vino» únicamente al líquido resultante de la fermentación alcohólica, total o parcial, del zumo de uvas, sin adición de ninguna sustancia. En

muchas legislaciones se considera sólo como vino a la bebida fermentada obtenida de *Vitis vinifera*, pese a que se obtienen bebidas semejantes de otras especies como la *Vitis labrusca*, *Vitis rupestris*, etc. El conocimiento de la ciencia particular de la elaboración del vino se denomina enología (sin considerar los procesos de cultivo de la vid). La ciencia que trata tan sólo de la biología de la vid, así como de su cultivo, se denomina ampelología.

II.1.2 Cognac.

El brandy, también conocido mundialmente como Cognac es la bebida destilada obtenida a partir del fermento de vinos, jugo de uvas. Esta bebida, como todas las bebidas destiladas, es de alta graduación alcohólica que, para el caso de 42°, aportan 290 kcal por cada 100 ml medidos.

Según sea el brandy producido a partir de vino o frutas, es la etiqueta que el mismo recibe. El cognac, versión más conocida del brandy, es elaborado a partir de uvas de la región de Francia que tiene ese mismo nombre. Con el propósito de etiquetar sus producciones de alcohol, idénticamente como ocurría en ese país con los vinos y su Appellations d'Origine (Denominación de Origen Controlada), los Cognacs solo podían llevar ese nombre en la etiqueta si eran producidos en la región lindera al pueblo de Cognac en el oeste de Francia.

Según el añejamiento, algunos productores califican a sus cognacs mediante la siguiente codificación:

- Una "estrella": de 2 a 5 años
- Dos "estrellas": de 3 a 8 años
- Tres "estrellas": de 10 a 15 años
- V.O.: Muy añejado (very old) de 10 a 15 años.
- V.O.P.: Producto muy añejado 15 años
- V.S.O.P.: Producto superior, muy añejado, 20 años
- V.V.S.O.P.: Producto superior muy muy añejado, 25 años
- X.O.: Extraordinario añejado, 30 años

- EXTRA: Extraordinario añejado, 50 años.

II.2 Bebidas obtenidas a partir de la manzana.

II.2.1 Sidra.

La sidra es una bebida alcohólica de baja graduación (desde menos del 3 % en vol. en el caso de la sidra doux francesa, hasta un máximo del 8 % en vol.) fabricada con el zumo fermentado de la manzana. La palabra “sidra” proviene del latín “sicera”, que a su vez proviene del hebreo “shekar”(hebreo primitivo),¹ con el significado de bebida embriagadora. Lo propio sucede con la palabra francesa “cidre” y la inglesa “cider”.

II.2.2 Calvados (licor).

El calvados es un aguardiente con Appellation d'origine contrôlée o AOC (Denominación de Origen Controlada), que se obtiene por destilación de la sidra y es producido exclusivamente en la región de Normandía, en Francia.

Su nombre proviene de uno de los departamentos francés en el que es elaborado, el departamento de Calvados. Según una leyenda, este nombre sería una degeneración de la palabra “salvados”, originada por la historia de un barco de la Armada invencible de Felipe II (El Salvador) que naufragó en costas normandas. Unos estudios recientes revelaron que el nombre Calvados designaba dos montículos de esta parte de la costa normanda, que servían de referencia a los marineros para evitar unos arrecifes que afloran allí. Esas elevaciones con poca vegetación se llamaban calva dos en los mapas, del latín calva dorsa, que significa "otero calvo", ya que su aspecto pelado las hacía fácilmente reconocibles desde el mar.

En caso de ensamblaje de varios calvados, la legislación francesa obliga a que la edad mencionada en la etiqueta sea la del calvados más joven.

- Fine o V.S. (Very Special): de al menos 2 o 3 años según la AOC.
- Vieux o Réserve (Viejo o Reserva): de al menos 3 años.
- V.O. (Very Old), V.S.O.P. (Very Superior Old Pale), Vieille Réserve (Vieja Reserva): de al menos 4 años.
- Extra, X.O., Napoléon, Hors d'âge, Très Vieille Réserve, Très Vieux (Muy Vieja Reserva, muy Viejo): de al menos 6 años.

Cuando una cosecha ha sido de una calidad excepcional en un año determinado, éste puede aparecer en la etiqueta del calvados.

II.3 Otras.

II.3.1 Perada.

Una perada es una bebida alcohólica de color ámbar similar a la sidra, obtenida de la fermentación del jugo de pera. De la cual, a su vez, se puede elaborar aguardiente de pera o vinagre. Tiene una graduación alcohólica baja, no menor a 6°.

Para la confección de una buena perada se requiere la utilización de peras que se encuentren en un estado de maduración adecuados dependiendo de la variedad, pues mientras que algunas variedades pueden pasar por un periodo de maduración secundario posterior a su recolección, como las manzanas, otras deben ser usadas en cuanto comienzan a madurar y a caer del árbol, ya que si se dejasen pasar darían una perada acuosa e inconsistente.

En Francia la perada se llama poiré y su producción se limita a ciertas regiones de Normandía (departamentos de Manche y Orne) y limítrofes (norte de Ille-et-Vilaine y norte de la Mayenne). Se elabora de manera artesanal con una variedad de peras de sabor ácido y amargo conocidas como "peras de sidra" o "peras de

perada" (poires à cidre o poires à poiré). La variedad Plant de Blanc(Pera blanca) es la más frecuente.

El poiré se destila para producir aguardiente de poiré. Mezclado con aguardiente de pera, el poiré se convierte en una bebida llamada poirineau. El poiré entra en la composición de algunos calvados, junto con la sidra de manzana.

El bocage de la región de Domfront, en Normandía, es el mayor productor de este tipo de pera y es conocido como "el país del poiré"(El país de la pera). El poiré de Domfront tiene una Appellation d'origine contrôlée (AOC ,Denominación de Origen Controlada) desde 2002.

En el Reino Unido, se llama pear cider (sidra de pera) o perry. Se elabora principalmente en el oeste de Inglaterra y en el País de Gales. Como en España y en Francia, se elabora a partir de variedades de peras generalmente no comestibles por su sabor agrio, siendo la variedad Blakeney Red la más utilizada. El perry producido en los condados ingleses de Gloucestershire, Herefordshire y Worcestershire beneficia de una Indicación Geográfica Protegida (IGP) de la Unión Europea.

Tradicionalmente limitado al medio rural, el perry se está convirtiendo en una bebida de moda desde los primeros años del siglo XXI. Algunas marcas comerciales han lanzado al mercado variantes industriales de perry llamado "light perry", endulzado con jarabe de maíz o azúcar invertido.

La perada es una bebida muy apreciada en Suecia, y su principal área de producción se sitúa en la región de Bergslagen. La sidra de pera sueca, päroncider en sueco, se produce industrialmente y se vende en latas para facilitar su comercialización.

II.3.2 Piña.

El término Tepache en México es utilizado para nombrar una bebida obtenida por la fermentación de los azúcares de alguna fruta, es también conocido como Chicha en algunos países del centro y sur de América, se obtenía antiguamente de la fermentación de la masa simple del maíz en agua, aunque hoy en día es más común la proveniente de la fermentación varias tipos de fruta (generalmente cáscaras de piña) y azúcar o piloncillo en agua hervida, la cual se deja fermentar de 4 a 6 días.

La palabra tepache procede del nahuatl “tepiatl”, que significa bebida de maíz, ya que como se dijo era elaborada con este cereal aunque hoy en día su versión más conocida es la producida por la mezcla de piña y azúcar.

Es una de las bebidas fermentadas más populares de México, ya que normalmente tiene un muy bajo nivel alcohólico por su forma de elaboración (menos de 1% Alc. Vol.), su gusto recuerda a la cerveza pero con mucha mayor dulzura; la costumbre de elaborar esta bebida con maíz se continúa en varias comunidades sobre todo indígenas de México, como en los estados de Oaxaca, Querétaro, Guerrero, Puebla, Chihuahua, Sinaloa, Sonora, Veracruz, Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Chiapas donde con un nivel alcohólico mayor fue objeto para los cultos religiosos de los mayas.

El tepache en la actualidad se obtiene adicionalmente por la fermentación del jugo y la pulpa de varios tipos de frutos dulces como piña, guayaba, manzana, tuna, naranja, etc. el cual se deja fermentar por varios días, dependiendo de lo azucarada de la mezcla, de esta bebida si se deja fermentar más días se obtienen una bebida con mayor nivel alcohólico pero también mayor amargura y acidez en su gusto, al cabo de semanas se termina convirtiendo en vinagre el cual generalmente acaba con las bacterias de la fermentación, estos vinagres son de aromas y sabores muy distintivos de acuerdo al tipo de fruto del que provienen.

II.4 Normas oficiales mexicanas aplicables para el control de calidad de bebidas alcohólicas.

La normatividad surge de una necesidad derivada de protección al consumidor , dado lo siguiente cada país en cuestión crea una normatividad tanto para producción de bebidas alcohólicas (controles y estándares de calidad dentro de los procesos de producción) como para producto terminado e ingreso al mercado, son estándares que debe cumplir todo producto de esta índole sin excepción alguna.

Normas ver anexo.

CAPITULO III.- DISEÑO EXPERIMENTAL.

III.1 Materia Prima.

- 1Kg Piña.
- 1Kg de Pera.
- 1L de solución de pera.
- 1L de solución de piña.

III.2 Descripción del Equipo.

El equipo utilizado para la caracterización del alcohol de pera y piña fue:

Perkin Elmer Serie 200 Sistema de HPLC

Bomba Serie 200

Columna empacada de 1cm de diámetro por 10cm de alto.

Diagrama del equipo utilizado de HPLC (Cromatografo líquido de alta presión)

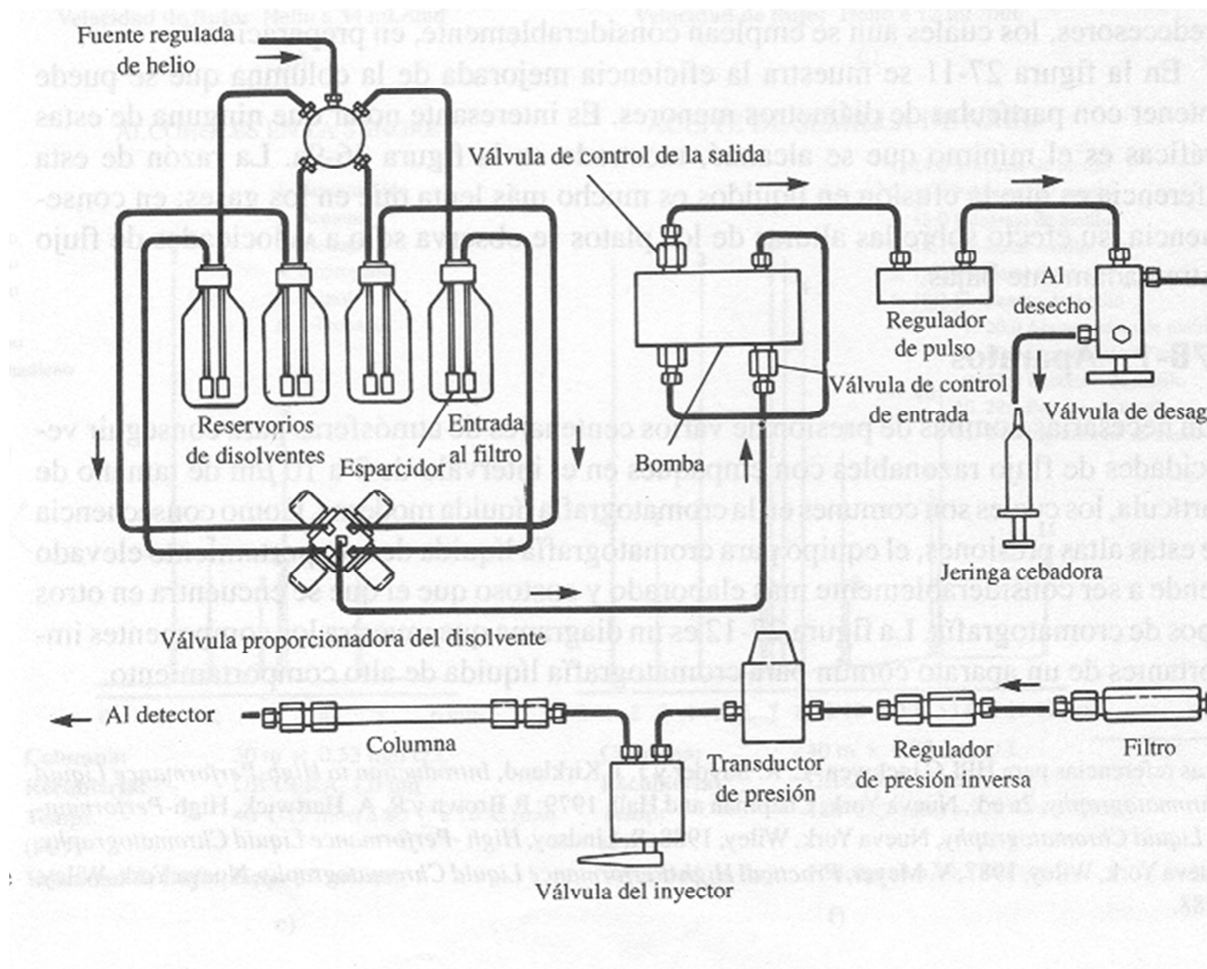


Fig.9 Diagrama de equipo HPLC (Cromatografía liquido de alta presión)(Referencia Manual de usuario Perkin Elmer cromatógrafo serie 200).

III.3 Esquema Experimental.

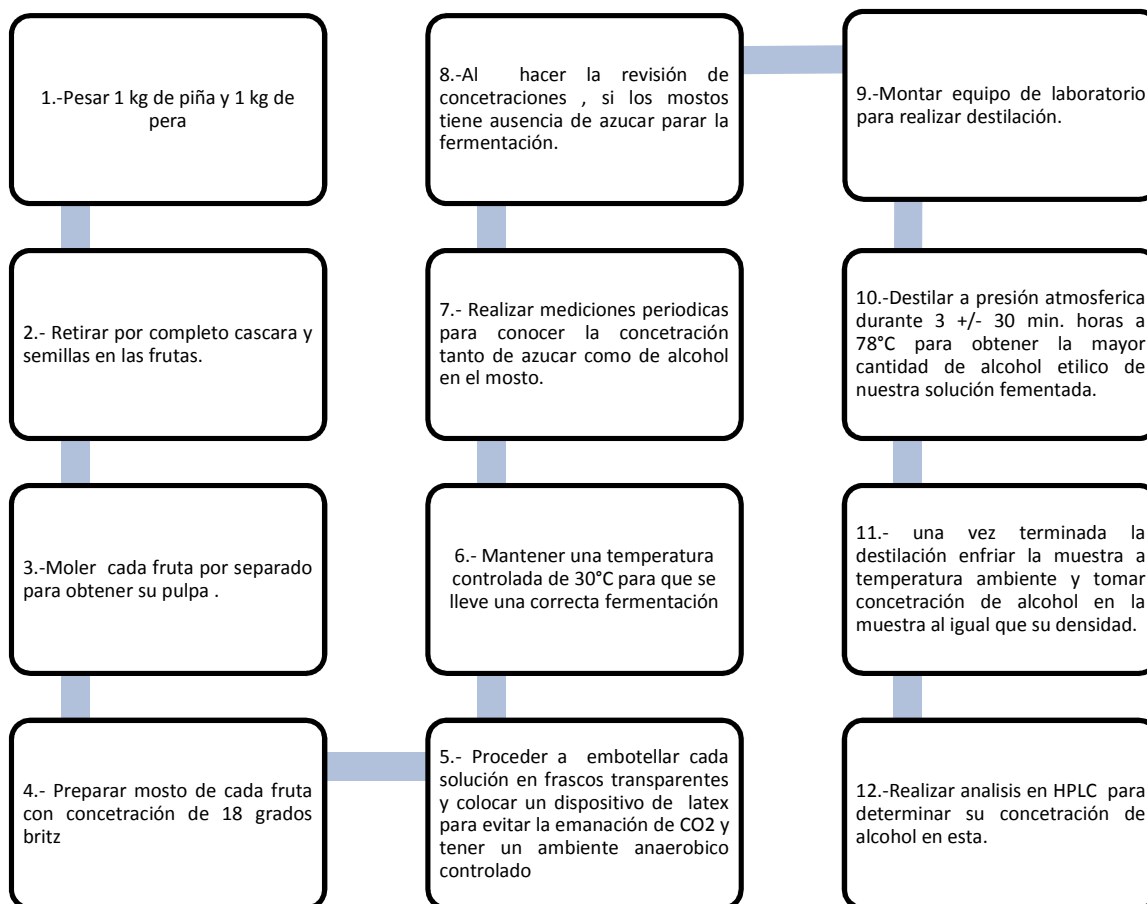


Fig.10.Esquema del proceso experimental (Referencias: creación propia).

III.4 Procedimiento Experimental.

1. Pesar 1 kg de piña y 1 kg de pera
2. Retirar por completo cascara y semillas en las frutas
3. Moler cada fruta por separado para obtener su pulpa .
4. Preparar mosto de cada fruta con concentración de 18 grados Briz
5. Proceder a embotellar cada solución en frascos transparentes y colocar un dispositivo de látex para evitar la emanación de CO₂ y tener un ambiente anaeróbico controlado
6. Mantener una temperatura controlada de 30°C para que se lleve una correcta fermentación
7. Realizar mediciones periódicas para conocer la concentración tanto de azúcar como de alcohol en la solución.
8. Al hacer la revisión de concentraciones , si los mostos tiene ausencia de azúcar parar la fermentación.
9. Montar equipo de laboratorio para realizar destilación.
10. Destilar a presión atmosférica durante 3 +/- 30 min. horas a 78°C para obtener la mayor cantidad de alcohol etílico de nuestra solución fermentada.
11. Una vez terminada la destilación enfriar la muestra a temperatura ambiente y tomar concentración de alcohol en la muestra al igual que su densidad.
12. Realizar análisis en HPLC para determinar su concentración de alcohol en esta.

III.5 Técnica de Análisis.

La Cromatografía líquida, también conocida como Cromatografía de líquidos, es una técnica de separación y no debe confundirse con una técnica cuantitativa o cualitativa de análisis. Es una de las técnicas analíticas ampliamente utilizadas, la cual permite separar físicamente los distintos componentes de una solución por la adsorción selectiva de los constituyentes de una mezcla. En toda cromatografía existe un contacto entre dos fases, una fija que suele llamarse fase estacionaria, y una móvil (fase móvil) que fluye permanente durante el análisis, y que en este caso es un líquido o mezcla de varios líquidos. La fase estacionaria por su parte puede ser alúmina, sílice o resinas de intercambio iónico que se encuentran disponibles en el mercado. Los intercambiadores iónicos son matrices sólidas que contienen sitios activos (también llamados grupos ionogénicos) con carga electrostática (positiva o negativa). De esta forma, la muestra queda retenida sobre el soporte sólido por afinidad electrostática. Dependiendo de la relación carga/tamaño unos constituyentes de la mezcla serán retenidos con mayor fuerza sobre el soporte sólido que otros, es decir serán adsorbidos, lo que provocará su separación. Las sustancias que permanecen más tiempo libres en la fase móvil, avanzan más rápidamente con el flujo de la misma y las que quedan más unidas a la fase estacionaria o retenidas avanzan menos y por tanto tardarán más en salir o fluir. Éste es el principio fundamental de la cromatografía. Un ejemplo notable es la cromatografía de intercambio iónico. Las columnas más utilizadas son las de sílice.

Métodos de cromatografía líquida

Método	Abreviatura	Mecanismo predominante
Líquido, sólido o de adsorción	LSC	Adsorción sobre la superficie
Líquido	LLC	Reparto entre fases líquidas, una móvil y la otra estacionaria.
Fase enlazada	BPC	Reparto y / o adsorción entre las fases móvil y enlazada.
Afinidad	--	Uso de la estructura de ligantes inmovilizados para unir bioselectivamente la proteína deseada.

Tabla 2 Métodos de cromatografía líquida (Química analítica II métodos de análisis ,Stepson).

Selección de un método de cromatografía líquida

El conocimiento de la estructura molecular de los componentes de la muestra puede ser muy útil en la selección de un método de cromatografía líquida. Una guía muy general para la selección de un método se da a continuación.

La cromatografía de adsorción opera mejor en la separación por clases de compuestos o para la separación de compuestos isoméricos. La técnica de cromatografía líquido – líquido es mejor para la separación de homólogos. Los grupos funcionales que son capaces de formar enlaces de hidrógeno fuertes se retienen mucho en cromatografía de adsorción, sin embargo la CLL(Líquido – líquido) proporciona una alternativa para la separación de estos compuestos, estas serán las muestras que tienen polaridad media.

CAPITULO IV.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

VI.1 Tratamiento de Datos.

IV.1.1 Gráficas de fermentado piña.

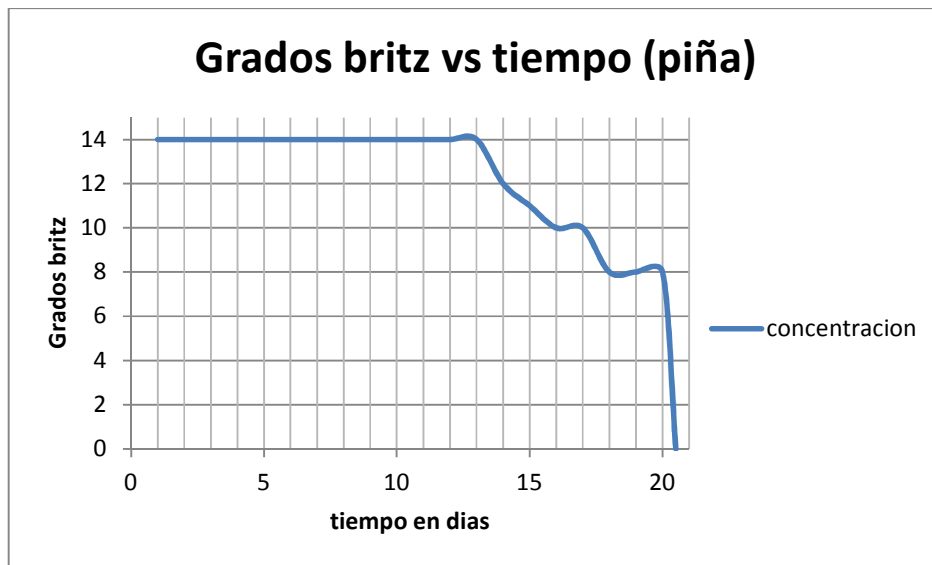


Fig.11 Gráfica de grados Britz vs tiempo de la piña (Referencias: creación propia).

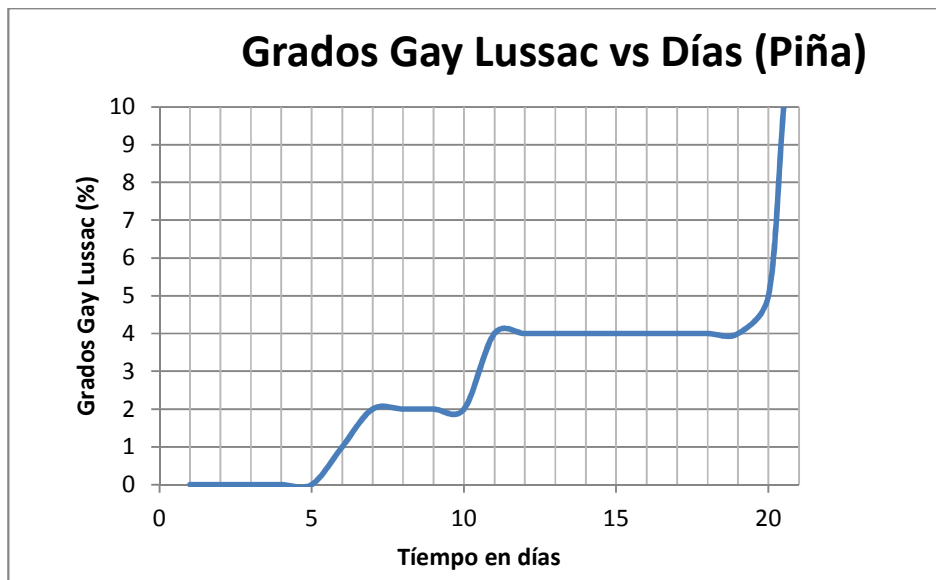


Fig.12 Gráfica de grados Gay-Lussac vs tiempo días de la piña (Referencias: creación propia)..

IV.1.2 Gráficas de fermentado pera.

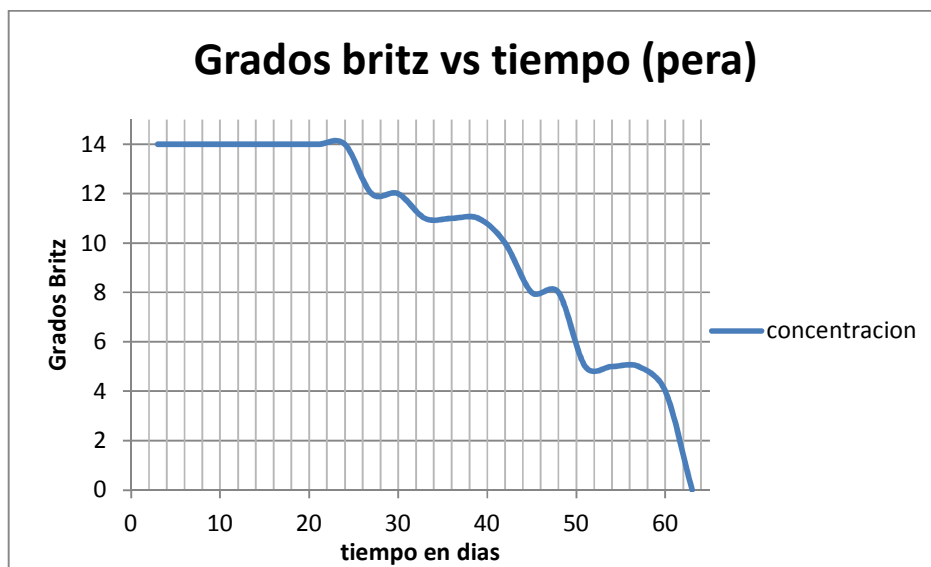


Fig.13 Gráfica de grados Britz vs tiempo en días de la pera (Referencias: creación propia).

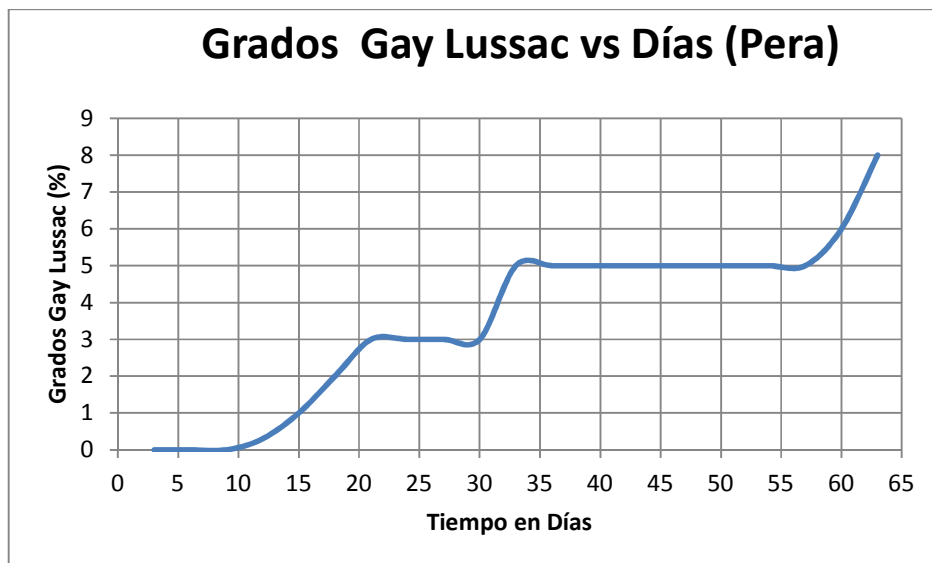


Fig.14 Gráfica de grados Gay-Lussac vs tiempo días de la pera (Referencias: creación propia).

IV.1.3 Resultados de cromatografía piña.

Resultado de cromatografía calibración de alcohol etílico

Datos para construir grafica de calibración.

Área	ppm
0	0
59661	250
132234	600
206939	1000
318025	1800
490102	2900
582500	3500

Tabla3.Datos para construir grafica de concentraciones de HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Presión) (Referencias: creación propia).

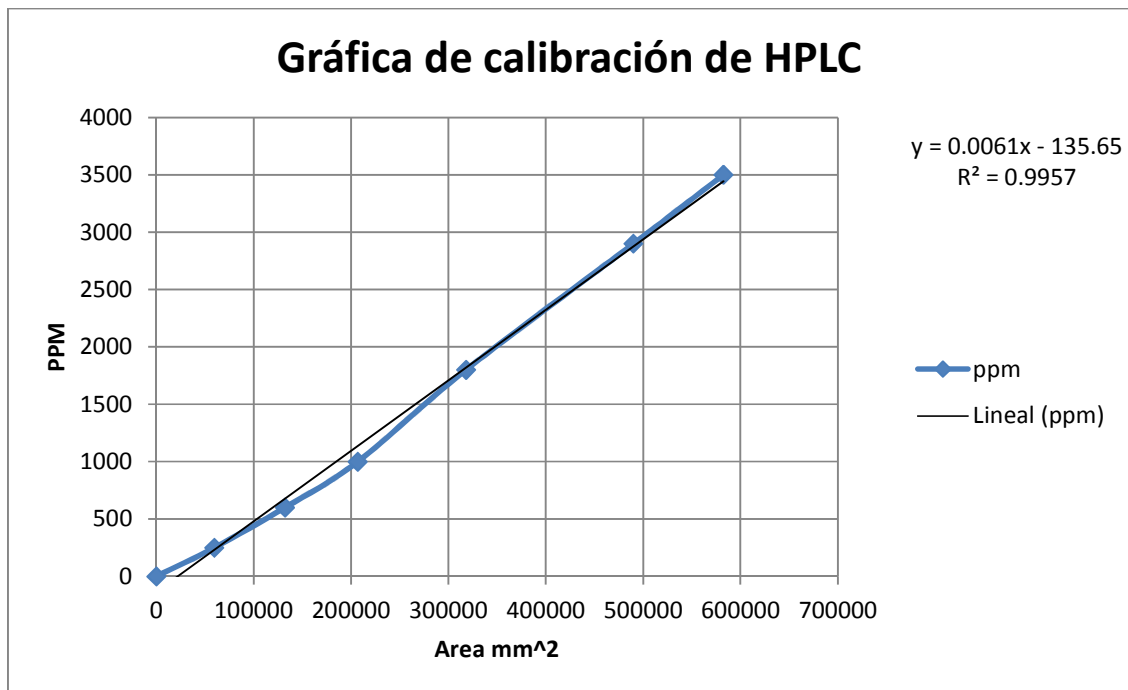


Fig.15 Gráfica de concentraciones de HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Presión)
(Referencias: creación propia).

Ajustando nuestra gráfica con una ecuación de la recta obtenemos la ecuación para poder obtener la cantidad de alcohol etílico en nuestra muestra.

Usando la ecuación tenemos que:

El área obtenida en la cromatografía fue de 348482 con esto utilizamos nuestra ecuación encontrada

$$y = 0.0061 * x - 135.65$$

Siendo "x" el área sabemos que "y" vale

$$y = 0.0061 * (348482) - 135.65 = 1990.0902 \text{ ppm}$$

Ppm de piña = 1990.0902

Se uso un estándar de 790000 ppm

El volumen del matraz fue de 10 ml

El volumen de la muestra usada fue de 222 μ l

Con estos datos obtenemos el porcentaje de alcohol en la muestra:

Piña =11.34% en 10 ml = 1.134 ml de alcohol etílico en la muestra.

IV.1.4 Resultados de cromatografía pera.

Resultado de cromatografía calibración de alcohol etílico

Datos para construir grafica de calibración:

Área	ppm
0	0
59661	250
132234	600
206939	1000
318025	1800
490102	2900
582500	3500

Tabla 4.Datos para construir grafica de concentraciones de HPLC (Cromatografía Liquido de Alta Presión) (Referencias: creación propia).

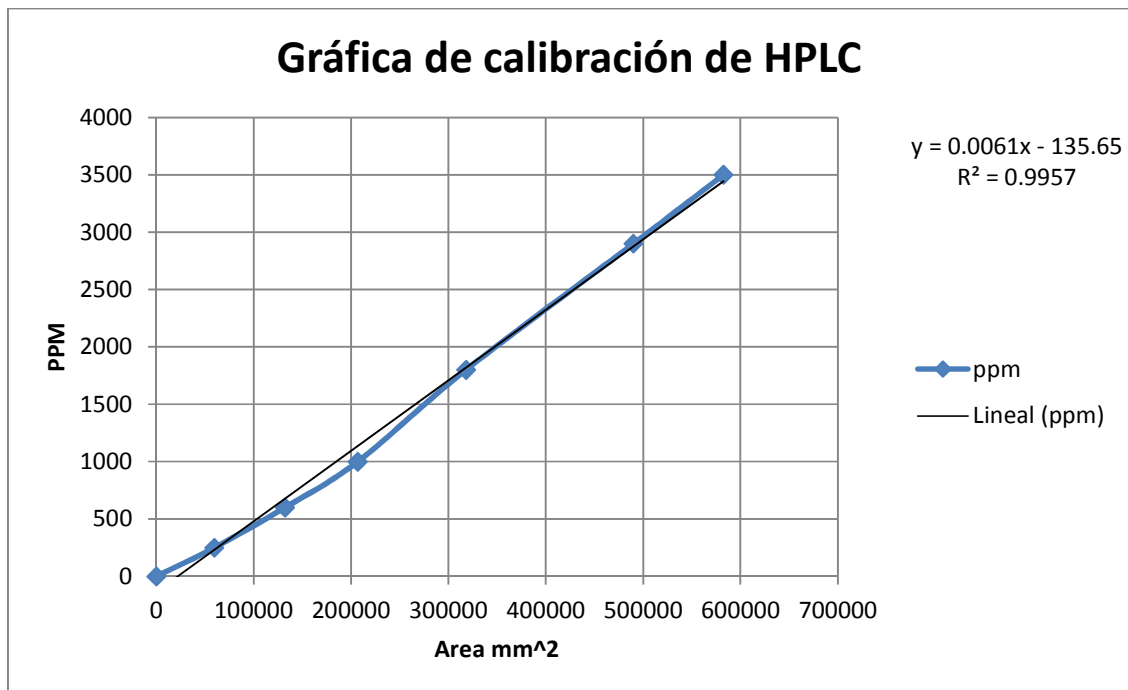


Fig.16 Gráfica de concentraciones de HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Presión)
(Referencias: creación propia).

Ajustando la gráfica con una ecuación de la recta obtenemos la ecuación para poder obtener la cantidad de alcohol etílico en la muestra.

Usando la ecuación tenemos que:

El área obtenida en la cromatografía fue de 281465 con esto utilizamos nuestra ecuación encontrada

$$y = 0.0061 * x - 135.65$$

Siendo "x" el área sabemos que "y" vale

$$y = 0.0061 * (281465) - 135.65 = 1581.2865 \text{ ppm}$$

Ppm de pera = 1581.2865

Se usó un estándar de 790000 ppm

El volumen del matraz fue de 10 ml

El volumen de la muestra usada fue de 222 μ l

Con estos datos obtenemos el porcentaje de alcohol en la muestra:

Pera =9.01% en 10 ml = 0.901 ml de alcohol etílico en la muestra.

IV.2 Tablas de Resultados.

Frutas	Días de fermentación	Cantidad de alcohol obtenido En 100ml	Cantidad de alcohol obtenida en análisis de HPLC 10 ml	Concentración Grados Gay-Lussac.	Cantidad de alcohol en un litro de fermentado.
Piña	21	10ml	1.134ml	11.13%	111.34 ml
Pera	65	8ml	0.901ml	9.01%	90.1 ml

Tabla 5. Tabla de resultados (Referencias: creación propia).

IV.3 Análisis de Resultados.

Mediante el análisis anterior se observa que existe una diferencia de 44 días entre la fermentación alcohólica de ambas frutas (piña y pera). La primera de éstas requiere un tiempo de 21 días para llevar a cabo dicho proceso.

El análisis de cromatografía líquida de alta presión permite conocer la cantidad de alcohol obtenido. Dicho método analítico indica que para una muestra de diez mililitros, el porcentaje obtenido asciende al 11.13% lo que en un litro de muestra fermentada es igual a 111.34 mililitros para el caso de la piña y de 90.1 mililitros para la pera.

Es importante señalar que el porcentaje obtenido de alcohol corresponde directamente a la concentración de dicha solución en términos de grados Gay Lussac.

CONCLUSIONES.

Hallar materia prima para la elaboración de un artículo puede parecer sencillo, sin embargo es importante considerar que la Ingeniería Química posee estándares rigurosos de calidad en la fabricación de productos principalmente para consumo humano. Es ahí donde se encuentra el punto de partida de éste trabajo.

La interrogante principal en la elaboración de alcohol de fruta, radica precisamente en la selección de las frutas. Para ello ha sido necesario descartar a aquellas frutas que carecen de la cantidad de azúcar requerida. Es de ésta manera como se llega a la conclusión de que la piña y la pera serían las frutas electas.

Por otra parte, conocer los fundamentos de bebidas alcohólicas semejantes, su historia, cultura y elaboración facilita el proceso de fabricación.

Con la preparación de la fruta, su fermentación y hasta los métodos de análisis de muestra, surge la necesidad de conocer los patrones que debe seguir el producto en cada una de las etapas.

Características tales como la temperatura, los grados Britz (la cantidad de azúcar que posee la fruta), los costos y hasta la cantidad de muestra que hay que usar, son factores determinantes para la consumación del proceso.

Ésta tesis sostiene que las frutas ya estudiadas están calificadas para proporcionar alcohol mediante su fermentación, sin embargo y comparando ambas frutas, los resultados de los análisis realizados, indican que la piña posee ventaja ya que presenta mayor volumen de alcohol obtenido siendo éste 3.1 veces superior al de la pera.

Dicha tesis consigue entonces el objetivo de emplear conocimientos de Ingeniería Química para obtener productos de consumo humano, sin dejar de cumplir con los requerimientos y estándares que satisfagan las necesidades del consumidor.

BIBLIOGRAFÍA.

Titulo Notas para la historia de la destilación
Autor J.L. Otero de la Gándara
Editorial Tebar, 2006
ISBN 8473602323, 9788473602327
Paginas 304

Titulo Fundamentos de Tecnología Química
Autor Vollrath Hopp
Editorial Reverte, 1984
ISBN 8429172459, 9788429172454
Paginas 500

Titulo Manual de elaboración artesanal del destilado de Frutas
Autor Sánchez Font,L.
Editorial IICA Biblioteca Venezuela
Paginas 356

Titulo Procesos de separación
Autor C. J. King
Editorial Reverte, 1980
ISBN 8429173013, 9788429173017
Paginas 914

Titulo Técnicas Analíticas de Separación
Autores Miguel Valcarcel Cases, A. Gómez Hens
Editorial Reverte, 1988
ISBN 8429179844, 9788429179842
Paginas 800

ANEXOS.

- NOM-117-SSA1-1994 Bienes y Servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.
- NOM-142-SSA1-1995. Bienes y servicios. Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial
- NOM-120-SSA1-1994 Bienes y Servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.
- NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental, agua para uso y consumo humano- límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización.
- NOM-002-SCFI-1993 Productos preenvasados. Contenido neto, tolerancias y métodos de prueba.
- NOM-030-SCFI-1993 Información comercial. Declaración de cantidad en la etiqueta- Especificaciones
- NMX-V-004. Método de prueba de la determinación de furfural en bebidas alcohólicas.
- NMX-V-005-S. Bebidas alcohólicas destiladas - Determinación de ésteres y aldehídos.
- NMX-V-013-S. Bebidas alcohólicas destiladas - Determinación del porcentaje de alcohol en volumen en la escala Gay - Lussac a 288 K (15°C).
- NMX-V-014-S. Bebidas alcohólicas destiladas - Determinación de alcoholes superiores (Aceite de fusel).
- NMX-V-016-S. Bebidas alcohólicas destiladas - Determinación de acidez total.
- NMX-V-021-S. Bebidas alcohólicas destiladas - Determinación de metanol.
- NMX-Z-012. Muestreo para la inspección por atributos

