# Benemérita

# Universidad Autónoma de Puebla

## FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

**"BEBIDA ALCOHÓLICA ESTILO VINO DE OPORTO A BASE DE TUNA (*Opuntia ficus – indica*)"**

**TESIS PROFESIONAL**

**Que para obtener el grado de licenciatura en Ingeniero en Alimentos**

**Presenta:**

**Sergio Hernández Zenteno**

**Director de Tesis:**
**Dr. Sergio Juárez del Carmen**

**Puebla, Pue. 2015.**

BUAP

Oficio No. FIQ/AC/1064/2015
Asunto: Registro de Tema de Tesis

**C. SERGIO HERNÁNDEZ ZENTENO**
**PASANTE DE LA LICENCIATURA**
**EN INGENIERÍA EN ALIMENTOS**
**P R E S E N T E:**

Por medio del presente me permito informarle, de la aprobación del Registro de Tema de Tesis de la Licenciatura en Ingeniería en Alimentos cuyo título es el siguiente:

"BEBIDA ALCOHÓLICA ESTILO VINO DE OPORTO A BASE DE TUNA (*O. ficus-indica*)"

Con el siguiente contenido:

**INTRODUCCIÓN**

| | |
|---|---|
| **CAPÍTULO 1** | **ANTECEDENTES** |
| **CAPÍTULO 2** | **METODOLOGÍA** |
| **CAPÍTULO 3** | **RESULTADOS Y DISCUSIÓN** |

**CONCLUSIONES**
**BIBLIOGRAFÍA**

Director de Tesis: Dr. Sergio Juárez del Carmen

Lo cual me permito comunicarle para su conocimiento y fines consiguientes aclarando que la vigencia de este tema será **ÚNICAMENTE POR UN AÑO.**

**A T E N T A M E N T E**
**"Pensar Bien, Para Vivir Mejor"**
**H. Puebla de Z., 29 de septiembre del 2015**

**M.I.C. MA. GPE. TITA VÁZQUEZ E. DE LOS MONTEROS**
**SECRETARIA ACADÉMICA**

C.c.p Director de Tesis: Dr. Sergio Juárez del Carmen
Minutario Facultad de Ingeniería Química

Facultad de Ingeniería Química
Av. San Claudio s/N, Col. San Manuel, Ciudad Universitaria, Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00
Ext. 7250 y 7251

# Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

## FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

### CIUDAD UNIVERSITARIA

ASUNTO:
**AUTORIZACIÓN**
**IMPRESIÓN DE TESIS**

**C.P. José Juan Morales Rodríguez**
**Director de la Administración Escolar**
**De la BUAP.**
**Presente**

Por este conducto me permito presentar a Ud. al C. pasante de la carrera de Ingeniería

**C. Sergio Hernández Zenteno**

Quién presenta como tema de tesis:

"Bebida alcohólica estilo vino de Oporto a base de tuna (*O. ficus – indica*)"

La cual ha sido debidamente revisada y se autoriza para su impresión correspondiente.

Sin otro particular y para los fines que se estimen conducentes reitero mi distinción.

ATENTAMENTE
**"Pensar Bien, para Vivir Mejor"**
H. Puebla de Z., a 18 de Noviembre de 2015

Director de Tesis
Dr. Sergio Juárez del Carmen

## Agradecimientos.

Sí en algún momento de mi vida, llegaría a saber que tendría que realizar una tesis, cedería el paso a otro espermatozoide, sin embargo el tiempo no se puede retroceder, por lo que solo resta agradecer a todos los involucrados que en forma indirecta y sobre todo directamente socorrieron con su índole para la finalización de este proyecto.

Siendo mi familia, a la cual agradezco de sobre manera por ser soporte universal en mi formación académica y culpable de la estructura molecular de mi personalidad. Así como a mi ama *alma mater* la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, cediéndome la oportunidad de escudriñar y experimentar dentro de sus aulas el forje de mi formación profesional.

Un agradecimiento sincero a las personas que creyeron en mí y a las que no también; a mis amigos que estuvieron a mi lado proveyendo de comentarios, quejas, sugerencias y exigencias para la conclusión de este proyecto. A mi pc Pavilion por soportar ver mi rostro y a Led Zeppelin por alentarme con su lírica y compas jocoso.

A todos ellos, mi respeto y agradecimiento, ya que sin ellos no sería nada.
Gracias por todo, perdón por tan poco.

“No sólo de pan vive el humano.
De vez en cuando, también necesita un trago.”
*Woody Allen.*

# Índice.

**Índice.** ..... **1**

**1. Planteamiento del Problema.** ..... **3**

**2. Justificación.** ..... **4**

**3. Objetivos.** ..... **5**
**3.1. Objetivo principal.** ..... **5**
**3.2. Objetivos particulares** ..... **5**

**4. Hipótesis.** ..... **6**

**5. Marco Teórico.** ..... **7**
**5.1. Fermentación alcohólica.** ..... **7**
**5.2. Fermentación Alcohólica sin Control (F.A.S.).** ..... **8**
**5.3. Fermentación Alcohólica Controlada (F.A.C.).** ..... **9**
5.3.1. Las bebidas alcohólicas destiladas. ..... 10
5.3.1.1. Molienda. ..... 11
5.3.1.2. Maceración. ..... 12
5.3.1.3. Cocimiento y sacarificación. ..... 13
5.3.1.4. Infusión. ..... 13
5.3.1.5. Destilación. ..... 14
5.3.2. Bebidas alcohólicas fermentadas ..... 15
5.3.2.1. Cerveza. ..... 15
5.3.2.2. Vinos. ..... 17
**5.4. Vino de Oporto.** ..... **21**
**5.4.1. Proceso de Elaboración.** ..... **22**
5.4.1.1. Vendimia o Cosecha. ..... 22
5.4.1.2. Despalillado y Estrujado. ..... 22
5.4.1.3. Desfangado ..... 23
5.4.1.4. Maceración. ..... 24
5.4.1.5. Fermentación primaria (fermentación alcohólica). ..... 26
5.4.1.6. Fermentación secundaria (fermentación malolactica). ..... 28
5.4.1.7. Trasiegos. ..... 28
5.4.1.8. Clarificación y filtración. ..... 29
5.4.1.9. Crianza ..... 31
5.4.1.10. Embotellado. ..... 32
**5.6. Tuna (O. ficus – indica).** ..... **33**

**6. Metodología.** ..... **35**
**6.1. Cuantificación de azucares solubles totales.** ..... **37**

**6.2. Comparación sensorial entre M.C., M.F. y S.M. ..... 38**
**6.3. Aceptación general de la bebida. ..... 39**

**7. Discusión y resultados ..... 42**
**7.1. Resultados generales. ..... 42**
**7.2. Comportamiento del consumo se solidos solubles totales. ..... 44**
**7.3. Efecto de maceración en frío y caliente. ..... 45**
**7.4. Aceptación general de la bebida alcohólica. ..... 47**
**7.5. Costo de producción. ..... 48**
**8. Conclusiones..... 50**

**9. Anexos ..... 52**
**9.1. Tabla de números aleatorios..... 52**
**9.2. Plantilla para prueba de preferencia. ..... 53**
**9.3. Plantilla para escala hedónica de 7 puntos. ..... 54**
**9.4. Hoja de seguridad para Hipoclorito de Sodio al 13%..... 55**

**10. Bibliografía..... 56**

## 1. **Planteamiento del Problema.**

Se propone producir una bebida alcohólica basada en la fermentación del jugo de tuna, tomando como modelo los vinos fortificados, específicamente el vino de Oporto, siendo un vino dulce y con alta graduación alcohólica; aprovechando estas propiedades del vino, para que la nueva bebida alcohólica ofrezca al consumidor, una complejidad sensorial obtenida por las notas dulces de la tuna combinando el sabor fuerte de un destilado obtenido de la misma fruta, con el fin de ser un producto netamente derivado de la tuna.

## 2. Justificación.

El interés que tengo por las bebidas alcohólicas se debe a su diversidad en los productos existentes, así como en sus propiedades sensoriales únicas, siendo la materia prima la que confiere a cada bebida alcohólica características sensoriales y visuales para cada producto.

Por lo que la tuna se perfila como una materia prima sumamente interesante para la creación de un producto de este tipo; ya que es un fruto abundante, económico, de sabor y color aceptable por el consumidor habitual, teniendo la facilidad de adaptarse en diferentes tipos de climas, extendiendo su zona de cultivo, lo que produce que la bebida alcohólica creada tenga diferente carácter, dependiendo de la zona de cosecha; de igual manera crearía un efecto positivo en los productores de este fruto del estado de Puebla, ya que Puebla es uno de los principales productores de tuna en la República Mexicana.

Sí bien existe una bebida alcohólica a base de tuna, denominada colonche, con amplio consumo tradicional en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y algunas regiones de Hidalgo, su producción se puede considerar a nivel artesanal, lo que genera una pobre vida de anaquel para este fermento, por lo que la bebida alcohólica propuesta en este proyecto, debe contar con la inocuidad alimentaria necesaria para la protección al consumidor.

# 3. Objetivos.

## 3.1. Objetivo principal.

- Elaborar una bebida alcohólica a partir de jugo de tuna (*Opuntia ficus-indica*), estilo vino de Oporto.

## 3.2. Objetivos particulares.

- Cuantificar la tasa de consumo de azucares solubles totales en el zumo de tuna.
- Comparar sensorialmente, sí algún tratamiento (maceración en caliente, maceración en frio o sin maceración), confiere un sabor aceptable en la bebida alcohólica, siendo evaluado por una escala hedónica de 7 puntos.
- Obtener el destilado de la tuna con una concentración de 40% de vol. alc.
- Evaluar la aceptación general del producto final, por medio de panel de consumidores.

## 4. Hipótesis.

La emulación del proceso de obtención del vino de oporto, empleado a la tuna (*Opuntia ficus - indica*) como sustrato, ayudará a crear una bebida alcohólica con características propias de este fruto.

# 5. **Marco Teórico.**

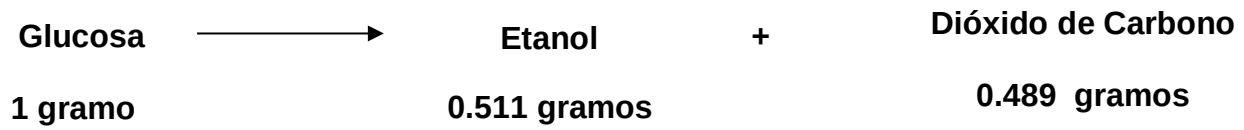
## 5.1. Fermentación alcohólica.

La fermentación es la descomposición de materia orgánica, comúnmente son sustratos ricos en azucares siendo degradados por levaduras y bacterias, los cuales generan diferentes rutas metabólicas como: fermentación acética (acetobacterias), fermentación láctica (bacterias ácido lácticas), fermentación butírica (clostridrales) y fermentación alcohólica (levaduras).

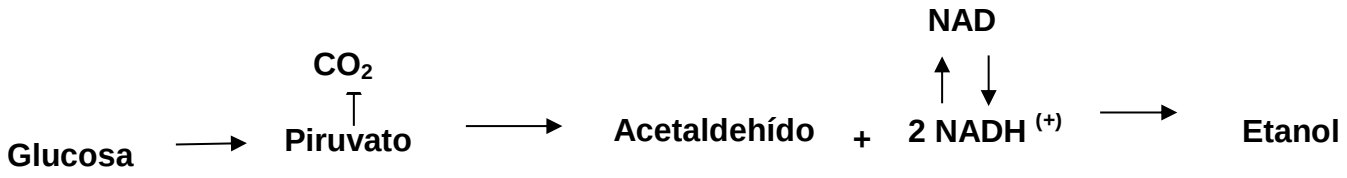
La fermentación alcohólica es una bioreacción que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono; siendo la levadura *Saccharomyces cerevisiae* la cual se emplea con mayor frecuencia (Vázquez; 2007). La cual se define como un proceso bioquímico irreversible en el que se produce etanol, dióxido de carbono, energía, glicerol, ácidos orgánicos, alcoholes superiores entre otros compuestos de menor concentración. Se puede representar este proceso en la ecuación 1, que representa la reacción química 1. De igual manera, podemos contemplar en la ecuación 2, que representa la reacción química 2 la producción de etanol y dióxido de carbono por un gramo de glucosa (Gay-Lussac; 1810 citado por Vogt, Jakob *et al*.); siendo estos dos compuestos, los de mayor concentración en la fermentación alcohólica (F.A.). Dentro de la ruta metabólica de la fermentación alcohólica, se aprecia (ecuación 3, que representa la reacción química 3) que a partir de glucosa, se obtiene piruvato, desprendiéndose $CO_2$ y acetaldehído, que con ayuda de 2 $NADH^+$, el acetaldehído es transformado en etanol.

$$\textbf{Azúcares} + \textbf{Levaduras} \longrightarrow \underset{\int_{1\,atm}^{20^\circ C} 0.7893}{\textbf{Etanol}} + \textbf{CO2} + \textbf{Calor} + \textbf{Otras sustancias}$$

Ecuación 1, que representa la reacción química 1 Proceso simplificado de la fermentación (Palacios, Agustin *et al.*).




Ecuación 2, que representa la reacción química 2 Formula de fermentación alcohólica (Gay – Lussac 1810 citado por Vogt, Jakob *et al*).




Ecuación 3, que representa la reacción química 3 Fermentación láctica / alcohólica (Nicholson, 2002)

Para facilitar la comprensión de la información presente, se divide en dos diferentes tipos de fermentación: fermentación alcohólica sin control (F.A.S.) y fermentación alcohólica controlada (F.A.C.).

## 5.2. Fermentación Alcohólica sin Control (F.A.S.).

La fermentación alcohólica sin control, se entiende como el proceso de fermentación alcohólica exento de todo control para regular la concentración de alcohol deseado y otros metabolitos deseables. Dentro de estos factores no controlados se cuenta con: temperatura adecuada para el crecimiento la de la levadura, cepa de levadura, acidez del medio, concentración de azucares fermentables (glucosa y fructosa principalmente), tiempo de fermentación y maceración. Siendo de producción a nivel artesanal.

Para que pudieran existir, las bebidas alcohólicas estandarizadas conocidas (cerveza, vino y licores), fue menester que tuviera una línea de evolución como todos los productos industrializados. Siendo el punto de partida la F.A.S. para la

cerveza, vino y licor. Con el curso de los años los productores pudieron estandarizar la producción y obtener productos con personalidad propia.

Dentro de los productos obtenidos por la F.A.S., que se encuentran en México al: pulque, tepache y colonche. Siendo el pulque y tepache, los de mayor consumo y conocimiento a nivel nacional, a diferencia del colonche que su popularidad y consumo es por temporada y su consumo se reduce a una determinada región del país (San Luis Potosí, Zacatecas y parte de Hidalgo) (Díaz; 2001). Esta bebida es extraída principalmente de la tuna Cardona (*Opunti streptacantha*), el jugo se deja a la intemperie o cubierto con manta de cielo, el cual se deje fermentar. (Díaz; 2001); siendo una bebida de consumo inmediato y por ende una bebida de nivel artesanal.

## 5.3. Fermentación Alcohólica Controlada (F.A.C.).

La fermentación alcohólica controlada (F.A.C.), caso contrario a la F.A.S., se especializa en controlar los factores que afectan directamente a la fermentación alcohólica, los factores con mayor importancia son: tipo de sustrato, cepa de levadura, temperatura de fermentación, temperatura y tiempo de maceración. Dando como resultado, un producto elegante, con carácter propio y cuerpo especifico, dependiendo de cada bebida alcohólica.

Debido al control minucioso de estas variables, han surgido diversos productos con características particulares, creando un universo diverso de cada una de estas; siendo la cerveza, vino y licores los de mayor renombre.

El Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-142-SSA1/SCFI-2013, Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial; define a las bebidas alcohólicas como aquella bebida que contenga alcohol etílico en una proporción de 2.0% y hasta 55.0% en volumen; de las cuales se puede clasificar en dos tipos diferentes: bebidas alcohólicas destiladas y bebidas alcohólicas fermentadas.

### 5.3.1. Las bebidas alcohólicas destiladas.

Las bebidas alcohólicas destiladas son definidas por el Proyecto de la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-142-SSA1/SCFI-2013 Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial. Como un producto obtenido por destilación de líquidos fermentados que se hayan elaborado a partir de materias primas vegetales en las que la totalidad o una parte de sus azúcares fermentables, hayan sufrido como principal fermentación, la alcohólica, siempre y cuando el destilado no haya sido rectificado totalmente, por lo que el producto deberá contener las sustancias secundarias formadas durante la fermentación y que son características de cada bebida, pueden estar adicionadas de ingredientes y aditivos permitidos por la Secretaría. Con contenido alcohólico de 25.0 - 55.0% Alc. Vol. Se pueden clasificar como bebidas alcohólicas destiladas naturales y bebidas alcohólicas aromatizadas.

Las bebidas alcohólicas destiladas naturales son destilados directamente del mosto principal para poder obtener por medio de la destilación, el etanol, compuestos hidrogenados, ácidos orgánicos, alcoholes superiores entre otros compuestos de menor concentración. Debido a su alta concentración etílica, normalmente son “suavizados” es decir diluidos en agua, sirviendo de esta manera para amortiguar el sabor y olor. Siendo el whiskey, absenta, ron, vodka, tequila, ginebra entre otros como los de mayor popularidad.

El proceso de obtención de las bebidas alcohólicas destiladas en términos generales tienen mucho en común, por lo que en el diagrama de flujo 1, se colocan los diferentes procesos de obtención para estas bebidas alcohólicas, detallando los procesos de mayor relevancia.

Diagrama 1. Proceso general, para producir bebidas alcohólicas.

**5.3.1.1. Molienda.**

La molienda consiste en triturar manualmente las meterías primas (granos, tubérculos, frutas) obteniendo mayor área de contacto con el inoculo, que de igual manera desdobla la estructura del almidón, extrayendo los monosacáridos necesarios para la fermentación alcohólica, ayudando a segregar el contenido de agua proveniente del sustrato, que a su vez arrastra aromas y sabores propios de las materias primas. Generalmente, se emplean molinos para hacer la molienda, por ejemplo el “molino egipcio”, este tipo de molino presiona al sustrato con una rueda de 500 Kg de peso, siendo sujeta a un eje, tirada por un animal de carga (Hernández; 2009). O en su defecto, se tritura al sustrato por medio de molinos que contienen navajas. Este proceso puede consistir en tres etapas, dependiendo de la materia prima empleada, la etapa de “desgarre” es donde se desmenuza el sustrato en material fibroso, se continúa con el “exprimido” donde se prensan las fibras obtenidas, segregando jugo del sustrato y por ultimo a las fibras prensadas

son bañadas con chorros, siendo prensadas en bandas transportadoras para extraer la mayor cantidad de azucares fermentables (Martínez y Pérez; 2008), al desecho de este proceso se conoce como bagazo, el cual puede estar presente o no en el siguiente proceso.

**5.3.1.2. Maceración.**

La maceración es un proceso físico – químico complejo donde se extraen principalmente compuestos hidrogenados entre otras sustancias (aromáticas, nitrogenadas, polisacáridos, minerales, etc.) (Ribéreau – Gayon; 1998, citado por Cassasa *et al*; 2006); este proceso es muy efectivo, siempre y cuando se controlen parámetros muy importantes como el tiempo de encubado (Pardo y Navarro 1994, Villa, 2002), la temperatura (Amerine; 1995, Reynolds et al; 2001), el número de los remojes e intensidad de los mismos, el uso de equipos tecnológicos tales como sistemas de auto-maceración (Del Monte *et al*., 2003), por mencionar a los de mayor importancia.

Hardwick dice (1995, citado por Hernández, 2009), la maceración es el proceso donde el sustrato y adjuntos son mezclados con agua en un proceso controlado de calentamiento, para digerir y extraer proteínas, carbohidratos, enzimas y sustancias fenólicas, obteniendo azucares fermentables y compuestos nitrogenados para la nutrición de la levadura. Por lo que a maceración se entiende como una dilución de un solvente en un disolvente a temperaturas bajas (3 – 10 °C) o a temperaturas relativamente altas (35 - 40 °C), disolviendo los nutrientes necesarios para desarrollar el metabolismo de la levadura, colocando estos nutrientes a nivel celular.

#### 5.3.1.3. Cocimiento y sacarificación.

En algunos sustratos es necesario el desdoblamiento molecular por medio de energía térmica y/o sacarificación (enzimática o química), ya que en las materias primas, el compuesto principal que se puede encontrar es el almidón, el cual es necesario que sea desdoblado para obtener sacáridos solubles fermentables y así la levadura pueda tener los nutrientes necesarios para su desarrollo.

La cocción se puede llevar por presión (más de una atm de presión) o a presión atmosférica. La cocción a presión consiste en colocar las materias primas (posiblemente molidas previamente) mezclándose con agua, para posteriormente hacer un pre - cocido a 63°C por un tiempo de 10 minutos; continuando con el cocido de las materias primas estas son calentadas a 178°C por un minuto, enfriando después a 66.7 °C en operación continua (Cabrera; 2009).

La cocción a presión atmosférica se pone a calentar agua a 43.5° C, añadiendo las materias primas (pueden estar molidas), el conjunto se calienta a 68° C entre 45 - 60 minutos. Posteriormente es enfriada la masa a la temperatura de 63 - 65°, añadiendo los agentes sacarificantes, logrando un desdoblamiento adecuado (Cabrera; 2009).

#### 5.3.1.4. Infusión.

La infusión para bebidas alcohólicas, consiste en dejar reposar las frutas, hierbas, cereales, granos o una mezcla entre estos, dentro de un destilado espirituoso neutro, a temperaturas 24 - 78 °C con un tiempo variante dependiendo de los elementos que son puestos en infusión (Internelia Netwok; 2010), evitando la mínima perdida de etanol, obteniendo de estos elementos, compuestos solubles en agua, intensificando las propiedades sensoriales del sustrato empleado o generando una mezcla de aromas diferente al sustrato.

**5.3.1.5. Destilación.**

La operación unitaria de destilación es un método que se usa para separar los componentes de una solución líquida, el cual depende de la distribución de estos componentes entre una fase de vapor y una fase líquida. El requisito básico para separar los componentes por destilación consiste en que la composición del vapor sea diferente de la composición del líquido con el cual está en equilibrio en el punto de ebullición de este último (Geankopolis; 1998). La operación de separar componentes de una solución, a través de calor, aprovechando los diferentes puntos de ebullición de cada sustancia, se conoce como destilación (Silberberg, Martin. S.; 2006). Existen tres tipos importantes de destilación que se verifican en una sola etapa o en un solo destilador y que no incluyen retroalimentación.

Destilaciones de equilibrio o instantánea (flash): este proceso, que se verifica en una sola etapa, la mezcla líquida se vaporiza parcialmente. Se permite que el vapor establezca un equilibrio con el líquido, y entonces se separan las fases de vapor y de líquido. Esto se puede hacer por lotes o en régimen continuo.

Destilación simple por lotes o diferencial: En este tipo de destilación, primero se introduce líquido en un recipiente de calentamiento. La carga líquida se hierve lentamente y los vapores se extraen con la misma rapidez con que se forman, enviándolos a un condensador donde se recolecta el vapor condensado (destilado). La primera porción de vapor condensado es más rica en el componente más volátil “A”. A Conforme se procede con la vaporización, el producto vaporizado es más pobre en “A”.

Destilación simple con arrastre de vapor**:** Los líquidos con alto punto de ebullición no se pueden purificar por destilación a presión atmosférica, puesto que los componentes de la mezcla líquida podrían descomponerse a las temperaturas elevadas que se requieren. Con frecuencia, las sustancias de alto punto de ebullición son casi insolubles en agua; entonces, se logra una separación a temperatura más baja por medio de una destilación simple con arrastre de vapor,

método que se usa con bastante frecuencia para separar un componente de alto punto de ebullición de cantidades pequeñas de impurezas no volátiles. La destilación con arrastre de vapor se emplea algunas veces en la industria alimenticia para eliminar contaminantes y sabores de grasas y aceites comestibles. En muchos casos se emplea vacío en vez de destilación por arrastre de vapor para purificar materiales de alto punto de ebullición. La presión total es bastante baja, por lo que la presión de vapor del sistema iguala a la presión total a temperaturas relativamente bajas (Geankopolis *et al*; 1998).

### 5.3.2. Bebidas alcohólicas fermentadas

El Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-142-SSA1/SCFI-2013, Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial define a las bebidas alcohólicas fermentadas como el resultante de la fermentación principalmente alcohólica de materias primas de origen vegetal, pueden adicionarse de ingredientes y aditivos permitidos por la Secretaría. Con contenido alcohólico de 2.0 hasta 20.0% Alc. Vol., siendo controlados por una F.A.C, pueden ser considerados como bebidas perecederas las cuales requieren diversos métodos de conservación sirviendo de igual manera como coadyuvantes sensoriales. Siendo la cerveza y vino los dos mejores exponentes en este tipo de bebidas.

#### 5.3.2.1. Cerveza.

Se denomina cerveza a la bebida alcohólica producida al fermentar mostos de granos germinados como sustrato en presencia de levadura adicionada con lúpulo (Hornsey: 2003); Es una bebida fermentada y espumosa, en cuya fabricación se utilizan materias primas ricas en carbohidratos como malta, cebada, trigo, arroz, maíz desengrasado, almidón de trigo o de maíz, azúcar, lúpulo y agua, a las que se añaden levaduras.

Históricamente la cerveza ha tenido un impacto social muy amplio en la humanidad, tanta fue así que en la cultura del egipcio antiguo, esta bebida fungía como moneda de cambio para pago de tributos y sin ser de consumo elitista, es decir, se podía beber tanto súbditos como faraones, el consumo era equiparable con el pan, ya que cada comida se combinaba con cerveza (Hornsey; 2003). Esta bebida fermentada contiene dos clasificaciones Ale y Lager; las cuales se han generado 23 familias de cervezas y 81 estilos diferentes, siendo producto de años de evolución gracias a la F.A.C. El proceso de elaboración es basto dependiendo del estilo de cerveza que se produce, por lo que en el diagrama 2, se presenta el proceso general para su producción.

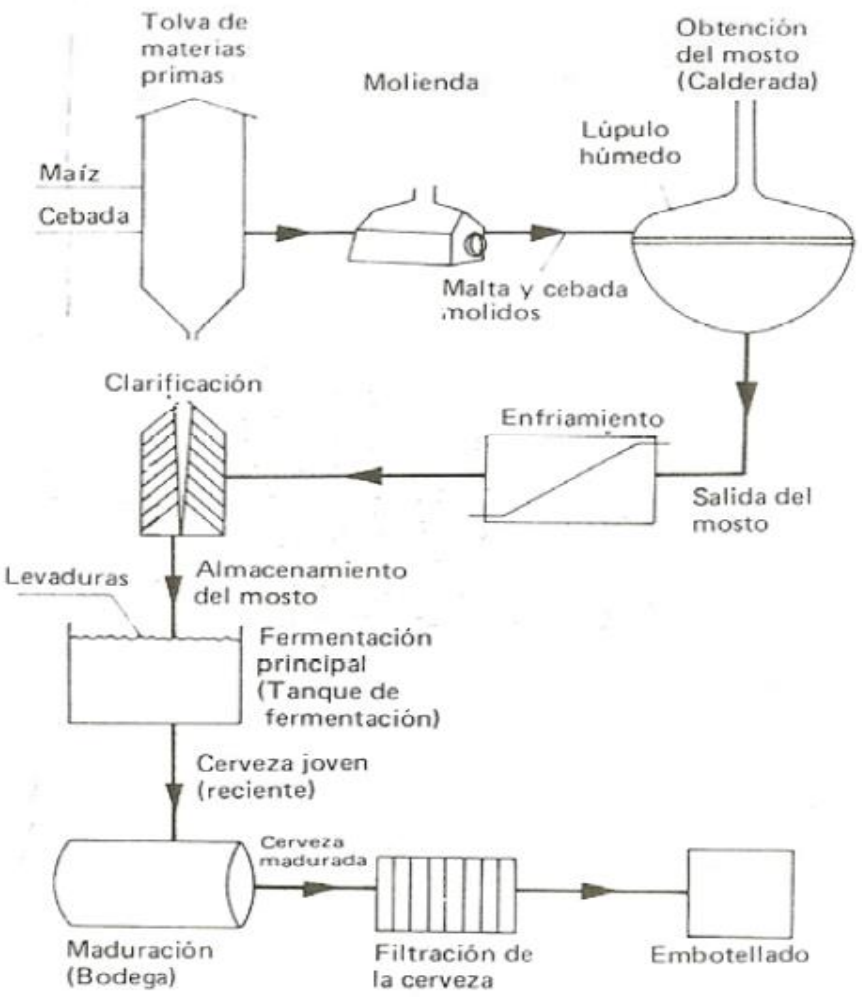



**Diagrama 2**. Proceso de elaboración de cerveza (Carreto, 2006)

**5.3.2.2. Vinos.**

La norma NMX-V-012-1986. BEBIDAS ALCOHÓLICAS. VINOS. ESPECIFICACIONES. ALCOHOLIC BEVERAGES. WINES. SPECIFICATIONS. Define al vino como bebida resultante, exclusivamente, de la fermentación alcohólica completa o parcial de mostos de uva en contacto o no de sus orujos.

A pesar que de que México cuenta con una norma exclusiva para vino y 4 organismos reguladores y 9 sociedades civiles encargas de otorgar legitimidad y respaldo a la producción de vino, sin embargo no cuentan con soporte gubernamental como lo hace el comité regulador de tequila y mezcal (De la Rosa; 2005), generando un déficit en la clasificación del vino que es producido en México, a diferencia de países como España y Francia que cuentan con organismos estrictos para la producción, clasificación y etiquetado de vinos. Para no abarcar la basta información sobre la clasificación de vinos, se presenta la Tabla 1, con una clasificación generalizada para vinos.

El vino tinto como se ha mencionado, proviene del zumo de uva fresca, se puede definir químicamente como una solución hidroalcohólica ácida, la cual puede contener 1000 compuestos diferentes, como agua (85%), etanol (12%), el 3% restante se divide entre glicerina (37.4%), ácidos fijos (32%), fenoles (10%), minerales (6%), azucares (4%), aminoácidos (2.9%), alcoholes superiores (2.7%), ácidos volátiles (2.2%), sorbitol y manitol (1.6%), sulfitos (0.45%), acetaldehído (0.4%) y esteres (0.35%) entre otros compuestos en menor concentración. El mosto de uva cuenta con una densidad promedio de 1.099 con 13 °Bé y 1.108 con 14 °Bé (entiéndase 1 °Bé = 25 gr de azucar/ L de agua), esta densidad disminuye con la fermentación hasta llegar a un rango de 0.985 – 0.998, entre más cercana sea a la densidad del etanol a 20 °C (0.987) se asegura una concentración elevada de etanol en el vino. El rendimiento por producción de vino es del 78 – 80% ya que para producir 100 L de vino a partir de uvas maduras y sanas, se requiere entre 122 – 130 kg de uva (Universidad Nacional de Cuyo; 2014).

Los vinos blancos son extremadamente amplios en sabores y presentaciones, ya que se puede encontrar vinos blancos muy aromáticos, con aroma discreto, tranquilos, espumosos, secos, semi – secos, dulces, licorosos, frescos, afrutados, rancios y maderizados. Para poder producir vino blanco, consiste en dos técnicas básicas, primero usando cepas de uva blanca como la chardonnay, sauvignon blanc, riesling, gewürztraminer y albariño; y la segunda técnica es empleando uvas tintas a las cuales solo se emplea la pulpa de la uva, extrayendo la piel (hollejo) de la misma, ya que el contacto mínimo del hollejo con el mosto creara un vino tinto o rosado (McCarhty y Ewing; 2012).

El vino rosado se define por su color, siendo un vino intermedio entre el blanco y el tinto, se puede elaborar con uva tinta con similitudes con cepas blancas por su finura y frescura, puede ser elaborado sin maceración o con maceración limitada que posteriormente se suaviza con la fermentación malolactica siempre que sea necesario. Otros rosados se asemejan a los vinos blancos, debido a la poca o nula maceración, produciendo una mayor frescura conservando su acidez málica, por lo que depende de la concentración de ácido málico y taninos para determinar su suavidad.

Se llaman vinos espumosos aquellos vinos que contienen gas carbónico procedente de la acción de sacarosa y levaduras en su segunda fermentación (la primera como vino seco normal y la segunda realizada en la botella) provocando el característico desprendimiento de gas en la copa, fino, lento y prolongado. La segunda fermentación y posterior crianza en botella producen la destrucción paulatina de las levaduras, agotada su función.

Los vinos grises son vinos con un rosado muy claro con tonalidades extremadamente pálidas, con capas muy bajas y delicadas (Tanino - tanino; 2015) siendo elaborado a partir de uvas tintas, en particular pinot noit, gammay,pinot grigio (mutación genética de pinot nior), garnacha gris o garnacha peluda (languedoc), aramon gris, picapoll gris, sauvignon gris entre otras, de

origen mayoritariamente francés, destacando zonas de especial tradición como la región de Lorena, el valle del Loira y la región del Midi, al Sur del país (Ecured; 2015). Con producción en Alsacia, Languedoc, Beaujolais, Francia, también se produce en países como Marruecos, Israel, E.U.A, Australia y Nueva Zelanda (Tanino – tanino; 2015).

| Clasificación de vino | | | |
|---|---|---|---|
| Tipo de vino | Edad | Contenido de azucares | Composición |
| Tinto | Joven (del año de la cosecha < 6 meses en barrica y/o botella) | Secos (0 - 5 gr/L) | Mono-varietal |
| Blanco | Crianza (< 24 meses de maduración, de los cuales, < de 6 meses en barrica y el resto en botella) | Abocados (5 - 15 gr/L) | Multi-varietal |
| Rosado | Reserva (< de 36 meses de maduración, de los cuales, < 12 meses en barrica y el resto en botella) | Semi-secos (15 - 30 gr/L) | |
| Generosos o Fortificados | Gran reserva ( 60 meses en total, de los cuales, < 24 meses en barrica y el resto en botella) | Semi-dulces (30 - 50 gr/L) | |
| Espumoso | | dulces (> 50 gr/L) | |
| Vino de hielo | | | |
| Grises | | | |

Tabla 1 Clasificación de vinos, según sus propiedades.

Los vinos  fríos, se denominan así por su elaboración a partir de uvas congeladas, que proporciona un mosto de alto contenido en azúcar debido a la sobre maduración de la uva, que se espera a cosechar cuando se genera la primera helada, donde se combinan intensamente los sabores concentrados puros de fruta con altos niveles de acidez; al helarse el grano, el agua rompe la piel expandiendo la piel de la uva, perdiendo agua lo que aumenta la concentración de azúcar (Vinetur; 2015). Su producción es limitada debido a las condiciones y la época de su cosecha así como el territorio donde se obtienen le confieren su singularidad.

Por último  pero no menos importante se tiene a los vinos generosos, el cual tiene como nombre vino generoso, fortificado o fortalecido, es aquel vino que en su elaboración, se le incorpora procesos especiales para aumentar su estabilidad y aumentar su graduación alcohólica, sin perder el derivado 100% de uva (Rodríguez; 2011). La  legislación española, los define como caldos de alta concentración de azúcar >272 gr/L  con fermentación parcial, adquiriendo una graduación de 8º G.L Los vinos generosos o fortificados se pueden clasificar, dependiendo del método de elaboración, crianza y vino base empleado; Tabla 2.

| Clasificación de vinos fortificados | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tipo | Vol. Alc. | acidez total (ácido tartárico) | acidez volátil (ácido acético) | glicerina | azúcar |
| Tinto | 15 - 28 °G.L. | < 5 gr/L | < 0.25 gr/L | < 2 gr/L | 3 - 5 gr/L |
| Amontillado | 16 - 22 °G.L. | 4 - 6 gr/L | < 0.8 gr/L | < 0.8 gr/L | 4 - 6 gr/L |
| Oloroso | 17 - 22 °G.L. | 4 - 6 gr/L | < 0.8 gr/L | 8 - 10 gr/L | < 5 gr/L |

Tabla 2; clasificación de vinos fortificados.

## 5.4. Vino de Oporto.

El vino de oporto es un vino generoso con amplia tradición europea y un amplio consumo en el mercado inglés; debido al tratado comercial anglo-portugués de 1654 lo que trajo nuevas oportunidades para los comerciantes ingleses y escoceses que vivían en Portugal, pues les otorgó privilegios especiales y derechos de aduana preferenciales. (Taylor´s Oporto; 2013). Este vino es producido en la zona del valle del Douro, al nordeste de Portugal, siendo en 1756 los viñedos del Douro destinadas a la producción de vino de Oporto, convirtiéndose en la primera área vitivinícola del mundo legalmente demarcada es decir la primera denominación de origen.

El proceso de obtención del vino de Oporto es muy similar a la producción de vino tinto, ya que la gran mayoría de los estilos de Oporto son empleados con variedades de la vid tintas; en el diagrama 3 se puede observar el proceso de producción.

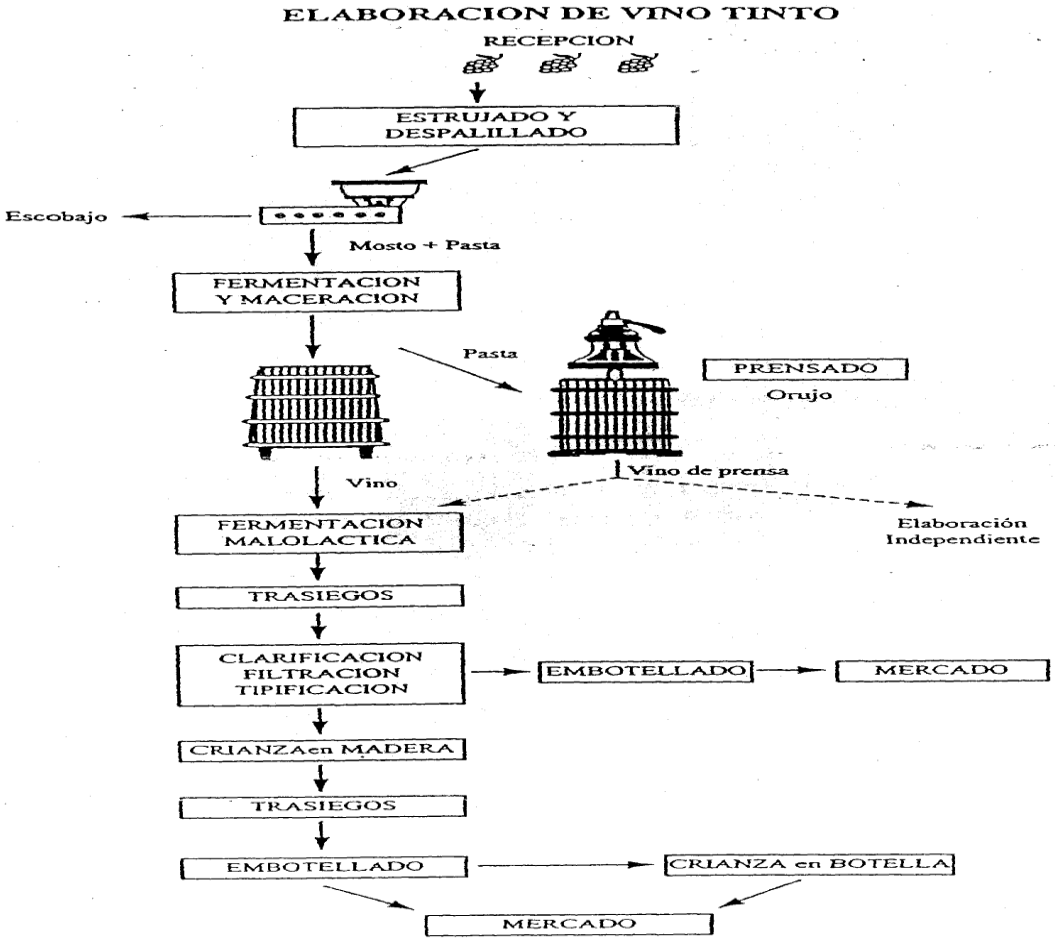



Diagrama 3; proceso de elaboración de vino tinto (Lázaro; 2015).

## 5.4.1. Proceso de Elaboración.

### 5.4.1.1. Vendimia o Cosecha.

El proceso de obtención para el vino de Oporto, se inicia por la maduración de la uva, la cual es afectada directamente por el terruño (*terrior*), ya que cada región agrícola ofrece diferentes condiciones climáticas, geográficas, nutrientes y tipo de suelo para el desarrollo de las vides, influyendo el crecimiento de la vid (cara velipiscos y tradición; 2007). Los racimos se separan de la cepa de la uva, cortándolos cuidadosamente con una tijera de vendimiar, retirando los granos podridos o resecos. La vendimia se efectúa en días calurosos, ya que los racimos pueden guardar humedad, proveniente de lluvia, rocío o niebla; siendo un factor crucial, ya que esta humedad favorece, el crecimiento de hongos no deseables, creando podredumbre no controlada (Vogt E; 1986). Para este proceso, se pueden se emplean dos técnicas para su recolección, de forma manual o tradicional, donde la mano de obra son principalmente féminas y de forma mecánica, la cual se acelera el tiempo de cosecha, sacrificando la calidad de las uvas por tener contacto directo con las aspas metálicas de la maquina recolectora (Vinitodo; 2014).

### 5.4.1.2. Despalillado y Estrujado.

El despalillado consiste en separar la uva del raspón o escobajo, con el fin de que durante la maceración adquiera el color necesario sin transmitir sabores herbáceos y amargos de esta parte leñosa del racimo. Siendo necesario contemplar ciertos factores como: a) la presión de rotura debe ser suave, b) el escobajo debe ser totalmente retirado, si así lo requiere el vino, c) las semillas deben permanecer enteras y d) el zumo debe estar completamente aireada. Una vez realizado este proceso mecánico la pasta del hollejo junto con su zumo pasará a través de una bomba de vendimia que tendrá conectado un dosificador de sulfuroso para pastas y que se adicionará en función de la petición del enólogo, generalmente 5 a 10 gr/ Hl, y que ira pasando a los depósitos donde se realizara la fermentación (Vinitodo; 2014).

La forma tradicional para estrujar los racimos se le llama “pisado”, consiste en que los pisadores se juntan, formando una línea apretada, avanzando hombro con hombro lentamente, sobre todas las uvas pisándolas metódicamente y rítmicamente para asegurar el estrujado adecuado (Vogt E; 1986). Posteriormente a esta operación, los operarios se separan y cada uno camina individualmente sobre las uvas, continuando con el estrujado de las uvas. A pesar de que esta técnica tiene un alto costo económico y de capital humano, la calidad del vino obtenido merece tal esfuerzo.

**5.4.1.3. Desfangado.**

Cuando se llega esta etapa, el mosto normalmente es turbio, debido a las burbas o fangos (restos de hollejos, restos de raspones, restos de pulpa, tierra, sustancias pécticas, levaduras, bacterias, enzimas principalmente oxidativas entre otros compuestos), para eliminar tales desechos es necesario un desfangado, ya sea por métodos continuos o descontinuos. El método de desfangado descontinuo, mantiene en reposo al mosto por un tiempo de 24 – 48 horas el cual es decantando por gravedad, para poder detener temporalmente la fermentación en este proceso se puede añadir dióxido de azufre (8 - 10 gr/Hl) al mosto o se puede refrigerar el mosto a unos 10 °C con una mezcla de 5 – 6 gr/Hl de dióxido de azufre al mosto. Debido a que el dióxido de azufre ($SO_2$) retine la fermentación por ser agente antiséptico sobre hongos y levaduras, evita la oxidación por inhibición parcial de enzimas oxidativas como la tirosina y funciona como coagulante en ciertas soluciones coloidales.

El desfangado continuo hace pasar por el mosto en un barril giratorio por medio de aspiración por vacío, el mosto pasa por la pared porosa del barril que contiene una capa de tierras filtrantes, en el interior del tambor contiene un espacio para almacenar el mosto filtrado que posteriormente es mandado a otro estanque. Los fangos se detienen en la capa de tierras filtrantes, los cuales son retirados por una cuchilla de avance milimétrico, este proceso de desfangado se puede obtener un

grado de turbidez entre 50 – 100 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit* ) (Epifanio; 2005).

**5.4.1.4. Maceración.**

La maceración es un proceso físico – químico complejo donde se extraen principalmente compuestos hidrogenados entre otras sustancias aromáticas, (Cassasa *et al.*, 2006); siendo un tratamiento pre-fermentativo, auxiliar en la biodisponibilidad de los nutrientes necesarios para el metabolismo de la levadura, provocando que existan tres tipos de maceración: carbónica, en frio y en caliente.

La maceración carbónica es un proceso de vinificación en que las uvas son fermentadas en una atmósfera de dióxido de carbono antes de ser estrujadas. (La página de Bredi; 2014), es un proceso que puede tardar entre 10 - 15 días, donde las uvas son puestas en un recipiente sin ser estrujadas, posteriormente por acción de la gravedad, presan a las uvas que están en el fondo del recipiente, extrayendo el jugo de una manera lenta y suave. Las uvas que han mantenido su integridad, evolucionan rápidamente por la maceración carbónica, cuando se introducen en una atmósfera pobre en oxígeno (< 1 %); a las uvas presentes en la maceración se puede hallar en tres formas distintas: a) uvas enteras, sumergidas en una atmosfera rica en $CO_2$, b) uvas aplastadas en el encubado o prensadas dentro del tanque; el mosto de esta uva y c) Uva aún con el tallo, sumergida en el mosto de las uvas aplastadas; como se aprecia en el diagrama 4 el proceso de la maceración carbónica.

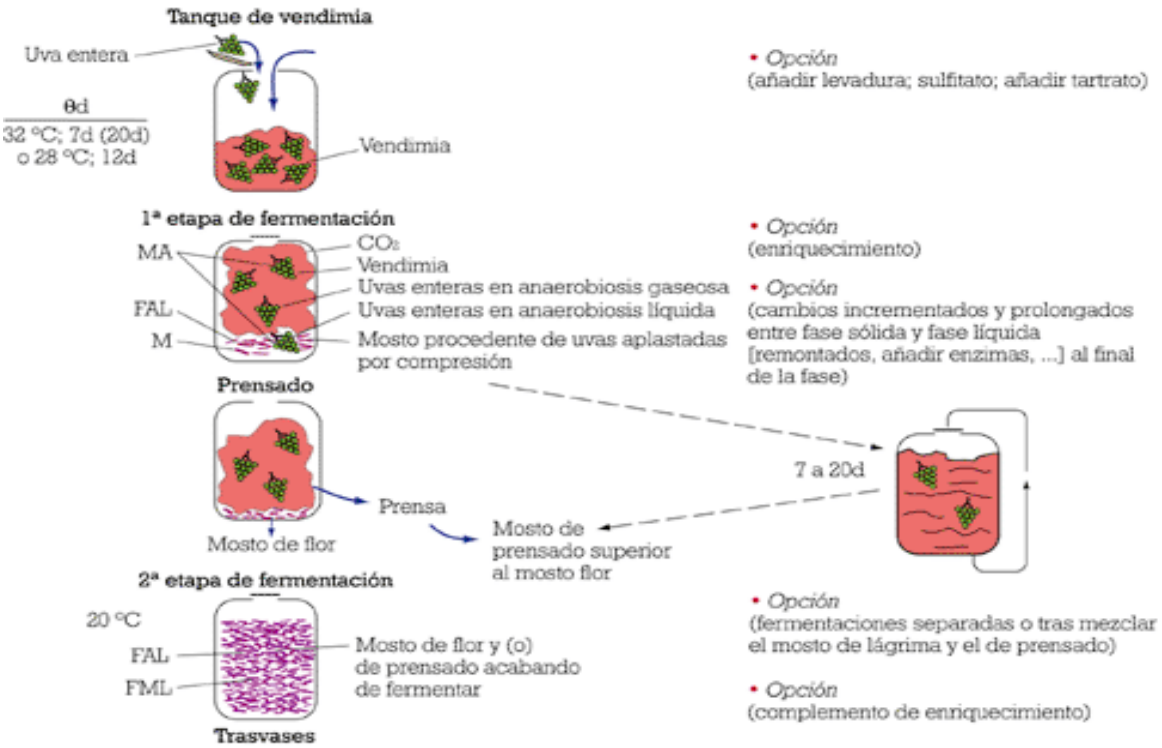



Diagrama 4. Proceso de vinificación por maceración carbónica. MA: metabolismo anaeróbico de la uva; FAL: fermentación alcohólica; FML: fermentación maloláctica; M: maceración; Ød: combinación de temperatura (ºC) y tiempo (días) (Flanzy *et al*; 2009).

La maceración en frio o pre - fermentativa se puede definir como una maceración en ausencia de alcohol, durante un tiempo tal que permita la disolución de compuestos selectivos hidrosolubles de la uva como pigmentos, aromas, polisacáridos, taninos entre otros (Delteil *et al*, 2004 citado por Cassasa *et al*., 2006), además favorece la liberación de compuestos aromáticos propios de la uva empleada, debido al contacto de los hollejos fisurados, produciendo vinos con cuerpo muy presente en boca (Flanzy, 1999 citado por Cassasa *et al*., 2006). Esta técnica puede crear un desarrollo de levaduras criófilas y creación del acetato de fenil 2 – etilo (éster volátil, con notas a rosas) (Charpentier y Feuillat, 1998 citado por Cassasa *et al*., 2006). Muchos autores coinciden que esta técnica, favorece la madurez de la materia prima empleada debido a los grandes resultados obtenidos en uvas con poca madurez (Llaudy *et al*., 2003 citado por Cassasa *et al*., 2006).

La maceración en frío al igual que la maceración carbónica, parten del mismo modo de ejecución, con la diferencia que en la primera se puede emplear atmosferas ricas en $O_2$ o $CO_2$ y la segunda como lo dice su nombre, debe ser estrictamente en atmosferas ricas de $CO_2$. Las temperaturas a las que trabaja la maceración en frio son entre 3 – 10 °C, por un tiempo que oscila entre 3 – 8 días en presencia o no de oxígeno, provocando una inoculación previa o posterior a la maceración, debido a que estas temperaturas el metabolismo de la levadura se produce de manera lenta y controlada, por lo que se pueden emplear enzimas pectolíticas para acelerar en cierta medida su metabolismo (Parley, 1997 citado por Cassasa *et al*; 2006).

La maceración caliente a diferencia de la fría, se puede emplear antes o después de la fase fermentativa con la desventaja de la perdida de color y de ciertos aromas de los hollejos por la desfragmentación o cocimiento las uvas antes o después de la fermentación. El mosto es puesto a temperaturas entre 65 – 75 °C por un tiempo entre 30 – 50 minutos, lo que destruye la pared celular, extrayendo antocianinas y algunos taninos de los hollejos, existe la destrucción de enzimas favoreciendo a las vendimias contaminadas por “Brotytris” (*Botrytis cinérea*) (Formento *et al*., 2004), para esta técnica es necesario seguir dos reglas básica, entre mayor temperatura, menor tiempo de maceración y entre mayor tiempo de maceración menor intensidad de color y una relativa estabilidad sensorial. De igual manera, la maceración en caliente puede ser usada posterior a la fase fermentativa a temperaturas entre 35 – 40 °C por tiempos de 12 – 24 horas, extrayendo con facilidad los compuestos polifenólicos (principalmente taninos) y polisacáridos, ayudando a la suavidad sensorial (Glories y Ribéreau; 1982).

**5.4.1.5. Fermentación primaria (fermentación alcohólica).**

Tradicionalmente la fermentación alcohólica, se obtiene por levaduras nativas de la uva o “silvestres” presentes en el ambiente, convirtiéndose en un proceso complejo, debido a las múltiples especies y géneros de levaduras que se pueden presenciar en el mosto, ya que estas evolucionan conforme a los criterios y

condiciones que les interpone el medio donde se desarrollan, por lo que algunos productores usan este efecto natural del mosto, para potencializar la calidad sensorial del vino. Durante las primeras etapas de la fermentación existe un desarrollo de levaduras apiculadas con bajo rendimiento en producción de etanol y sensibilidad al mismo (4 -5 % Vol. Alc.). Como *Kloeckera y Hanseniaspora* principalmente, *Candida, Torulaspora, Pichia, Rhodotorula* entre otras; las concentraciones de este tipo de variantes de levaduras, depende del nivel sanitario de la uva (Longo *et al.,* 1991). Este tipo de variedades de levaduras, dominan al mosto dentro de las 48 – 72 horas que es puesto a fermentar, debido a su existencia nativa o por presencia en el ambiente, sin embargo cuando la concentración de etanol aumenta, sobreviven las levaduras con alta tolerancia al etanol y temperatura, siendo la *S. cerevisiae,* la encargada de terminar la fermentación alcohólica, dominando hasta el final al medio sirviendo como método natural para poder controlar el crecimiento de levaduras no deseadas (M.C. Nally *et al*. 2005, Maqueda *et al*., 2012), en la fermentación alcohólica es necesario que se tenga a una temperatura entre 17 – 25 °C para su óptimo desarrollo metabólico (Verema Interactiva; 2001), es necesario que no sobrepase los 30 °C, por el posible desarrollo de levaduras diferentes a *S. cerevisiae* y bacterias que puedan avinagrar al vino; de igual manera se debe tener un pH entre 3 – 5 para evitar el crecimiento de bacterias y levaduras no deseadas, por lo que se nutre al medio con pequeñas concentraciones de oxígeno para el dominio total de la *S. cerevisiae* en el mosto; debido a que las levaduras pueden iniciar su metabolismo de manera anaerobia o aerobia dependiendo de la presencia de oxígeno en el mosto; sí existe oxígeno en el medio, las levaduras usan los carbohidratos para generar dióxido de carbono y biomasa, caso contrario a la ausencia de oxigeno ya que producen menos biomasa y la producción de alcohol es lenta (Brock; 1997).

Una vez preparado el mosto y ajustado a las condiciones de la levadura, se inicia la rehidratación de la levadura, debido a que en la industria vinícola emplea levadura activa seca (LAS), es necesario que la rehidratación sea realizada con el cuidado debido, asegurando las condiciones de la levadura antes de que hubiese

sido deshidratada, la levadura debe ser esparcida en un volumen de agua o mosto equivalente a 10 veces su propio peso, se recomienda siempre verter la levadura sobre el mosto o agua; mezclando suavemente con movimientos en forma de 8, por un tiempo no mayor a 30 minutos a una temperatura de 30 – 35 °C, procurando siempre tener la misma temperatura en el proceso de rehidratación (Fermentis; 2013).

**5.4.1.6. Fermentación secundaria (fermentación malolactica).**

La fermentación maloláctica (FML) es un proceso metabólico donde bacterias lácticas transforman el ácido málico en ácido láctico (Bou, 2005), a través del consumo de azúcares, por medio de su metabolismo fermentativo, liberando $CO_{2;}$ siendo bacterias aerotolerantes, gram (+) de bajo contenido en G + C (no cuentan con pared celular). Comúnmente el número de bacterias es muy bajo (102 UFC/ml) debido al $^{-}SO_2$ añadido al mosto para controlar este tipo de bacterias; la FML puede iniciarse espontáneamente a la par de la fermentación alcohólica, cuando la fermentación alcohólica termina y la levaduras mueren, algunas bacterias pueden prosperar y conseguir cierto crecimiento, hasta concentraciones de 107 UFC/ml, dentro de las bacterias lácticas que se pueden encontrar en muestras de vinos y mostos son *Lactobacillus, Pediococcus, Leuconostoc, Weissella* y *Oenococcus* (Bordons y Reguant, 2013).

**5.4.1.7. Trasiegos.**

Cuando la fermentación cumple su función y el mosto es convertido en vino, inicia el proceso de refinado del vino, donde se ajustan los estándares estéticos de cada casa productora de vino, iniciando por el trasiego donde básicamente consiste en separar el vino de las lías (biomasa) acumuladas en el fondo de los depósitos y barricas (Vinopedia.TV, 2011); evitando al contacto con estos solidos olores y sabores desagradables (Gourmetrioja.com, 2014); el vino debe trasegarse cuando lo necesite y esta necesidad varia del tipo de cepa empleada, región, temperatura del ambiente y características del vino, por lo que el primer trasiego se realiza una vez terminada la fermentación malolactica y el segundo trasiego se realiza de 3 –

4 meses una vez almacenadas en barrica; para cuidar al vino en el trasiego es necesario que se realice en recipientes cerrados y con flujo laminar, evitando la oxidación del vino, ya que pone en juego la vida de anaquel del producto, debido a que puede provocar picaduras al caldo, es decir perdida de aromas afrutados debido al secuestro de electrones de moléculas hidrogenadas, reduciendo aromas presentes en el vino, sin embargo un aislamiento neto de oxígeno acelera el proceso crianza en vino cuando es almacenado en barrica para crianza, por lo que al ser trasegado los caldos, deben poseer una dosis mínima de oxígeno para poder realizar el efecto redox en vino, de tal manera que no pierda los aromas frutales intensificados en los procesos anteriores (Vinopedia.TV, 2011).

**5.4.1.8. Clarificación y filtración.**

La clarificación es un proceso en el cual inicia la depuración del enturbiamiento del vino, siendo más práctico que el trasiego y sedimentado. La filtración es un proceso acelerado para aclarar y aportar brillo, estas técnicas tienen el objetivo de reducir costos económicos, al ser combinadas para aportar un vino con una reacción oxido-reductiva controlada en la barrica o botella, para asegurar una clarificación adecuada, es necesario entender la naturaleza de la turbidez, ya que dependerá directamente del clarificante que se ocupará.

Para eliminar el enturbiamiento se emplean floculantes, aglomerando los cuerpos sólidos; los cuales pueden ser gelatina en solución acuosa al 20%, albumina liquida de huevo de gallina, tanino, sílice (tierra de diatomeas) industrialmente pura > 15%, carbón activado, entre otros. En la tabla 2, se coloca el tipo y modo de empleo para los diferentes clarificantes.

La filtración es una técnica de clarificación; consiste en pasar un líquido turbio a través de una capa filtrante que retiene partículas. Siendo una operación mecánica que plantea problemas de calidad, ya que se debe conseguir la limpieza sin alterar la calidad sensorial del vino, y obtener un buen rendimiento con las menores pérdidas de volumen posibles. (Saez, 2012). Este tipo de filtros son de celulosa, tierra de infusorios (trípoli) y aminiato. En algunas bodegas, emplean

centrifugadoras de firmas Westfalia, Oelde i W., De Laval, Reggio Emilia, Italien, entre otros. Son aparatos costosos, pero de un rendimiento elevado, ya que se son de fácil operación, ahorrando energía. (Flancy 2003). El nivel de separación de las partículas gruesas, tanto la centrifugación como la decantación y flotación resultan técnicas más eficaces. Cuando se trata de elementos más finos (menores de 1 µm), la filtración produce una separación más segura y completa. Al usar la filtración es importante considerar la deformabilidad de los sólidos en suspensión bajo la acción de la presión; se habla de sólidos más o menos comprimibles; siendo esta propiedad de alto interés, para el paso del filtro porque la densidad del material de depósito modifica la permeabilidad del medio filtrante; sí, bajo la acción de la presión de alimentación los sólidos del depósito se deforman, provoca una reducción de la porosidad, que puede llegar hasta un bloqueo total, se dice entonces que los sólidos son colmatantes y que el filtro está colmatado. Por lo que es conveniente agregar “coadyuvantes de filtración” siendo materiales de naturaleza granular, cristalina o fibrosa, capaces de formar un depósito con una estructura rígida y porosa incluso en presencia de sólidos colmatantes (Saenz, 2012).

| Clarificante | Uso | Cantidad por Hl | Momento oportuno para su uso | Trasiego |
|---|---|---|---|---|
| Ictiocola (cola de pescado) | En vinos pobres de taninos, | 0.5 - 2 gr | Después de la fermentación lenta | 1 - 6 semanas |
| Gelatina | Vinos tintos principalmente, elimina la materia colorante precipitante por el frío | 5 - 20 gr | Después de la fermentación lenta | 2 - 6 semanas |
| Albumina | Vinos tintos, no apropiado para blancos | 2 - 3 claras de huevo | Después de la fermentación lenta | 2 - 6 semanas |
| Caseinatos | Vinos blancos pobres en taninos | 10 - 20 gr | Después de la fermentación lenta | 2 - 6 semanas |
| Tanino | Para clarificar con gelatina vinos pobres en sustancias tánicas | 5 - 20 gr | Cuando se necesite | |
| Bentonita | Vinos blancos y tintos, elimina parcialmente el hierro y la totalidad de las proteínas existentes en el vino, además la materia colorante por el frío | 100 - 300 gr | En el momento necesario, siendo mejor cuando más nuevo es el vino | 1 - 10 días |
| Tierra activada | Para eliminar proteína y hierro, o decolorar parcialmente el vino | 100 - 500 gr | En el momento necesario, siendo mejor cuando más nuevo es el vino | |
| Carbón activado | Eliminación de olores y sabores extraños, decoloración | 5 - 30 gr | Mosto o vino nuevo | 1 - 10 días |
| Enzimático | Eliminación de pectinas | 100 - 1000 gr | Mosto o vino nuevo | |

Tabla 2; diferentes tipos de clarificantes en vino y su modo de empleo.

#### 5.4.1.9. Crianza

Cuando el vino posee propiedades sensoriales muy notables, comúnmente pasan por el proceso de crianza para potencializar sus aromas nativos; cuando el enólogo encargado de la producción de vino decide saltar este paso, embotella al vino una vez terminada la fase de clarificación y filtrado.

La crianza es un proceso largo y delicado cuyo objetivo aportar al vino tonalidades obscuras y estabilidad sensorial con notas tostadas aportada por la madera de la barrica; potencializando sus cualidad mediante el envejecimiento. El proceso de

envejecimiento se realiza en dos fases: oxidativa y reductora. La primera fase, tiene lugar en la barrica de madera, donde se reducidas cantidades de oxígeno penetran en el interior del recipiente modificando de forma natural la estructura química de muchos de los componentes del vino, creando una sociedad entre el vino y madera casi indivisible, cediendo aromas propios de madera al vino de manera lenta y continua, (Vinos de España, 2015). La segunda fase se realiza en el interior de la botella, donde casi no hay oxígeno, a excepción de pequeñísimas cantidades de gases que se filtran a través de las células del corcho, por lo que los elementos del vino reaccionan entre sí en su ausencia; a esta fase del envejecimiento se le denomina reductora; una vez llenas y tapadas las botellas son ubicadas en las cueva (naves subterráneas perfectamente aisladas de corrientes de aire y cambios repentinos de temperatura) con una humedad controlada del 70%; donde se almacenan a las botellas horizontalmente, produciendo un cierre hermético hermético en contacto con el corcho, ya que el corcho aumenta de volumen por contacto con el vino (Vinos de España, 2015); cuando el enólogo encargado de la producción de vino, indica la finalización de la crianza en botella, se considera al vino por terminado, es retirado de las cuevas para su etiquetado y comercialización.

#### 5.4.1.10. Embotellado.

El material usado con mayor frecuencia en el embotellado es el vidrio (vinos jóvenes), de igual manera pueden emplearse empaques de plástico o multicapa (*bag in box* o *brik*) que normalmente van destinados para grandes cantidades en producción y de calidad sensorial muy inferior (Sáez, 2011). Usando embotelladoras automatizadas, donde pueden emplear materiales de mayor diversidad, rebasando las fronteras de la tradición; los volúmenes empleados para el envasado son pueden ser de 0.1, 0.375, 0.5, 0.7, 0.75, 1, 1.5, 3 y 5 L, siendo lo de mayor comercio de 0.75 y 1L. Existen diferentes tipos de botellas para embotellar al vino, dentro de las habituales se encuentran tipo *Rhin* o renana, tipo Burdeos o bordelesa, tipo Borgoña o borgoñona, tipo champagne y tipo jerezana

(Sáez, 2011). La fecha del embotellado se coloca normalmente entre febrero y el verano del año siguiente a la vendimia. (Vogt, 1986).

## 5.6. Tuna (O. ficus – indica).

Las cactáceas son endémicas del continente americano, con una prosperidad en regiones áridas y semiáridas. En México se conoce como nopaleras a las plantas de la familia *cactáceas* de los géneros *opuntia* y *nopalea*. Por lo general, todos los nopales producen frutos comestibles, sin embargo son pocas las especies que por su tamaño, cascara delgada, escases de semillas y semillas, poseen demanda como fruto de mesa. En México, las especies de tuna de *O. ficus–indica*, *O. megacantha*, *O. amyclaea*, y O. *lasyacantha*, se les nombran genéricamente como tuna fina de nopal, nopal de tuna mansa o nopal de castilla (Bravo y Piña, citado, 2000, citado por Granados y Castañeda, 2002). El fruto producido de la variante *O. ficus indica* es de forma oval, de 5 a 10 cm de largo, 4 a 8 cm de diámetro. La tuna está compuesta de una parte carnosa denominada pulpa, la cual contiene un gran número de semillas (100 - 400 por fruta) con diámetro de 3 a 4 mm, pequeñas y lenticulares (Anón, 1997, citado por Cerezal y Duarte 2002), protegida por una corteza de mayor dureza (pericarpio o cáscara) (Savio, 1989, citado por Cerezal y Duarte 2002); siendo un fruto de pulpa color blanco, rojizo o amarillo. Las variedades de este fruto, son principalmente cuatro grupos, por el color de la cáscara y la pulpa del fruto: cáscara verde amarilla y pulpa blanca, cáscara amarilla anaranjada y pulpa naranja, cáscara verde-roja y pulpa roja; y cáscara y pulpa púrpura (Álvarez, 2007 citado por Centro de Estudio de Zonas Áridas, 1990).

En México, la producción de tuna (*O. ficus - indica*) participan alrededor de 20 mil productores, ocupando una superficie aproximada de 65,000 hectáreas, concentrándose principalmente en tres regiones: Puebla (Acatzingo y Quecholac), Valle de México (Estado de México e Hidalgo) y el altiplano Potosino–Zacatecano (Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas). El promedio de producción de tuna; oscila entre las 5 a 20 toneladas/hectárea; dependiendo de

la zona de producción. La producción de tuna se realiza en países como Chile, Argentina, Bolivia, Perú, México, E.U.A., Sudáfrica, Marruecos, Argelia, Libia, Tunes, Egipto, Jordania, Pakistán, Israel, Grecia, Italia, España, Portugal; pero la gran mayoría de ellos, la producción de nopal se emplea como forraje y la tuna como producto secundario, aislando su participación en el mercado internacional.

El análisis proximal del jugo de tuna, se puede apreciar en la tabla 3; donde se muestra el alto contenido de azucares reductores, así como otros micronutrientes muy importantes en la alimentación humana, perfilando a la tuna como un fruto de alto valor nutritivo.

| Compuesto químico | Cantidades |
|---|---|
| Agua | 85 - 90 % |
| Solidos solubles totales | 12 - 17 % |
| Azucares totales | 10 - 17 % |
| Azucares reductores | 4 - 14 % |
| Proteína | 1.4 - 1.6 % |
| pH | 5.3 - 7.1 |
| Grasas | 0.50% |
| Fibra | 232.4 gr / 100 g |
| Acidez titulante (% ácido cítrico) | 0.01 - 0.12 |
| Ácido ascórbico (vitamina c) | 4.6 - 4.1 mg/ 100 g |
| Viscosidad (30°c) | 1.37 cps |
| Triptófano | 8.0 mg/ 100 gr proteína |
| Calcio | 49 ppm |
| Magnesio | 13 - 15 mg / 100 g |
| Fosforo | 38 ppm |
| Hierro | 2.6 |
| Vitamina a | 0.002 ppm |
| Tiamina | 0.0002 ppm |
| Riboflavina | 0.02 ppm |
| Niacina | 0.20 ppm |
| Ácido nicotínico | 0.40 - 0.60 mg/100 g |

Tabla 3, Análisis proximal de jugo de tuna (*O. Ficus – indica*) por cada 100 g de muestra (Pimienta, 1999).

## 6. Metodología.

Este proyecto está orientado al desarrollo tecnológico de una nueva bebida alcohólica, basándose en el proceso de producción del vino de Oporto, auxiliado por los procesos de fabricación de cerveza y licores, dando como resultado el diagrama 4, el cual por medio de los experimentos realizados, se llega al diagrama 5, donde se expone el proceso definitivo para esta nueva bebida alcohólica.

Los pasos constantes que tuvo el proceso de esta bebida fueron los siguientes (todos los utensilios empleados fueron sanitizados con Hipoclorito de Sodio al 10%, con un tiempo de contacto de 30 minutos): Se recolectó la tuna (variante cristal) siendo pesada para verificar el rendimiento que existe al producir un litro de jugo de tuna, esta tuna se le retiró la cascara con ayuda de un cuchillo, procurando recolectar la mayoría de pulpa, posteriormente a esta pulpa fue cortada en trozos siendo recolectada en un tazón, estos trozos fueron molidos con un mortero para posteriormente ser prensados manualmente con tela de “tul”, extrayendo jugo de tuna, el cual fue recolectado para su pasterización (60 °C,10 minutos) disminuyendo la fauna nativa, a lo que se denominó como proceso inicial.

Posteriormente al proceso inicial se continuaron con los experimentos para estipular el proceso definitivo, los cuales fueron tres experimentos; cuantificación de azucares solubles totales, comparación sensorial entre M.C., M.F. y S.M. y por último la aceptación general de la bebida.

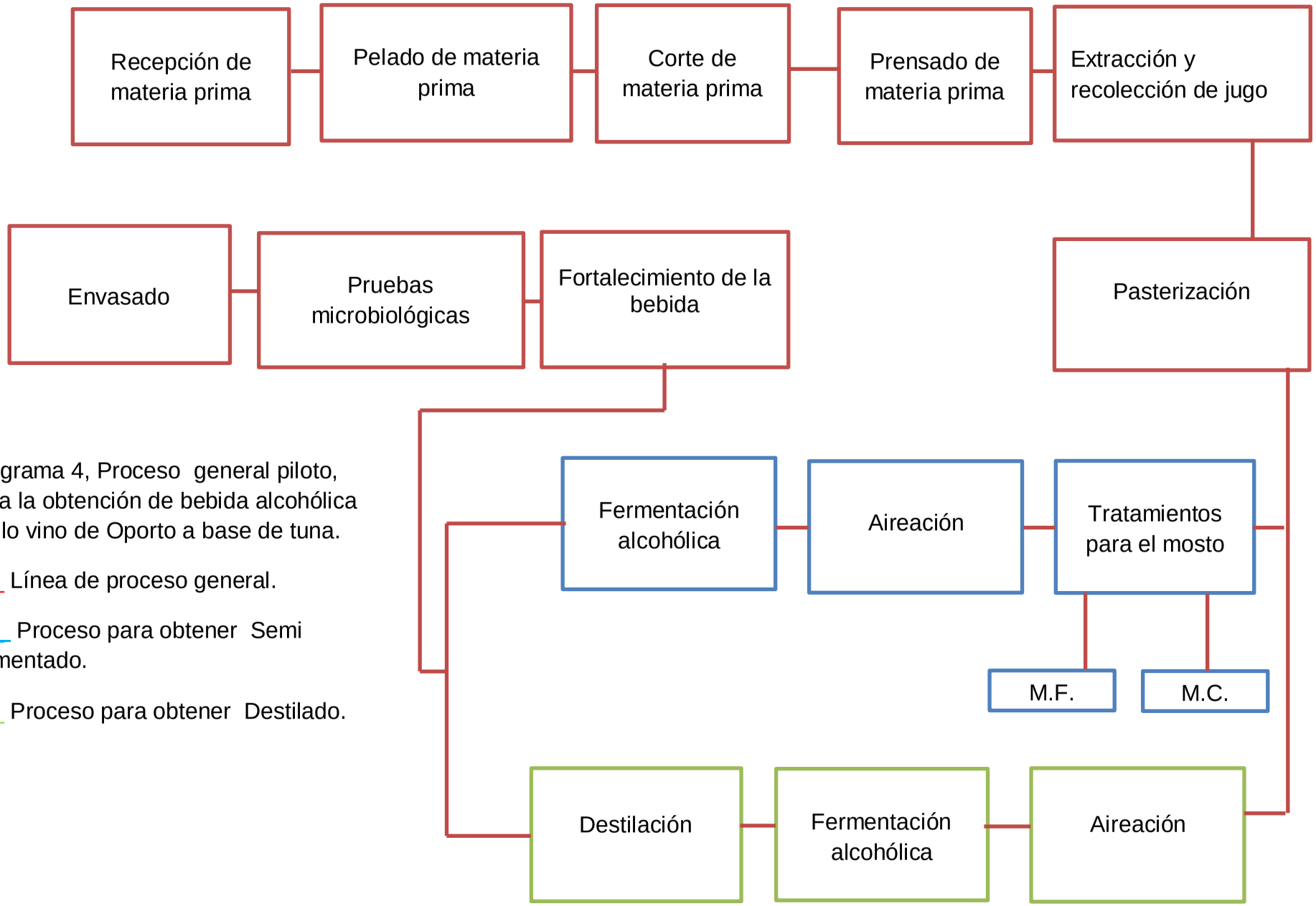



Diagrama 4, Proceso general piloto, para la obtención de bebida alcohólica estilo vino de Oporto a base de tuna.

___ Línea de proceso general.

___ Proceso para obtener Semi fermentado.

___ Proceso para obtener Destilado.

## 6.1. Cuantificación de azucares solubles totales.

Para poder determinar el tiempo necesario que necesitaba el semi fermentado para la fermentación alcohólica sin que consumiera una cantidad considerable de azucares solubles totales, se realizó este experimento; partiendo del proceso inicial (usando 4 L de jugo de tuna, variedad cristal), el mosto se puso a airear por un tiempo de 5 minutos, siendo elevado a una altura de 10 cm, (siendo repetido este proceso hasta cumplir el tiempo indicado), el cual al impactarse con la superficie del recipiente inyectaba oxígeno al mosto, con el fin de que colocarlo molecularmente para que fuera utilizado por la levadura.

La levadura empleada fue 2 gr de Safale s – 04 ®, la cual estaba liofilizada por lo que fue necesaria su activación con el 10 % de mosto a fermentar (400 ml) a una temperatura ambiente (25 °C), siendo homogenizada y dejándole reposar por un tiempo de 10 minutos, para posteriormente ser vertería en el resto del mosto, la fermentación se llevó acabo en un biodigestor aislado de la luz solar, por un tiempo de 120 horas o hasta que el equipo de medición dejara de indicar lecturas; siendo tomadas las lecturas por periodos de 8 horas, usando un refractómetro portátil ATAGO ® modelo ATC – 1E; los datos capturados fueron procesados por medio de Excel.

El fermentado obtenido se dejó fermentar las 120 horas, esto con el fin de que fuera posteriormente destilado por medio de una destilación simple fraccionada a una temperatura de 76 °C, con el objetivo de aprovechar al máximo este proceso, ya que será usado posteriormente el destilado obtenido para los experimentos siguientes.

## 6.2. Comparación sensorial entre M.C., M.F. y S.M.

Una vez obtenidos los resultados del experimento anterior, se continuo por comparar si existe algún efecto sensorial significativo entre la M.C. y M.F. comparado con S.M. basándose en Ribéreau – Gayon; 1998, citado por Cassasa *et al*; 2006, indica que la maceración es un proceso físico – químico donde se extraen principalmente compuestos hidrogenados entre otras sustancias, con el fin de favorecer la fermentación y compuestos aromáticos.

El experimento partió del proceso inicial, se comenzó por la M.F ya fue la que tardó más tiempo en terminar su proceso, se usaron 2 L de jugo de tuna variedad cristal junto con 1 kg de tuna en trozos, debido a que se usaron como infusión para aportarle notas propias de la fruta al mosto macerado. El jugo fue puesto en refrigeración a temperaturas de 8 °C, sin agitación por un tiempo de 120 horas, posteriormente a la maceración se procedió a su fermentación, para evitar desfases entre los tres tratamientos, se ajustaron los tiempos para que fueran fermentados al mismo tiempo.

Para el inicio de la M.C. se continuó después del proceso inicial, en este caso se emplearon 2 L de jugo de tuna variedad cristal, junto con 1 kg de tuna en trozos, a una temperatura de 45 °C por un tiempo de 12 horas y agitación constante, para posteriormente iniciar su fermentación.

Por último, el S.M. no requirió tratamiento previo, por lo que el jugo obtenido con el proceso inicial basto para continuar con la fermentación. Como la M.F., M.C. y S. M. se ajustaron para que terminaran sus procesos pre - fermentativos al mismo tiempo, los mostos obtenidos se airearon por 5 minutos a una altura de 10 cm, los tratamientos se midieron los °Brix iniciales con un refractómetro portátil marca ATAGO ® modelo ATC – 1E, para continuar con la fermentación alcohólica en base al experimento anterior (24 horas, 25 °C) en un biodigestor aislado de la luz solar. Se usaron 2 gr de levadura Safale s – 04 ® activada con el 10% del mosto de cada tratamiento, dejando reposar por unos 10 minutos, para después ser

introducida en el resto de los mostos correspondientes, fueron colocados en cada biodigestor correspondiente aislados de la luz solar.

Una vez concluida la fermentación alcohólica de cada tratamiento, se tomó lectura de los °Brix finales con ayuda de un refractómetro portátil marca ATAGO ® modelo ATC – 1E. Se fortaleció el semi - fermentado con soluciones de etanol al 40% vol. alc. Siendo vertidos en proporciones de 1:1 de cada mosto, creando alícuotas de 400 ml para cada tratamiento. Una vez obtenidas las muestras de la bebida alcohólica, se pusieron a prueba sensorial evaluada por una escala de 7 puntos en un panel de consumidores no entrenados con una población de 30 personas. Los resultados obtenidos se procesaron en Excel ® manejados por porcentaje de aceptación, comparando la preferencia entre los tres tratamientos, para verificar el posible efecto sensorial positivo.

## 6.3. Aceptación general de la bebida.

Para poder obtener el diagrama del proceso final de la bebida alcohólica, se complementó con los experimentos anteriores, siendo sus resultados de gran utilidad para desarrollar el diagrama 5, que contempla el proceso definitivo para obtener dicha bebida, y de igual manera su aceptación dentro los consumidores, siguiendo la metodología siguiente:

Se partió del proceso inicial, usando 4 L de jugo de tuna variedad cristal, se separaron los mostos en 2 L para cada tratamiento (semi – fermentado y destilación).

Para el mosto destinado a la destilación, se partió después del proceso inicial; debe entenderse que por el tiempo de fermentación, este proceso se debió arrancar primero, ajustando el tiempo para que el destilado obtenido estuviera disponible para la fortificación. El mosto se puso a airear por 5 minutos a una altura de 10 cm; una vez concluido este proceso se continuo con la activación de 1 gr de levadura Safale – s04, con 200 ml (10 %) del mosto, siendo homogenizado

perfectamente y dejando reposar un tiempo de 10 minutos, se tomaron lecturas de °Brix inicial y final al mosto con un refractómetro portátil marca ATAGO® modelo ATC – 1E, al mosto se dejó fermentar por un periodo de 120 horas en un biodigestor aislado de la luz solar, una vez finalizada la fermentación se inició la destilación simple fraccionada, colocando los 2 L de jugo fermentado, puesto a 76 °C, siendo monitoreado constantemente para evitar el aumento repentino de la temperatura; cuando la temperatura rebasó los 76 °C se detuvo la operación unitaria. Una vez obtenido el destilado, fue analizó con un refractómetro de Abbe modelo DTM-1 marca ATAGO® y con concentraciones conocidas de etanol, para realizar una curva de calibración, poniendo a prueba la muestra, con el fin de lograr una concentración de 40 % vol. alc. Una vez tenida la muestra prepara, se colocó en un recipiente con sellado hermético.

Para la obtención del semi – fermentado, este fue pre – tratado por M.C. en base al experimento anterior, el cual indica que el mosto contenga 1 Kg de pulpa de tuna variedad cristal dentro del mosto, el cual fue puesto en calentamiento a 45 °C por un tiempo de 12 horas con agitación constante, posteriormente finalizada esta operación, dejando se enfriar a 25 °C, se puso el mosto a airear por 5 minutos a una altura de 10 cm con el fin de generar turbulencia en el mosto inyectando oxígeno al mismo, se puso a fermentar por un tiempo de 24 horas a 25 °C en un biodigestor aislado de la luz solar; la levadura Safale – s04 fue activada con el 10% del mosto, siendo homogenizada perfectamente y dejando reposar por un tiempo de 10 minutos, antes de ser mezclada la levadura con el mosto restante, se midieron los °Brix al mosto principio y al final de la fermentación. Una vez transcurrido el tiempo de la fermentación, se le dio inicio a la fortificación del mosto con el destilado previamente obtenido en proporciones 1:1 para obtener 400 ml de producto final. El cual fue evaluado con un panel de consumidores no entrenados siendo una población de 30 personas que evaluaron la muestra a través de escala hedónica de preferencia de 7 puntos; los resultados fueron procesados por tanto por ciento de aceptación del producto final.

Al producto final obtenido, se realizaron pruebas microbiológicas para determinación de coliformes totales, en base a la norma oficial mexicana nom-113-ssa1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa, con el fin de asegurar la inocuidad de la bebida alcohólica.

## 7. Discusión y resultados.

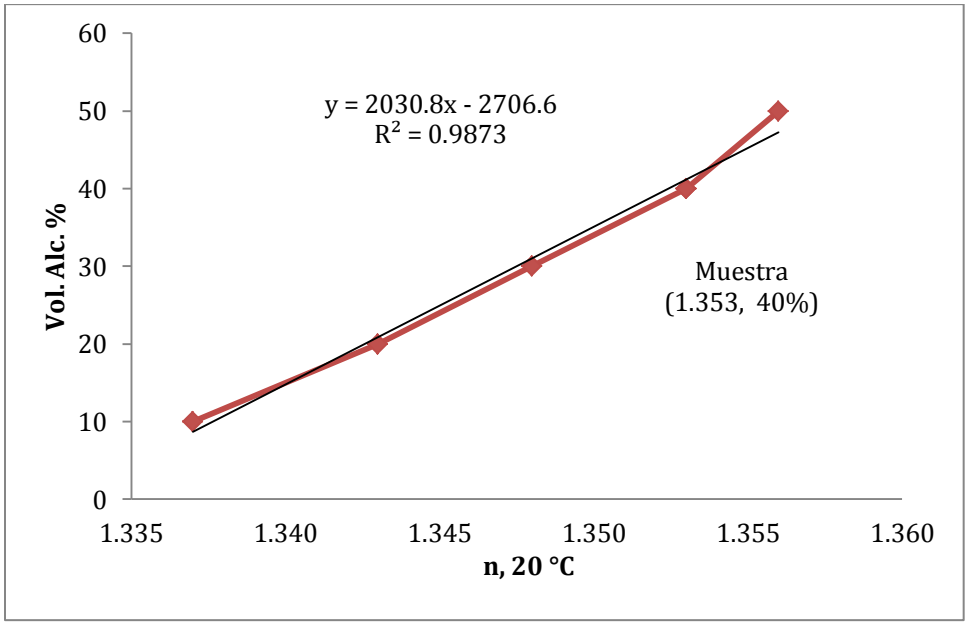
### 7.1. Resultados generales.

Dentro de los primeros resultados obtenidos, se aprecia en la tabla 4, el rendimiento al producir 1 L de jugo de tuna variedad cristal, por medio del prensado de la pulpa de la tuna. Perfilando un rendimiento teórico – práctico del 33 (+/- 5) %, con respecto al peso bruto de la tuna, debido a la desviación estándar obtenida, atribuyéndose a que la fruta cuenta con una diferencia considerable entre tamaño, peso y forma geométrica que posee cada tuna.

Tabla 4; Rendimiento de tuna por Litro de jugo de tuna variedad cristal.

| Partida | N° de tunas | Peso (Kg) | Peso jugo de tuna (kg) | Rendimiento % |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 18 | 3.117 | 1.108 | 35.547 |
| 2 | 22 | 3.174 | 1.068 | 33.648 |
| 3 | 20 | 3.138 | 1.110 | 35.373 |
| 4 | 18 | 3.2 | 1.030 | 32.188 |
| 5 | 19 | 3.108 | 1.118 | 35.972 |
| Desviación estándar | 1.673 | 0.039 | 0.037 | 1.588 |
| Promedio | 19.400 | 3.147 | 1.087 | 34.545 |

El destilado obtenido en la fase de destilación, se puso a prueba para determinar su concentración de etanol, dando un resultado de 40% vol. alc. siendo el necesario para la fortificación de la bebida alcohólica. Como se aprecia en la gráfica 3, acompañada de la tabla 5 en la que se indica el rendimiento obtenido del destilado en la fase de destilación.




Grafica 3. Curva de calibración para etanol a 20 °C.

| Tabla 5; rendimiento en la obtención de etanol al 40% vol.alc. En mosto de tuna. | | |
|---|---|---|
| mosto fermentado (ml) | destilado (ml) | Rendimiento (%) |
| 2000 | 230 | 11.5 |

Dentro de la prueba microbiológica para determinar coliformes totales en 1 ml de muestra de la bebida alcohólica se reporta lo siguiente:

| |
|---|
| No desarrollo de coliformes por ml en placa de agar cuenta estándar, incubados a 35°C durante 24 ± 2 h. |

## 7.2. Comportamiento del consumo se solidos solubles totales.

El comportamiento del consumo de solidos solubles totales presentes en el jugo de tuna se puede apreciar en la tabla 5, teniendo un consumo en las primeras 8 horas de la fermentación, con lecturas en periodos de 8 horas; por lo que a partir de la hora 120 tuvo el límite de lectura posible por el refractómetro ATAGO ® modelo ATC – 1E, siendo irrelevante continuar con las lecturas, debido a que el proceso de fermentación alcohólica puede llegar a durar 120 – 144 horas.

Con ayuda de la tabla 5, se determina el tiempo necesario para la fase del semi – fermentado de la bebida alcohólica, indicando el tiempo optimo, el cual se presenta en las primeras 24 horas de la fermentación, dando con una concentración de azucares totales solubles de 10 °Brix. Siendo una concentración considerable para el aporte de notas propias de la fruta.

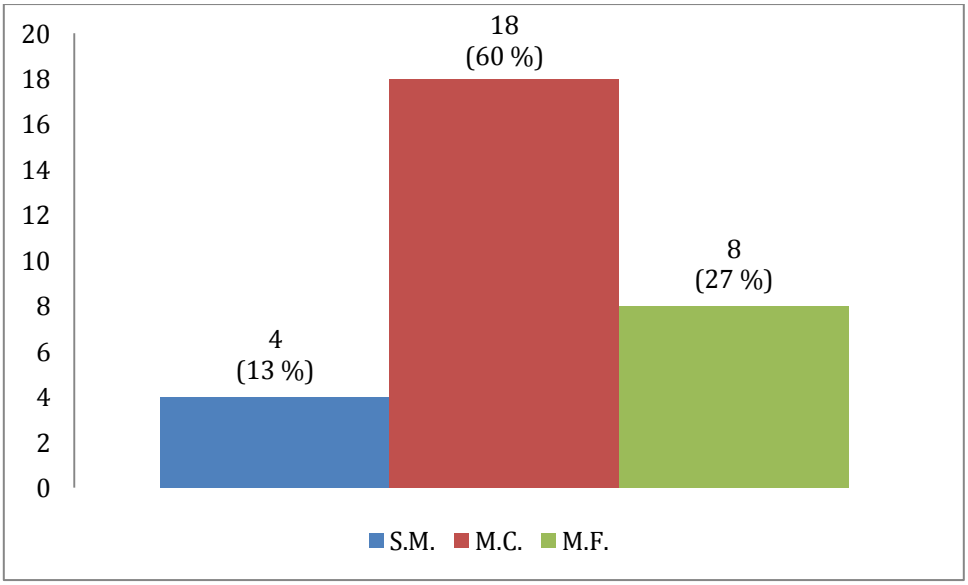
| Tabla 5; Consumo de solidos solubles totales. | |
|---|---|
| T (horas) | °Brix |
| 0 | 13.23 |
| 8 | 13.00 |
| 16 | 11.97 |
| 24 | 10.67 |
| 32 | 9.40 |
| 40 | 8.63 |
| 48 | 7.83 |
| 56 | 7.00 |
| 64 | 6.97 |
| 72 | 6.13 |
| **80** | **6.00** |
| **88** | **6.00** |
| **96** | **6.00** |

## 7.3. Efecto de maceración en frío y caliente.

Los diferentes tratamientos obtuvieron ligeros cambios en la concentración de °Brix, por lo que se puede observar en la tabla 6, que la M.C y M.F. aumentaron ligeramente los valores, siendo acorde a la teoría, ya que estos tratamientos favorecen a la disociación de los azucares fermentables y otros nutrientes para la levadura como lo indica Hardwick, (1995). Sin embargo tras la finalización del proceso bioquímico, la tasa de consumo fue muy inferior comparado con el S.M. por lo que se puede deducir, que posiblemente este tipo de tratamientos no generan cambio significativo, en la cantidad de nutrientes necesarios para el metabolismo de la levadura.

| Tabla 6, °Brix antes y después de la fermentación en el mosto de jugo de tuna. | | | |
|---|---|---|---|
| Tratamientos | °Brix inicial | °Brix final | Tiempo de fermentación |
| S.M. | 12.9 (+/- 0.1) | 10.2 (+/- 0.1) | 24 horas |
| M.C. | 13 (+/- 0.1) | 11.5 (+/- 0.1) | 24 horas |
| M.F. | 13.1 (+/- 0.1) | 11 (+/- 0.1) | 24 horas |

Los tratamientos, fueron puestos a competir entre sí, por medio de una prueba de preferencia. Dando como gran afinidad al tratamiento de la M.C. con el de mayor aceptación porcentual (grafica 2), indicando este proceso como adecuado para el desarrollo de la bebida alcohólica.

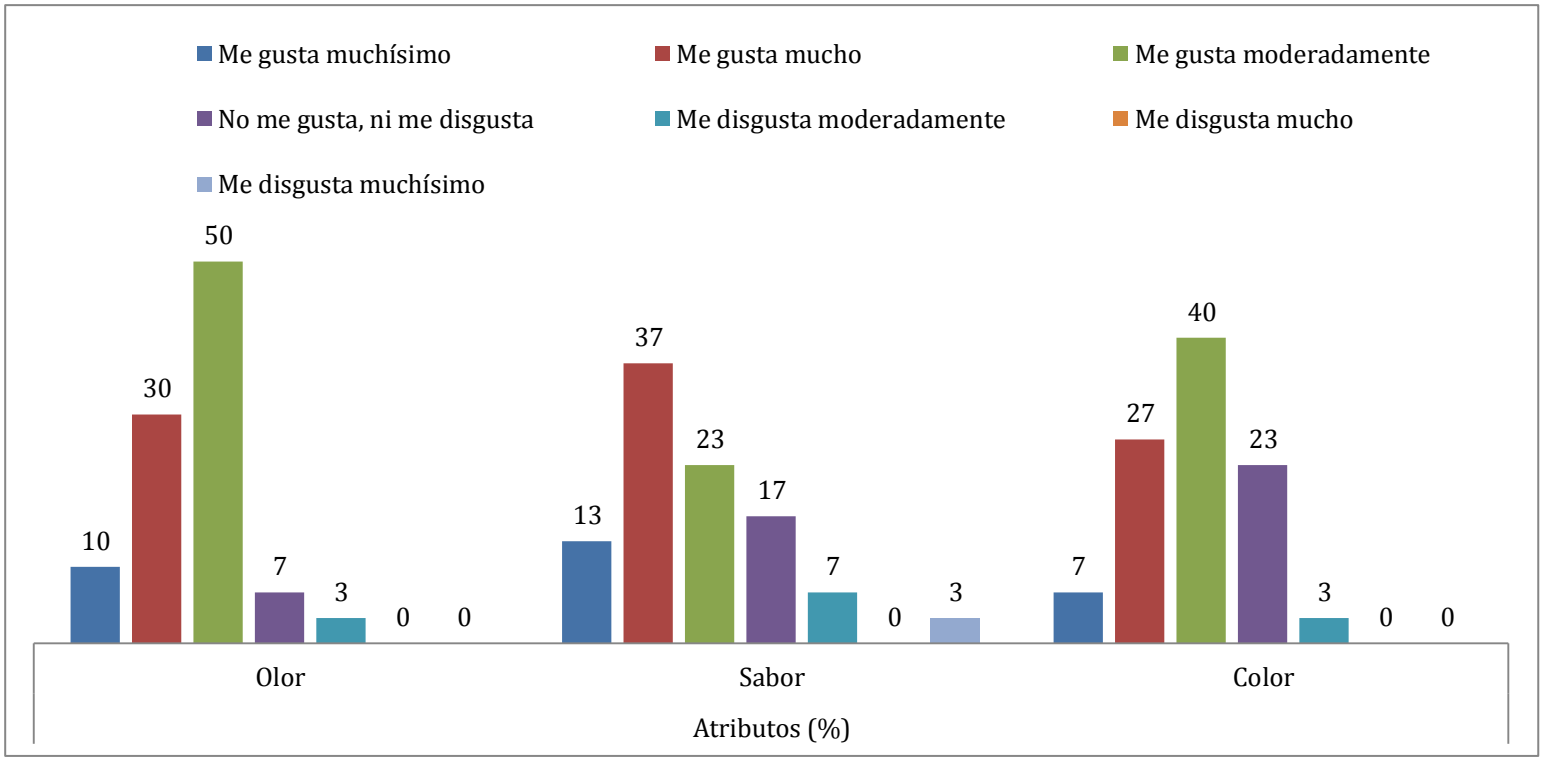



Grafica 2; Evaluación sensorial de preferencia para una población de 30 personas para los tratamientos S.M, M.C y M.F.

## 7.4. Aceptación general de la bebida alcohólica.

| Tabla 7, Nivel de aceptación del producto final. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nivel de aceptación | Atributos | | | | | |
| | Olor | | Sabor | | Color | |
| | frecuencia | % | frecuencia | % | frecuencia | % |
| Me gusta muchísimo | 3 | 10 | 4 | 13 | 2 | 7 |
| Me gusta mucho | **9** | **30** | **11** | **37** | **8** | **27** |
| Me gusta moderadamente | **15** | **50** | **7** | **23** | **12** | **40** |
| No me gusta, ni me disgusta | 2 | 7 | 5 | 17 | 7 | 23 |
| Me disgusta moderadamente | 1 | 3 | 2 | 7 | 1 | 3 |
| Me disgusta mucho | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Me disgusta muchísimo | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 |
| Total | 30 | 100 | 30 | 100 | 30 | 100 |

En la gráfica 4, se observa el rango de aceptación que tiene la bebida alcohólica en un panel de consumidores no entrenados, debe indicarse que por ser una bebida alcohólica nueva dentro del mercado, cuenta con un nivel de aceptación considerable; siendo los niveles de aceptación “me gusta moderadamente”, “me gusta mucho” y “me gusta moderadamente” para olor, sabor y color respectivamente.




Grafica 4; aceptación general de la bebida alcohólica.

## 7.5. Costo de producción.

El costo de producción en tiempo y dinero, se puede apreciar en las tablas 8 y 9, en donde se expresa el tiempo necesario para producir 1 L de producto final, siendo un tiempo de 176 horas (7. 31 días) y un costo de producción por unidad con valor de 54.84 pesos, con precios de 2015, sin impuestos, ni mano de obra; lo que aumentaría hasta en un 40% el valor unitario al producto, pero con vísperas a la disminución del precio unitario con respecto a la cantidad producida.

| Tabla 8; Tiempo y cantidad necesarios para producir 1 L de producto final. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Producto final (L) | Jugo de tuna (L) | Peso bruto de tuna (Kg) | Tiempo (horas) |
| Destilado | 0.5 | 1.7 | 5.1 | 148 |
| Semi - fermentado | 0.5 | 0.5 | 2.5 | 28 |
| Total | 1 | 2.2 | 7.6 | 176 |

| Tabla 9; Costo de producción unitario. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Insumos | Cantidad | Precio | Costo unitario | Cantidad usada | Costo de producción |
| Caja de tuna | 25 kg | $130.00 | $5.20 | 7.6 Kg | $39.52 |
| Botellas tequilera red (1 L) | 1000 piezas | $10,768.60 | $10.76 | 1 pieza | $10.76 |
| Etiqueta | 1000 piezas | $3,382.35 | $3.38 | 1 Pieza | $3.38 |
| Corchos sintéticos | 1000 piezas | $870.00 | $0.87 | 1 Pieza | $0.87 |
| Marbete | 1000 piezas | $307.80 | $0.31 | 1 pieza | $0.31 |
| | | | | Total | $54.84 |

## 8. Conclusiones.

La tuna (*O. ficus – indica*) variedad cristal, se perfila como una excelente materia prima para producir bebidas alcohólicas a base total o parcial de este fruta, si bien el rendimiento no es de gran impacto, el bajo costo que genera por la misma materia prima, puede generar un efecto positivo en producciones en masa.

Este tipo de bebida obtenida, se puede comercializar como bebida para aperitivo previo a comidas o para brindar en ciertas ocasiones, debido a su sabor dulce y agradable, con un toque de firmeza por la alta graduación alcohólica.

Con los experimentos propuestos para el desarrollo de este proyecto se puede concluir el diagrama 5, donde se define por completo la metodología necesaria para el producto final.

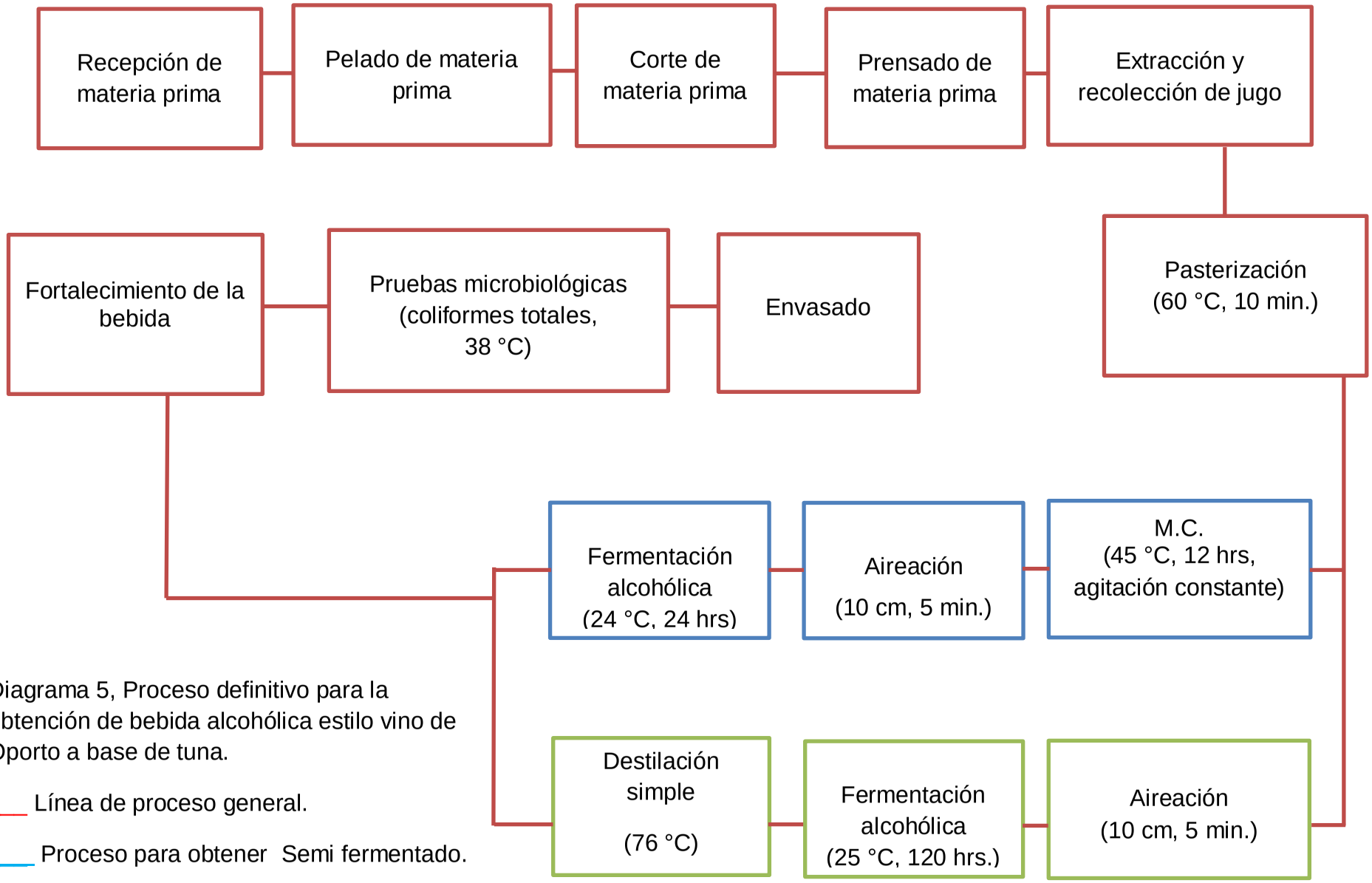



Diagrama 5, Proceso definitivo para la obtención de bebida alcohólica estilo vino de Oporto a base de tuna.

___ Línea de proceso general.

___ Proceso para obtener Semi fermentado.

___ Proceso para obtener Destilado.

## 9. Anexos

### 9.1. Tabla de números aleatorios

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6224 | 3500 | 3831 | 5590 | 3749 | 6934 |
| 8261 | 9512 | 6386 | 7969 | 3173 | 3662 |
| 9421 | 5438 | 8389 | 1013 | 3212 | 9914 |
| 2082 | 5683 | 6553 | 9265 | 6330 | 6455 |
| 5770 | 0772 | 0813 | 7361 | 4227 | 0906 |
| 0802 | 9477 | 6458 | 3684 | 5954 | 9961 |
| 4027 | 5923 | 1430 | 9965 | 6966 | 7021 |
| 3199 | 5961 | 1703 | 5947 | 4258 | 6152 |
| 7686 | 9235 | 7379 | 6239 | 9440 | 3265 |
| 8239 | 4158 | 6588 | 4626 | 6377 | 6247 |
| 7463 | 3284 | 6007 | 3101 | 8721 | 9707 |
| 8396 | 7547 | 3679 | 6814 | 3966 | 9402 |
| 9724 | 1002 | 6461 | 8037 | 0739 | 3649 |
| 3913 | 0087 | 2751 | 6593 | 7442 | 9216 |
| 9211 | 7721 | 9303 | 8733 | 5651 | 0378 |
| 4587 | 9205 | 0470 | 5179 | 7210 | 9892 |
| 4354 | 9776 | 2158 | 3226 | 4146 | 5399 |
| 9592 | 1974 | 8643 | 7672 | 6813 | 1057 |
| 2671 | 1216 | 6164 | 7022 | 0370 | 2755 |
| 4153 | 6989 | 4936 | 0352 | 4889 | 2200 |
| 9442 | 8025 | 4198 | 9841 | 9339 | 0769 |
| 5089 | 9070 | 8700 | 4507 | 1388 | 5946 |
| 4029 | 6456 | 6202 | 5598 | 4242 | 9598 |
| 4589 | 0479 | 7089 | 2575 | 5270 | 8015 |
| 2867 | 4853 | 6750 | 7729 | 9926 | 0661 |
| 4680 | 5797 | 0680 | 0406 | 1847 | 8360 |
| 6610 | 1613 | 4230 | 9401 | 7015 | 4747 |
| 9344 | 7649 | 5579 | 7786 | 3964 | 6828 |

## 9.2. Plantilla para prueba de preferencia.

Nombre: _____ Fecha: _____

Nombre del producto: Bebida alcohólica estilo vino de Oporto a base de tuna (*O. ficus- indica*)

**Instrucciones**

Frente a usted, hay tres tipos de muestras, deguste primero la **5770**, posteriormente la **3964** y por último la **9339**.

Marque con una X, la muestra que sea de su agrado.

**Muestras**

| 5770 | 3964 | 9339 |
|---|---|---|

**¿Por qué la eligió?**

_____
_____
_____

**Comentarios:**

_____
_____
_____

# ¡Muchas Gracias¡

## 9.3. Plantilla para escala hedónica de 7 puntos.

Nombre: _____ Fecha: _____

Nombre del producto: Bebida alcohólica estilo vino de Oporto a base de tuna (*O. ficus- indica*)

**Instrucciones**

Frente a usted, hay una muestra del producto que se presenta, marque con una **X** el nivel de aceptación de cada atributo de dicho producto.

| Nivel de aceptación | Atributos | | |
|---|---|---|---|
| | Olor | Sabor | Color |
| Me gusta muchísimo | | | |
| Me gusta mucho | | | |
| Me gusta moderadamente | | | |
| No me gusta, ni me disgusta | | | |
| Me disgusta moderadamente | | | |
| Me disgusta mucho | | | |
| Me disgusta muchísimo | | | |

**Comentarios:**

_____

_____

_____

# ¡Muchas Gracias!

## 9.4. Hoja de seguridad para Hipoclorito de Sodio al 13%.

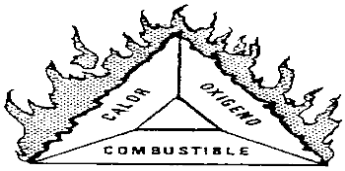
# HOJA DE SEGURIDAD DE HIPOCLORITO DE SODIO AL 13%

| | |
|---|---|
| ***1.- NOMBRE DE LA SUSTANCIA:***<br>COMERCIAL: HIPOCLORITO DE SODIO<br><br>QUIMICO: HIPOCLORITO DE SODIO<br>SINONIMOS: CLORO, BLANQUEADOR, CLARASOL.<br><br>***2.-CLASIFICACION:*** CLASE B, SUSTANCIA CORROSIVA<br>UNI 791 | ***3.- ESTADO FISICO:***<br><br>LIQUIDO<br><br>***4.- ASPECTO FISICO:***<br><br>LIQUIDO AMARILLO VERDOSO CON OLOR PICANTE, IRRITANTE. |

***5.- EN CASO DE EMERGENCIA QUIMICA COMUNICARSE 24 HRS.***

- AL SETIQ TEL (01) 800 00 413 00 EN EL D.F AL 01(55)55 50 15 52 Y 01(55) 55 59 15 88
- AL CENACOM TEL 01 800 00 413 00 EN EL D.F AL 01 (55) 55 50 15 52 y 01 (55) 55 50 14 96
- O CON LAS AUTORIDADES COMPETENTES LOCALES:POLICIA FEDERAL DE CAMINOS Y PUERTOS, POLICIA FEDERAL PREVENTIVA, BOMBEROS, CRUZ ROJA ETC.

| | |
|---|---|
| ***6.-EQUIPOS Y MEDIOS DE PROTECCION PERSONAL*** | PROTECCION PARA LOS OJOS: GOOGLES O LENTES DE SEGURIDAD.<br>PROTECCION RESPIRATORIA:USE UN EQUIPO DE RESPIRACION AUTOMATICA (SCBA)<br>PROTECCION AL CUERPO: ROPA DE TRABAJO COMPLETA, GUANTES DE HULE, CASCO Y CARETA. |
| ***7.-EN CASO DE ACCIDENTE*** | PARA EL MOTOR DEJANDO SU UNIDAD EN UN LUGAR ADECUADO<br>COLOQUE SEÑALAMIENTOS EN LA ZONA DE RIESGO<br>ALEJE A TODA PERSONA INNECESARIA DE LA ZONA DE RIESGO<br>INFORME A LAS AUTORIDADES PRESENTES DE LOS RIESGOS DE LA CARGA. |

| **8.- RIESGOS** | **9.- ACCIONES** |
|---|---|
| | **INHALA**.- RETIRE A LA VICTIMA DEL AREA CONTAMINADA, SI HA CESADO LA RESPIRACION PROPORCIONAR RESPIRACION ARTIFICIAL, SI RESPIRA CON DIFICULTAD SUMINISTRE OXIGENO.MANTENGA A LA VICTIMA ABRIGADA Y EN REPOSO.<br>**INGESTION**: SI LA PERSONA ESTA CONSIENTE DAR DE BEBER DE 2 A 4 VASOS DE AGUA O LECHE. NO PROVOQUE EL VOMITO.<br>**PIEL**: RETIRE LA ROPA CONTAMANIDAD, LAVESE CON AGUA ABUNDANTE MINIMO DURANTE 15 MINUTOS.<br>**OJOS**: LAVELOS 15 MINUTOS CON ABUNDANTE AGUA OCASIONALMENTE LAVANDO LOS PARPADOS Y GIRANDO EL GLOBO OCULAR PARA LAVAR BIEN. CONSULTE A UN MEDICO DE INMEDIATO. |
| **10- DERRAMES, FUGAS O EMISIONES** | **11.-** COLOQUESE **SU EQUIPO DE PROTECCION RECOMENDADO, DESPUES TRATE DE CONTROLAR EL DERRAME PROVENIENTE DEL CONTENEDOR, CIERRE LAS VALVULAS, TAPE LOS ORIFICIOS CON CUÑAS, REACOMODE EL CONTENEDOR, ETC. EVITE QUE EL LIQUIDO DERRAMADO LLEGUE A FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, POZOS, RIOS LAGUNAS ETC. HAGA DISQUES CON SACOS DE ARENA U OTROS MATERIALES ABSORBENTES. RECOGA EL RESIDUOEN TAMBORES DE PLASTICO.** |
| **12.-FUEGO O EXPLOSION:**  | 13.-EN CASO DE INCENDIO EN EL QUE SE VEA INVOLUCRADO ESTE PRODUCTO, PUEDE COMBATIRLO CON ESPUMA DE ALCOHOL, $CO_2$, POLVO QUIMICO |

***ESTA HOJA DEBERA ESTAR EN UN LUGAR ACCESIBLE PARA SER USADA EN CASO DE EMERGENCIA.***

## 10. Bibliografía


- Andrade Santiago A. Y. y Rivadineira Vásquez J.S., 2010, Determinación de los parámetros óptimos en la elaboración de vino de miel de abeja, utilizando dos tipos de aglutinantes naturales, mucilago de caldillo negro (triumfetta lappula L.) y mucilago de nopal (Opuntia ficus – indica), tesis nivel licenciatura, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Apoloybaco, 2001, Los licores, fecha de consulta 14/09/2014, http://www.apoloybaco.com/vinos/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=31
- Aprende a catar vino, Tipos de vino en función de la concentración de azúcar, fecha de publicación 31 de diciembre de 2008, fecha de consulta 25 de mayo de 2015, https://aprendeacatarvino.wordpress.com/2008/12/31/tipos-de-vino-en-funcion-de-la-cantidad-de-azucar/
- Cabrera F. Bebidas fermentadas, 2009, Unidad de ciencias básicas tecnología e ingeniería universidad nacional abierta y a distancia (UNAD), Bogotá, Colombia,http://datateca.unad.edu.co/contenidos/306598/contLinea/protocolo.html.
- Carbajal L. e Insuasti M, 2010, “Elaboración de cerveza artesanal, utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) y yuca (*Manihot esculenta crantz*), Universidad Tenica del Norte, Facultad en ciencias agropecuarias y ambientales, Escuela de ingeniería agroindustrial.
- Catania C., Avagnina S., 2007, Curso Superior de degustación de vinos, 2007, EEA Mendoza, INTA, Mendoza, Argentina.
- Club de las grandes cervezas del mundo, 2014, Proceso de elaboración, Madrid, España, fecha de consulta 16 de marzo de 2015, http://www.cervezasdelmundo.com/pages/index/proceso-de-elaboracion.
- De la Rosa M., Regulaciones nacionales e internacionales sobre la producción de Vitis vinífera. Información para los vitivinicultores: resultados de la investigación, COFEPRIS, México, D.F. fecha de consulta 02 de febrero de 2015, http://cuib.unam.mx/publicaciones/15/17.NECESIDADES_DE_INFORMACION

_Regulaciones%20nacionales_MIGUEL%20ANGEL%20DE%20LA%20ROSA%20HERNANDEZ.html

- Flanzy C. Flanzy M. Y Bernad P., 1990, La vinificación por maceración carbónica, IRAGRA, S.A. Bardala 20, Madrid.
- Flanzy C., 2003, Enología; Fundamentos científicos y tecnológicos, 2da edición, IRAGRA, S.A. Bardala 20, Madrid.
- Flanzy C., Samson A. y Escudier J.L., carbónica, 2009, Los principios de la maceración, Acenología, http://www.acenologia.com/cienciaytecnologia/principios_maceracion_carbonica_cien0509.htm.
- Gurisatti V., Vinos Fortificados: 6 etiquetas nacionales imperdibles, fecha de consulta 09 de septiembre de 2014, http://www.conexionbrando.com/1386810.
- Granados Sánchez D. y Castañeda Pérez A. D., 1991, El nopal: historia, fisiología, genética e importancia frutícola, 1era edición, Trillas, México D.F.
- Hernandez E., Evaluación sensorial, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Facultada de Ciencias básicas e ingeniería, Bogota, 2005.
- Hornsey I. S., 2003, Elaboración de cerveza: microbiología, bioquímica, y tecnología, ACRIBIA S. A., Zaragoza.
- Ibarra R., La Historia Completa del Vino Mexicano (Abreviada), 2009, Vino club, fecha de consulta 17 de junio de 2015, http://vinoclub.com.mx/index.php?module=Articulos&aid=22.
- McCabe L. Warren, Smith C. Julian, Harriot Peter, 1991, Operaciones Unitarias en Ingeniería Química, 4ta edición, Mc Graw-Hill, Madrid; España.
- Norma NMX-V-012-1986. BEBIDAS ALCOHÓLICAS. VINOS. ESPECIFICACIONES. ALCOHOLIC BEVERAGES. WINES. SPECIFICATIONS.
- Norma oficial mexicana NOM-113-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.
- Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-142-SSA1/SCFI-2013, Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias.