



**UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIGALGO  
FACULTAD DE QUÍMICO  
FARMACOBIOLOGÍA**

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE  
ULTRAFILTRACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE LICOR DE  
MEMBRILLO”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
QUÍMICO FARMACOBIOLOGO**

**PRESENTA:  
p.QFB. ANA LILIA PÉREZ CERVANTES**

**ASESOR:  
M.C. BERENICE YAHUACA JUÁREZ**



MORELIA MICHOACAN, ENERO 2011.

## INDICE GENERAL

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Resumen  | 1           |
| I Introducción   | 2           |
| <br>   |             |
| II ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS                                 | 5           |
| 2.1 Antecedentes históricos de los licores.                    | 5           |
| 2.2 Consumo y demanda de licores                               | 5           |
| 2.3 Definiciones.  | 8           |
| 2.3.1 Licor  | 8           |
| 2.3.2 Clasificación de licores                                 | 9           |
| 2.4 Fruto utilizado como materia prima para licor de membrillo | 10          |
| 2.4.1 membrillo  | 10          |
| 2.4.2 Origen y variedades del membrillo                        | 10          |
| 2.4.3 Características del fruto de membrillo                   | 11          |
| 2.5 Pectinas   | 12          |
| 2.5.1 Propiedades de las pectinas                              | 13          |
| 2.5.2. Dispersabilidad- solubilidad                            | 14          |
| <br>   |             |
| III. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LICOR DE MEMBRILLO              | 17          |
| 3.1 Selección y cosecha del fruto                              | 17          |
| 3.2 Clarificación  | 19          |
| 3.2.1 Métodos de clarificación                                 | 19          |
| 3.2.1.1Clarificación espontánea.                               | 19          |
| 3.2.1.2. Clarificación por adición de un clarificante.         | 19          |
| 3.3. Clarificación de los vinos y licores por filtración       | 20          |
| <br>   |             |
| IV.TECNOLOGÍA DE FILTRACIÓN POR MEMBRANAS.                     | 20          |
| 4.1. Tipos de filtración por membranas                         | 22          |
| 4.2 Selectividad de los procesos de filtración                 | 22          |
| 4.3 Tipos de membranas   | 23          |
| 4.3.1. Membranas poliméricas                                   | 23          |
| 4.3.2. Membranas inorgánicas minerales:                        | 24          |
| 4.4 Ultrafiltración  | 25          |
| 4.4.1. Equipo para la ultrafiltración.                         | 27          |

|   |     |
|---|-----|
| 4.5 Conceptos básicos de conservación   | 28  |
| 4.6 Añejamiento   | 29  |
| 4.7 Embotellamiento   | 29  |
| V. OBJETIVO GENERAL.  | 30  |
| VI. OBJETIVOS ESPECÍFICOS   | 30  |
| VII. MATERIALES Y MÉTODOS.  | 31  |
| 7.1 Elaboración del licor de membrillo.   | 32  |
| 7.1.1 Materia Prima   | 33  |
| 7.2 Proceso de elaboración de licor de membrillo.   | 33  |
| 7.3 Clarificación del licor mediante membranas de ultrafiltración.                                  | 35  |
| 7.4 Variables a evaluar   | 37  |
| 7.4.1 pH del licor de membrillo.  | 37  |
| 7.4.2 Determinación de Sólidos Solubles totales (°Brix).  | 37  |
| VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.   | 38  |
| 8.1 Estandarización.  | 38  |
| 8.2 Implementación de la ultrafiltración en el proceso de elaboración del licor de membrillo.       | 39  |
| 8.3 Calidad del licor de membrillo obtenido de forma tradicional y clarificado por ultrafiltración. | 39  |
| XI CONCLUSIONES   | 41  |
| XII ANEXOS:   | 42  |
| Anexo 1 Limpieza de la Membrana   | 42  |
| Anexo 2 Análisis Sensorial  | 46. |
| Bibliografía  | 50  |

**INDICE DE FIGURAS**

| <b>Fig.</b>   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Consumo de Licores  | 6           |
| Ventas Anuales de Licores 1994-2000                                 | 6           |
| Ventas Anuales de Destilado de Agave                                | 7           |
| Ventas Anuales de Destilado de Caña                                 | 7           |
| Ventas Anuales de Destilado de Uva.                                 | 8           |
| Fruta de Membrillo  | 11          |
| Selectividad y Productividad  | 21          |
| Microfiltración   | 22          |
| Ultrafiltración   | 22          |
| Osmosis Inversa   | 23          |
| Capacidad de Rechazo de las Diferentes Membranas                    | 23          |
| Proceso de Ultrafiltración  | 26          |
| Flujo Cruzado   | 27          |
| Flujo Directo   | 27          |
| Membrana de Ultrafiltración   | 28          |
| Diagrama General del Proceso  | 31          |
| Diagrama de la Elaboración de el Licor de Membrillo                 | 32          |
| Fruta de Membrillo  | 33          |
| Fruto Seleccionado  | 33          |
| Partir el Fruto   | 34          |
| Descorazonar  | 34          |
| Obtención del Jugo  | 34          |
| Filtrado  | 34          |
| Almacenamiento para el Añejamiento                                  | 35          |
| Ultrafiltración   | 36          |
| Proceso de Clarificación  | 36          |
| Membrana de Ultrafiltración   | 36          |
| Envases para el Licor   | 37          |
| Producto Terminado  | 37          |
| Refractómetro ATABO   | 38          |
| Producto Antes de la Clarificación y<br>Después de la Clarificación | 40          |

**INDICE DE TABLAS**

| <b>Tabla</b>                            | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Nutrientes Encontrados en el Membrillo  | 12          |
| Propiedades de Soluciones Coloidales    | 15          |
| Sistemas Coloidales de la Fase Dispersa | 16          |
| Análisis físico- químico                | 39          |

*La presente investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación en Biotecnología “M.C. Víctor Manuel Rodríguez Alcocer” en la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. bajo la asesoría de la M.C. Berenice Yahuaca Juárez*

## *AGRADECIMIENTOS*

*Primero que nada doy gracias a DIOS por permitirme llegar hasta este momento y por estar conmigo en todo momento.*

*A mis padres todo mi amor y eterna gratitud, FERNANDO PÉREZ Y LUCILA CERVANTES por apoyarme en todo momento y no permitirme desistir, por todo el amor que me demostraron y me demuestran a cada instante. GRACIAS por todo, los AMO con todo mi ser. Y SI SE PUEDE, seguiré adelante con su bendición y amor.*

*A mis hermanas CLAUDIA (comadre) y YARY (bichita) por todo su apoyo, amor y por alentarme a seguir adelante en nuevos retos y aventuras de la vida. LAS AMO HERMANAS.*

*A los dos amores de mi vida Mario A. Nava mi esposo y Karol (mi karolcy bb), por el AMOR incondicional y por ser el motor que me impulsa día con día son mi vida LOS AMO a los dos. Por el apoyo, la confianza y por creer en mi y no dejarme perder la fé en mi misma. Y sobre todo por ser mi familia que me acompañara en cada logro y en cada momento difícil para impulsarme a salir adelante.*

*“Viven en mi corazón”. Adelante que el trabajo no termina aquí.*

*A toda mi familia por el amor y los buenos momentos compartidos; a mi Tía Reyna, tío Agustín, a mis primos Lalo, Güero, gracias por su cariño, y por acompañarme en cada aventura.*

*A mi honey (Lady Diana), por ayudarme y brindarme su apoyo y cariño TE QUIERO HONEY. A Audi y Pepe que también estuvieron*

*conmigo en estos momentos tan complicados ayudándome con Karol. Gracias chicos por su apoyo.*

*A la M.C. Berenice Yahuaca (Maestra Bere) por toda su comprensión y cariño, por creer en mi siempre, por su confianza. No tengo como agradecer su apoyo, cuenta con mi admiración cariño y respeto.*

*A mis amigos y compañeros de trabajo, Mony, Huicho, Pancho, Jorge, Cris, Emmanuel, Karen, sin ustedes no podría haber hecho un buen trabajo. GRACIAS por los ánimos y por todo su cariño. LOS QUIERO*

*A mi primo Roberto y amigo Raúl que aunque ya no están aquí, se que están a mi lado apoyándome y guiándome. Los extraño, gracias por todo lo que compartimos juntos.*

*A todos los que me ayudaron a salir adelante con este logro MIL GRACIAS.*

## RESUMEN

Los licores son bebidas alcohólicas aromáticas y dulces obtenidas tras un proceso de destilación de frutos, flores o mezclas de ambos. Son de colores vivos, brillantes y su sabor dulce y fuerte suele ocultar su alta graduación alcohólica. En México, el licor de membrillo es considerado uno de los productos de mayor demanda, figurando como uno de los principales productores la región de Ucareo, Michoacán. Debido a la falta de conocimiento y tecnología aplicable al sistema de producción de licores en ésta región, las pérdidas del producto por calidad son importantes, siendo el principal problema el enturbiamiento del licor durante su anaquel. Las pectinas son las principales responsables de la turbidez del licor ya que se precipitan de manera espontánea por su baja solubilidad en alcohol. Lo anterior conduce a la necesidad de utilizar una tecnología adecuada que permita obtener un producto estable, brillante y cristalino. Dentro de los métodos comunes para lograr dichas condiciones se encuentra la clarificación a través del uso de tecnología de membrana (ultrafiltración), sistema que ha logrado resultados positivos en clarificación de vinos, particularmente vino tinto. La ultrafiltración consiste en el uso de una membrana con porosidad acorde al tamaño de partículas que se desean eliminar del producto. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue estandarizar el proceso de producción del licor de membrillo y determinar la eficacia de la ultrafiltración, para poder mejorar la apariencia del licor de membrillo y al eliminar el mal aspecto debido a la precipitación de pectinas, para lo cual se utilizó como método de clarificación la ultrafiltración, por medio de vivaflow200 de vivascience® con un tamaño de poro de 0.2 $\mu$ . La metodología a seguir fue estandarizar el proceso de producción del licor de membrillo; el siguiente paso a seguir es el método de clarificación a través de membranas de ultrafiltración. Los resultados mostraron una diferencia significativa entre el licor de membrillo clarificado y el control observándose una mayor brillantez y transparencia.

Con ello se concluye que la tecnología de membrana, específicamente la ultrafiltración, es una técnica adecuada para la mejora de la calidad sensorial del licor de membrillo, además de incrementar la productividad del producto terminado, tener un gasto relativamente bajo de energía y presentar condiciones fáciles de manejo, y es también útil para la retención de bacterias y virus asegurando así la calidad sanitaria del producto.

**Palabras clave:** Licor de membrillo, pectinas, clarificación, ultrafiltración, calidad e inocuidad.

## I.INTRODUCCIÓN

La producción de licores data desde tiempos antiguos. Los documentos escritos ya hacen constancia de ello en la época de Hipócrates quien decía que los ancianos destilaban hierbas y plantas en particular por su propiedad de cura de enfermedades o como tónicos. Esto en parte era cierto, dado que, hoy día, es reconocido que muchas plantas tienen diferentes propiedades curativas, daremos el ejemplo del anís, menta, hierbabuena hinojo, tomillo, salvia, manzanilla y boldo que tienen aceites esenciales favorecedores para el proceso de digestión. De estos factores, que los licores sean asociados a la medicina antigua. A través de los siglos fueron también conocidos como elixires, aceites, bálsamos y finalmente como licores. Los licores fueron elaborados en la edad media por físicos y alquimistas como remedios medicinales, pociones amorosas, afrodisíacos y cura problemas. La realidad era que no se detectaba su alto contenido alcohólico y así permitía lograr propósitos poco habituales.

Los licores son bebidas alcohólicas aromatizadas y endulzadas, obtenidas tras procesos de destilación. Son de colores vivos, brillantes y su sabor dulce y fuerte suele ocultar su alta graduación alcohólica, la que varía entre los 20 y 35% según sea la mezcla y el productor que lo elabore. Su carácter mantiene la presencia de azúcar y también una gran riqueza en materiales pécticos. <sup>(14)</sup>

Existen tres tipos de licores:

1. Los destilados de una sola hierba predominando en su sabor y aroma.
2. Los que están elaborados a partir de una sola fruta.
3. Los producidos a partir de mezclas de frutas y/o hierbas.

Existen dos métodos principales de producción: El primero, consiste en destilar todos los ingredientes al mismo tiempo, para posteriormente es endulzar y algunas veces se agrega color. El segundo consiste en agregar las hierbas o frutas a la destilación base. Este segundo método permite conservar el brillo, frescura y bouquet de los ingredientes; y es logrado utilizando bases de brandy o coñac, o destilado de caña, resultando estos ser los de mejor calidad. <sup>(18)</sup>

El membrillo es el fruto del membrillero, árbol de la familia de las Rosáceas que alcanza unos 4 metros de altura. El membrillo es un fruto con alto contenido de pectinas, y escaso contenido de azúcares, y por tanto un bajo aporte calórico, no así cuando se consume en forma de dulce ó licor, lo que lleva a adicionar azúcar, incrementándose el valor calórico del producto. De su contenido nutritivo destacan el potasio, la vitamina C y su abundancia en fibra, principalmente del tipo soluble **(pectina y mucílagos)** además de taninos (sustancias que le confieren su propiedad astringente).<sup>(32)</sup>

Dentro de los subproductos obtenidos a partir del membrillo y con gran demanda comercial es el licor el cual posee agradable sabor y aroma.<sup>(32)</sup>

Los factores que influyen en la calidad del licor de membrillo son dos:

1. Factores externos de calidad, donde se incluyen todos aquellos: que afectan su aspecto y presentación comercial como color, ausencia de defectos, aroma, etc.
2. Factores que dependen de la composición química del fruto: abundancia de pectinas en el fruto, que van a afectar a los factores externos del licor de membrillo.<sup>(31)</sup>

La comercialización de licor de membrillo sufre pérdidas importantes debido a que el licor se ve alterado en su calidad, fundamentalmente por enturbiamiento del producto posterior a su elaboración, disminuyendo las ventas del mismo al no satisfacer las demandas del consumidor. Las pectinas son consideradas como las principales responsables del enturbiamiento del licor de membrillo debido a la formación de coágulos por su insolubilidad en alcohol.<sup>(31)</sup>

Diversos estudios demuestran que utilizando un sistema de membranas como método de clarificación se garantiza la eliminación de las pectinas además de bacterias, virus entre otros, mejorando así su calidad y prolongando su vida de anaquel; el proceso de clarificación comprende: la Operación destinada a eliminar materias sólidas que se encuentran en suspensión en el licor de membrillo; el principio de la ultrafiltración es la separación física, el tamaño de poro de la membrana, es lo que determina hasta qué punto son eliminados los sólidos disueltos, la turbidez y los microorganismos.<sup>(23)</sup>

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue estandarizar el proceso de producción del licor de membrillo y determinar la eficacia de la ultrafiltración para poder mejorar la presentación comercial del licor de membrillo.

## II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.

### 2.1 ANTECEDENTES HISTORICOS DE LOS LICORES.

El vino y los licores siempre han acompañado al hombre como bebidas tanto para la celebración y el triunfo como para la derrota. Los libros de las civilizaciones antiguas, las inscripciones y las imágenes que se han conservado del arte de los primeros tiempos así lo demuestran. Los documentos escritos se lo atribuyen a la época de Hipócrates quien decía que los ancianos destilaban hierbas y plantas en particular por su propiedad de cura de enfermedades o como tónicos. Esto en parte era cierto, dado que, hoy día, es reconocido que la menta ayuda a la digestión. <sup>(1)</sup>

En la edad media los licores fueron elaborados por físicos y alquimistas como remedios medicinales, pociones amorosas, afrodisíacos. La realidad era que al no detectarse su alto contenido alcohólico permitía lograr propósitos poco habituales. Los licores pueden servirse como aperitivos o como digestivos después de las comidas y también como ingredientes en combinaciones de bebidas y cócteles. <sup>(1)</sup>

### 2.2. CONSUMO Y DEMANDA DE LICORES

Los licores tienen gran demanda en la actualidad ya que en los últimos años ha aumentado la producción de los mismos, en la figura 1 se muestra la participación importante que juegan los licores en la sociedad mexicana, en la figura 2 se muestra la gran demanda de los licores de mesa y la cantidad de dinero que representa para los productores, ya que el aumento en las ventas es considerable. Por lo que es importante que se implementen programas de calidad que proveen las condiciones, operaciones y el ambiente básico que son necesarios para la producción de alimentos inocuos y de calidad. <sup>(2)</sup>

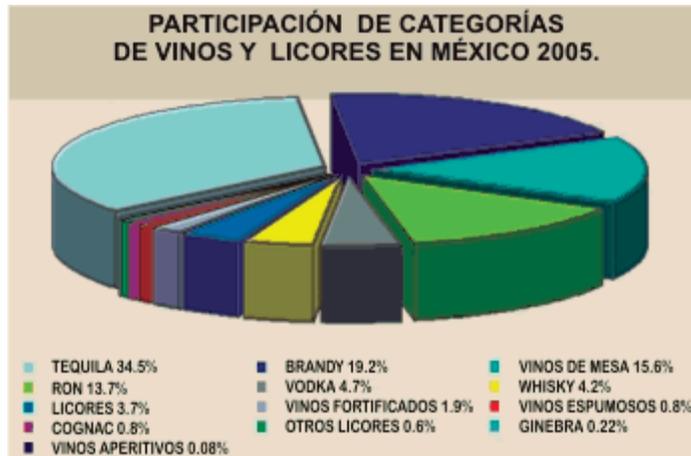


Figura. 1 Consumo de Licores.

- **México: ventas anuales de licores 1994 – 2000**  
(Miles de dólares)

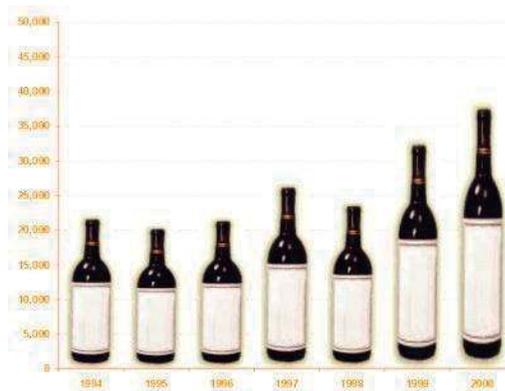


Figura 2 Ventas Anuales de Licores 1994-2000

### México ventas anuales de destilado de agave 1994 – 2000 (Miles de dólares)



Figura 3 Ventas Anuales de Destilado de Agave.

•

•

### México ventas anuales de destilados de caña 1994 – 2000 (Miles de dólares)



• Figura 4 Ventas Anuales de Destilado de Caña

- **México ventas anuales de destilados de uva 1994 – 2000**  
(Miles de dólares)



Figura 5 Ventas Anuales de Destilado de Uva

El incremento en el consumo y demanda de los licores conlleva al cuidado de la calidad del producto implementando programas de calidad que provean condiciones, operaciones y el ambiente básico que son necesarios para la producción de alimentos inocuos y de calidad. <sup>(9)</sup>

## 2.3 DEFINICIONES.

### 2.3.1 LICOR

Es la bebida hidroalcohólica aromatizada obtenida por maceración, infusión o destilación de diversas sustancias vegetales naturales, con alcoholes destilados aromatizados, y/o adición de extractos, esencias o aromas, o por la combinación de ambos, coloreados o no, con una generosa proporción de azúcar. Poseen un contenido alcohólico superior a los 15° llegando a superar los 50° centesimales, diferenciándose de los aguardientes por mayor o menor contenido de azúcares. <sup>(3)</sup>

**En base a la norma, NOM-142-SSA1-1995** los licores son productos elaborados a base de bebidas alcohólicas destiladas, espíritu neutro, alcohol de calidad o común o mezcla de ellos y agua, aromatizados y saborizados con procedimientos específicos y a los cuales pueden agregarse ingredientes y aditivos permitidos por la Secretaría de salud. <sup>(10)</sup>

### 2.3.2 CLASIFICACIÓN DE LICORES

Los licores se clasifican fundamentalmente en tres formas:

1. De acuerdo la forma de elaboración de la cual existen dos métodos principales. El primero, consiste en destilar todos los ingredientes al mismo tiempo, posteriormente la destilación es endulzada y algunas veces coloreada. El segundo consiste en agregar las hierbas o frutas a la destilación base. Este método permite conservar el brillo, frescura y bouquet de los ingredientes; y es logrado utilizando bases de brandy o coñac, resultando estos ser los de mejor calidad. <sup>(42)</sup>

De acuerdo a lo anterior los licores pueden ser:

- Licores con una sola hierba
- Licores elaborados a partir de una sola fruta
- Licores producidos a partir de mezclas de frutas y/o hierbas

2. De acuerdo a la combinación alcohol/azúcar los licores pueden ser:

**Extra seco:** hasta 12% de edulcorantes.

**Seco:** con 20-25% de alcohol y de 12-20% de azúcar.

**Dulce:** con 25-30% de alcohol y 22-30% de azúcar.

**Fino:** con 30-35% de alcohol y 40-60% de azúcar.

**Crema:** con 35-40% de alcohol y 40-60% de azúcar.

3. De acuerdo al número de sustancias aromáticas y saborizantes que intervienen en su elaboración.

**Simples:** cuando se elaboran con una sola sustancia, aunque se utilicen pequeñas cantidades de otras, para mejorar el sabor o potenciar el aroma.

**Mixtos:** son los que llevan, en distintas proporciones, pero con igual importancia, varios ingredientes. Los licores más finos se preparan destilando alcohol de alta graduación en el que se ha macerado un saborizante, o una combinación de ellos y tratando el destilado con azúcar y generalmente, con materias colorantes. Entre los saborizantes más utilizados están, entre otros, la corteza de naranja y la menta. <sup>(42)</sup>

## 2.4 FRUTO UTILIZADO COMO MATERIA PRIMA PARA LICOR DE MEMBRILLO.

### 2.4.1 MEMBRILLO

El membrillo es el fruto del membrillero, árbol de la familia de las Rosáceas. De acuerdo a su clasificación botánica es un pomo (Fruto con mesocarpio carnoso y endocarpio coriáceo que contiene en su interior varias semillas o pepitas; ejemplo de otros frutos pomo son: la manzana y la pera).

Esta familia incluye a más de 2.000 especies de plantas herbáceas, arbustos y árboles distribuidos por regiones templadas de todo el mundo. Las principales frutas europeas, además del rosal, pertenecen a esta gran familia. <sup>(41)</sup>

### 2.4.2 ORIGEN Y VARIEDAD DEL MEMBRILLO

El membrillero es autóctono de Europa meridional y de los países a orillas del mar Caspio (bosques del Cáucaso, Persia y Armenia). Hoy día crece de forma natural en el centro y sudoeste de Asia (Armenia, Turkistán, Siria) y se cultiva en Grecia, Países Balcánicos y Argentina. En España hay plantaciones en Valencia, y Andalucía. En México los principales productores de membrillo son Jalisco y Michoacán. <sup>(41)</sup> La producción anual de membrillo es de 7,550 toneladas al año en 2001.

La época de recolección de los primeros membrillos comienza a finales del mes de septiembre y perdura por lo general hasta el mes de febrero. Producción nacional y en México. Las variedades de membrillo mejor definidas son:

- a) **Común:** frutos de tamaño medio, pericarpio de color amarillo oro y mesocarpio aromático.
- b) **Esferoidal:** de gran tamaño, pericarpio amarillo y mesocarpio fragante.
- c) **De Fontenay:** frutos grandes, con pericarpio amarillo verdoso y mesocarpio perfumado. <sup>(41)</sup>

### 2.4.3. CARACTERÍSTICAS DEL FRUTO DE MEMBRILLO

El membrillo es un pomo (Fig. 6 fruto de membrillo) con forma parecida a una pera, en la mayoría de los casos, aunque también los hay redondeados. Presentan una longitud de hasta 7,5 centímetros o más y con un diámetro entre 85-95 milímetros. Su peso medio aproximado es de 250 gr. El pericarpio es de color amarillo dorado con una textura vellosa y áspera en unas variedades y lisa y brillante en otras (figura 6). El mesocarpio es duro y áspero, de color blanco amarillento, y resulta harinoso y poco jugoso. El mesocarpio del membrillo tiene un sabor ácido y áspero que lo hace poco comestible al natural; sin embargo, es un fruto aromático. <sup>(41)</sup> Las propiedades saludables del membrillo se deben a su abundancia en fibra (**pectina y mucílagos**) y taninos, sustancias que le confieren su propiedad astringente por excelencia. También contiene ácido málico, que forma parte del pigmento vegetal que proporciona sabor al fruto, con propiedad desinfectante en la tabla 1 se muestra el valor nutricional por cada 100 gr del fruto de membrillo.



Figura 6. Fruto de Membrillo

El membrillero es muy resistente a la sequía, y si se cultiva en tierras de regadío no se debe abusar de los riegos, su poda es muy sencilla, la recolección de los frutos es manual. La maduración se conoce por el olor penetrante que desprenden los frutos y porque se caen los pelos que forman el tomento del fruto. <sup>(40)</sup>

Tabla 1 Nutrientes Encontrados en el Membrillo

| <b>COMPOSICIÓN POR 100 GRAMOS DE PORCIÓN COMESTIBLE</b> |             |
|---|-------------|
| <b>CALORIAS</b>   | <b>25.2</b> |
| <b>HIDRATOS DE CARBONO (g)</b>                          | <b>6.3</b>  |
| <b>FIBRA (g)</b>  | <b>6.4</b>  |
| <b>CALCIO (mg)</b>                                      | <b>14</b>   |
| <b>MAGNESIO (mg)</b>                                    | <b>6</b>    |
| <b>POTASIO (mg)</b>                                     | <b>200</b>  |
| <b>Vitamina C (mg)</b>                                  | <b>13</b>   |

## 2.5 PECTINAS

El membrillo contiene tanino y pectina en gran cantidad, de cuya unión se benefician las mucosas digestivas, ya que actúa como astringente y emoliente. En los tejidos jóvenes especialmente en los frutos, las pectinas se encuentran en cantidades abundantes formando canales anchos, apartando entre sí a las células. Las pectinas tienen la capacidad de formar geles. Por lo que su uso en la industria alimentaria es de gran importancia. El uso principal de las pectinas es para la fabricación de jaleas y conservas de frutas.

Las industrias de productos de frutas emplean pectina líquida y pectina en polvo, y algunas empresas fabrican su propia pectina. <sup>(22)</sup>

- Empleo de la pectina en alimentos.- preparación de geles, mermeladas, jaleas, como estabilizantes, etc.
- Empleo de pectinas para fines medicinales.- como emulgente para la preparación de ungüentos, polvos, tabletas y otros medicamentos. <sup>(8)</sup>

Para la elaboración de licor de membrillo resulta un problema de calidad sensorial el contenido de pectina que este fruto presenta, ya que con el tiempo va precipitando.

Las pectinas, (de la palabra griega “Pekos” denso, espeso, coagulado), comprenden un grupo de polisacáridos complejos que forman enlaces entre las microfibrillas de celulosa de las paredes celulares de las plantas. Las pectinas

contienen en general cantidades variables de la hexosa ramnosa y de ácido galacturónico, que es un ejemplo de ácido de azúcar (un derivado oxidado de un monosacárido). Esta sustancia se asocia con la celulosa y le otorga a la pared celular la habilidad de absorber grandes cantidades de agua. <sup>(38)</sup>

Son polisacáridos ácidos que pueden estar en disolución en algunos frutos (rosáceas: manzana, pera, membrillo; rutáceas: citrus; raíces de remolacha, zanahoria, etc.). Pero también se pueden encontrar en forma insoluble como protopectinas, formando parte de las membranas celulares, con tratamientos ácidos en calor se transforman en pectinas solubles. <sup>(7)</sup>

### **2.5.1 PROPIEDADES DE LAS PECTINAS:**

Las pectinas son hidrocoloides que en solución acuosa presentan propiedades espesantes, estabilizantes y sobre todo gelificantes. Son insolubles en alcohol y disolventes orgánicos corrientes y parcialmente solubles en jarabes ricos en azúcares. <sup>(19)</sup>

Las pectinas, como muchos otros polisacáridos, se hinchan rápidamente con el agua, y por ello al añadirle agua sobre el sólido, forman agregados difíciles de disolver. La solución es separar las partículas cuando se mezcla el polisacárido con el agua, con sistemas mecánicos o mezclándolo previamente con otro material no acuoso. Son relativamente inestables desde el punto de vista químico, especialmente a temperaturas elevadas. Su máxima estabilidad está en torno a pH 4. Pueden perder grupos metoxilo, hidrolizarse, y en medio neutro o alcalino romperse por beta-eliminación. Esto afecta negativamente su viscosidad y capacidad de formación de geles. <sup>(33)</sup>

- ❖ Protector de la mucosa gástrica
- ❖ Acción hemostática
- ❖ Aplicación en galénica (por sus propiedades emulgentes y espesantes)

- ❖ Industria alimentaria, cosmética.

### 2.5.2 DISPERSABILIDAD- SOLUBILIDAD:

Para la dispersión del polvo es necesaria una fuerte agitación a fin de separar bien los gránulos de pectina e impedir la formación de aglomerados que serían posteriormente insolubles. <sup>(22)</sup>

Una vez dispersada, la pectina necesita tiempo suficiente para hidratarse, conocida esta como etapa de hinchado, la cual estará en función de la temperatura, de la concentración, de la dureza del agua, etc. <sup>(22)</sup>

En el presente texto citaremos a los coloides ya que las pectinas al hincharse y tornar el medio turbio está formando un sistema coloidal; las moléculas en un líquido están un constante movimiento errático (no controlado) y las partículas coloidales son constantemente bombardeadas y empujadas en todas direcciones por las moléculas del líquido que las rodea.

Este movimiento hace que las partículas coloidales no sedimenten debido a la leve fuerza que la gravedad ejerce sobre ellas. Ellas también resisten el empuje gravitacional porque las cargas eléctricas sobre las partículas coloidales en un sistema dado son del mismo signo (positivo o negativo) y su mutua repulsión evita el efecto de sedimentación de la gravedad. <sup>(14)</sup>

No obstante, hay una ligera tendencia en las partículas de un coloide hacia la sedimentación en el fondo del recipiente.

En general los coloides no tienen un límite fijo de tamaño y se suelen estudiar bajo un enfoque fisicoquímico desde el punto de vista de sus propiedades. Un material coloidal puede tardar 755 días en sedimentar por tanto es importante cambiar esta condición ya que merma la calidad del licor aun después de que salió de su añejamiento. <sup>(4)</sup>

En química un coloide, suspensión coloidal o dispersión coloidal es un sistema físico-químico compuesto por dos fases: una continua, normalmente fluida, y otra dispersa en forma de partículas, por lo general sólidas, de tamaño microscópico. Así, se trata de partículas que no son apreciables a simple vista, pero más grandes que cualquier molécula. <sup>(7)</sup>

Principal propiedad de los coloides: tendencia espontánea a agregar o formar coágulos.

Aunque el coloide por excelencia es aquel en el que la fase continua es un líquido y la fase dispersa se compone de partículas sólidas, pueden encontrarse coloides cuyos componentes se encuentran en otros estados de agregación. Véase Tabla 2 Aquí se reconocen los distintos tipos y ejemplos de coloides según el estado de sus fases continua y dispersa. <sup>(22)</sup>

**Tabla 2 Propiedades de Soluciones Coloidales**

|                  |                | Fase dispersa  |  |   |
|------------------|----------------|--|--|---|
|                  |                | <u>Gas</u>   | <u>Líquido</u>   | <u>Sólido</u>   |
| fase<br>continua | <u>Gas</u>     | No es posible porque todos los gases son solubles entre sí | <u>Aerosol líquido</u> ,<br>Ejemplos: niebla, bruma                          | <u>Aerosol sólido</u> ,<br>Ejemplos: Humo, polvo en suspensión  |
|                  | <u>Líquido</u> | <u>Espuma</u> ,<br>Ejemplos: Espuma de afeitado            | <u>Emulsión</u> ,<br>Ejemplos: Leche, salsa mayonesa, crema de manos, sangre | <u>Dispersión coloidal</u> ,<br>Ejemplos: Pinturas, tinta china |

|  |               |   |  |  |
|--|---------------|---|--|--|
|  | <u>Sólido</u> | <u>Espuma Sólida</u> ,<br>Ejemplos: piedra<br>Pómez, Aero geles | <u>Gel</u> ,<br>Ejemplos: Gelatina,<br>queso | <u>Emulsión sólida</u> ,<br>Ejemplos:<br>Cristal de rubí |
|--|---------------|---|--|--|

Como se mencionó con anterioridad los coloides son sistemas en los que un componente se encuentra disperso en otro, pero las entidades dispersas son mayores que las moléculas del disolvente. <sup>(7)</sup>

Los filtros que no pueden atravesar los coloides son las membranas semipermeables,

En las dispersiones coloidales se distinguen dos partes:

**Fase dispersa:** las llamadas micelas.

**Fase dispersante:** en las que están dispersas las partículas coloidales.

Las partículas coloidales tienen un tamaño diminuto, tanto que no pueden separarse de una fase dispersante por filtración.

Las disoluciones son transparentes, por ejemplo: azúcar y agua.

**Tabla 3 Sistemas Coloidales de la Fase Dispersa**

| Medio de dispersión | Fase dispersa | Nombre          | Ejemplos  |
|---------------------|---------------|-----------------|---|
| <b>Gas</b>          | Líquido       | Aerosol líquido | Niebla, nubes,                                  |
|                     | Sólido        | Aerosol sólido  | Polvo, humo.i                                   |
| <b>Líquido</b>      | Gas           | Espuma          | Espumas (de jabón, cerveza, etc.), nata batida. |
|                     | Líquido       | Emulsión        | Leche, mahonesa.                                |
|                     | Sólido        | Sol             |   |

|               |         |  |   |
|---------------|---------|--|---|
|               |         |  | Pinturas, tinta china, goma arábica, jaleas |
| <b>Sólido</b> | Gas     | Espuma sólida                                    | Piedra pómez.                               |
|               | Líquido | Emulsión sólida                                  | Mantequilla, queso.                         |
|               | Sólido  | Algunas aleaciones, piedras preciosas coloreadas |   |
|               |         | Sol sólido                                       |   |

### III.PROCESO DE ELABORACION DE LICOR DE MEMBRILLO

#### 3.1 SELECCIÓN Y COSECHA DEL FRUTO.

- El tiempo ideal de cosecha del fruto de membrillo depende del estado de maduración que posea.

Durante la maduración, los frutos sufren una sucesión de importantes cambios bioquímicos y fisiológicos que conducen al logro de las características sensoriales óptimas para el consumo. Pueden dividirse en dos etapas: la madurez fisiológica y la madurez sensorial; cada una con características propias. <sup>(19)</sup>

**La madurez fisiológica:** se refiere al estado en el cual luego de ser cosechado continúa madurando ocurriendo un conjunto de cambios de composición que se inician una vez que el fruto ha alcanzado su máximo crecimiento y desarrollo; caracterizado por el ablandamiento y los cambios de color en los frutos, por efecto de la acción combinada del etileno y de algunas enzimas. En cambio se considera que adquiere **madurez sensorial**, cuando ya ha alcanzado su máximo sabor y aroma que lo hacen apto para el consumo. Para que lo logre, debe ser cosechado a partir de su madurez fisiológica. <sup>(21)</sup>

Para la producción de licor de membrillo es ideal que el fruto sea cosechado en su madurez fisiológica, para que alcance las características de sabor necesarias. Todo el equipo, y herramienta que entra en contacto con el fruto antes, durante y

posterior a la cosecha debe estar limpio y en buenas condiciones de uso, es decir, que no estén rotas, oxidadas, incompletas. Con objeto de buscar la inocuidad del producto terminado. <sup>(10)</sup> De no tener la inocuidad deseada podrían proliferar colonias de microorganismos patógenos dañando la materia prima y el producto terminado.

En la región de Ucareo Michoacán, el proceso de elaboración de licor de membrillo es de la siguiente manera:

1. Cosecha y Selección del fruto de membrillo
2. Limpieza del fruto, cortado y descorazonado.
3. Obtención del jugo.
4. Filtración mediante manta de cielo, debido al enturbiamiento del jugo por la pectina contenida
5. Preparación de un jarabe para endulzar el licor. 250gr d azúcar estándar por litro de jugo, a ebullición por 20 minutos, enfriar.
6. Filtrar nuevamente con manta de cielo.
7. Agregar el alcohol de 96° 200ml por litro de jugo.
8. Vaciar en garrafas de plástico de 20L
9. Dejar reposar en un cuarto por 6 meses, dando paso al añejamiento y también a la precipitación de pectinas; que causa problemas con la calidad visual del producto terminado, y con el rendimiento del mismo. Por lo que es preferente utilizar la ultrafiltración para resolver dichos problemas.
10. Finalmente se pasa al embotellado, utilizando botellas de vidrio esterilizadas y de diferentes graduaciones: un cuarto de litro, medio litro y un litro. Producto terminado para ir a ventas.

## **3.2 CLARIFICACIÓN**

En la elaboración de productos líquidos, como cervezas, vinos y jugos de frutas y en la obtención de sacarosa, se llega a presentar una turbidez que causa un aspecto desagradable; esta situación es provocada principalmente por diversos sólidos poliméricos coloidales en suspensión, tales como proteínas, pectinas, y polifenoles (taninos y antocianinas) que no se pueden eliminar por los métodos tradicionales de filtración <sup>(34)</sup>. En este sentido, la clarificación es un método que acelera la precipitación de las partículas en suspensión y al mismo tiempo permite retirar el exceso de materia suspendida. El resultado en el caso de los vinos y licores es un producto equilibrado, armonioso y aromático. <sup>(11)</sup>

En los licores, al contener partículas inmersas de las sustancias de naturaleza coloidal procedentes del fruto durante su almacenamiento puede manifestarse precipitación de dichas partículas, en el licor de membrillo, debido a la riqueza del fruto en pectinas, estas tienden a sedimentar impartiendo turbidez al producto, en este caso, la clarificación es una alternativa de mejora de la calidad del mismo. <sup>(12)</sup>

### **3.2.1 MÉTODOS DE CLARIFICACIÓN**

Dentro de los métodos de clarificación se distinguen los siguientes:

1. Clarificación espontánea.
2. Clarificación de licores a través de un clarificante.
3. Clarificación de vinos por filtración.

#### **3.2.1.1 CLARIFICACIÓN ESPONTÁNEA.**

La clarificación espontánea, es decir, la realizada por simple reposo, consiste en la caída progresiva al fondo de los recipientes o sedimentación, de estas partículas en suspensión debido a su propio peso, usando este método en las barricas de roble donde se añeja el vino blanco. <sup>(5)</sup>

#### **3.2.1.2. CLARIFICACIÓN POR ADICIÓN DE UN CLARIFICANTE.**

El encolado es un sistema de clarificación, que se consigue mediante la adición de productos coagulantes (como clara de huevo, bentonita) que arrastran las partículas coloidales como proteínas polisacáridos, etc. Esta es una técnica común en el proceso de elaboración de vinos, la cual consiste en añadir un clarificante capaz de coagularse en él y producir aglomerados <sup>(15)</sup>. La formación de aglomerados y su sedimentación arrastran a las partículas que ocasionan el enturbiamiento del vino <sup>(39)</sup>. Los objetivos que se persiguen a través de ésta metodología son: estabilizar el producto favoreciendo o eliminando las precipitaciones de sustancias al cabo del tiempo, mejorar las características sensoriales al eliminar los compuestos no deseables. Para lograr este propósito es importante tener bajo control algunos factores como temperatura, acidez, pH, etc. <sup>(5)</sup>

### **3.3. CLARIFICACIÓN DE LOS VINOS Y LICORES POR FILTRACIÓN**

La filtración es una técnica general de separación de dos fases, por ejemplo una fase sólida y una líquida, por el paso a través de una pared porosa que constituye un filtro y retiene una fase sólida. <sup>(16)</sup>

Atravesando el filtro de él líquido se aclara, la filtración es por consecuencia un modo de clarificación.

La práctica de filtración de los licores tiene dos problemas: de calidad y que recae sobre la nitidez obtenida; y de cantidad que recae sobre el rendimiento del licor. <sup>(5)</sup>

## **IV TECNOLOGÍA DE FILTRACIÓN POR MEMBRANAS.**

La tecnología de filtración por membranas ha logrado una exitosa aceptación mundial como una etapa imponente de producción en numerosas líneas de proceso en la industria alimentaria, farmacéutica y biotecnológica. La tecnología de filtración por membranas es un término genérico para una serie de procesos de separación, diferente y muy característica. <sup>(6)</sup>

Una membrana se considera como la barrera o película permeo-selectiva entre dos medios fluidos, que permiten la transferencia de determinados componentes

de un medio al otro a través de la membrana y evitando o restringiendo el paso de otros componentes. <sup>(6)</sup>

Hay dos factores que determinan la efectividad de un proceso de filtración por membrana: **selectividad y productividad.** <sup>(36)</sup>

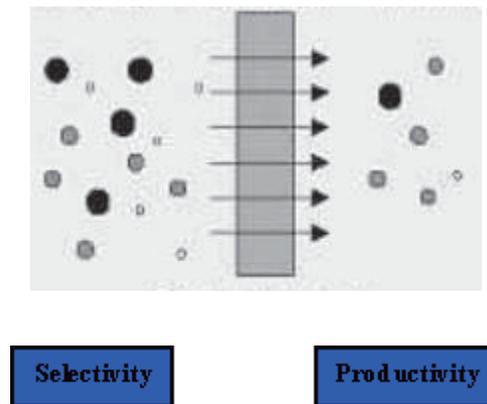


Figura 7. Selectividad y Productividad

El transporte de componentes a través de las membranas se realiza aplicando una fuerza impulsora. Esta fuerza puede ser debida al gradiente de concentración, presión, temperatura o potencial eléctrico. La permeabilidad selectiva está determinada por el tamaño de la partícula, la afinidad química con el material de la membrana y/o la movilidad de los componentes a través de la membrana (movimiento difusivo). <sup>(36)</sup>

La capacidad para producir separaciones específicas a baja temperatura o a temperatura ambiente, sin experimentar alteraciones químicas y/o físicas y sin cambio de fase en muchas aplicaciones, hace que la filtración por membranas sea superior a los métodos convencionales tales como la filtración al vacío y filtros prensa. Además de que la filtración basada en membranas tiene una mejor relación coste-beneficio, al contribuir de manera favorable a optimizar el consumo de energía. <sup>(6)</sup>

Dentro de las ventajas del sistema de filtración por membrana se destaca el diseño compacto y modular de fácil instalación en un espacio pequeño, capacidad de esterilización en frío debido a la porosidad selectiva capaz de separar

partículas de hasta  $0.0001\mu\text{m}$ , por lo que el material que pasa a través de las membranas queda libre de microorganismos. <sup>(5)</sup>

## 4.1 TIPOS DE FILTRACION POR MEMBRANAS

### 4.2 SELECTIVIDAD DE LOS PROCESOS DE FILTRACIÓN

Existen 3 principales tecnologías de filtración por membrana, cada una de ellas se distingue por el peso molecular de las partículas que son capaces de retener.

1. Osmosis inversa (RO)
2. Ultrafiltración (UF)
3. Microfiltración (MF)

La MICROFILTRACION es llevada a cabo a través de una membrana semi-permeable de baja presión para separar sólidos suspendidos en el líquido, dejando pasar sales y macromoléculas <sup>(37)</sup>

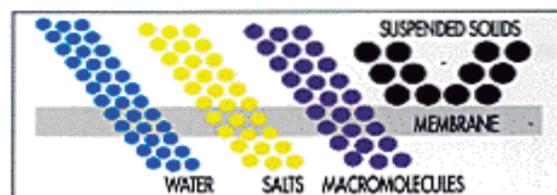


Figura 8. Microfiltración

La ULTRAFILTRACION posee una membrana semi-permeable de baja presión para separar partículas de alto peso molecular, dejando pasar sales y partículas de bajo peso molecular. <sup>(37)</sup>

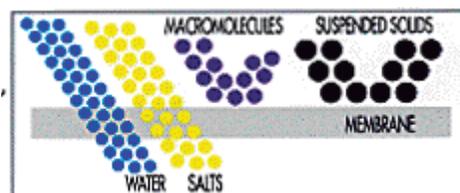


Figura 9. Ultrafiltración

La OSMOSIS INVERSA corresponde a una membrana semi-permeable de alta presión, para separar partículas de bajo peso molecular y sales disueltas en al agua, dejando pasar únicamente agua. <sup>(37)</sup>

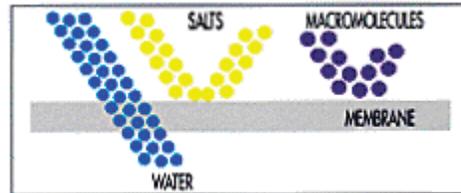


Figura 10. Osmosis Inversa

En general la siguiente figura nos ayuda a conocer la capacidad de rechazo de las diferentes membranas:

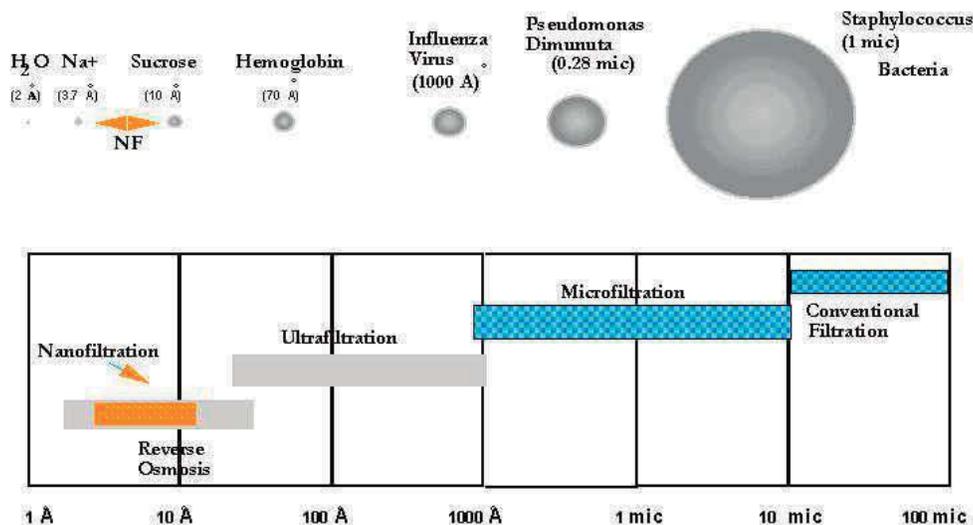


Figura 11. Capacidad de Rechazo de las Diferentes Membranas.

### 4.3 TIPOS DE MEMBRANAS

**4.3.1. MEMBRANAS POLIMÉRICAS:** Las membranas orgánicas por lo general son fabricadas a partir de celulosa por acetilación. Las membranas sintéticas se fabrican a base de polímeros como el nylon, fluoruro de polivinilideno, poliuretano, polisulfona, poliéster, etc. En el caso de uso de estas membranas para la filtración

de agua que contiene cloro, la polisulfona presenta eficiente resistencia al cloro. Las limitaciones más notables de las membranas poliméricas particularmente las de origen orgánico, es que presentan alta biodegradabilidad bajo condiciones ácidas y baja resistencia a la oxidación por efecto del cloro, por lo que su tiempo de vida útil es corto (45). Las membranas poliméricas están disponibles para toda la gama de procesos de filtración (RO, UF, MF, NF).

Las características especiales de diseño permiten trabajar a altas temperaturas (hasta 95°), y un amplio rango de pH (1-13).

- a) **Espiral:** Estas membranas permiten que el agua a filtrar recorra toda la membrana y sea recogida en un canal central. Reduce costos de energía al reducir requerimientos de bombeo. Se puede operar a altas presiones y altas temperaturas.
- b) **Tubular:** Membranas altamente resistentes a bloqueos. Las membranas tubulares se utilizan cuando la corriente de alimentación contiene gran cantidad de sólidos en suspensión o compuestos fibrosos.
- c) **Filtro de placa y marco:** El diseño de canal abierto de la membrana permite que se utilice para productos de alta viscosidad, adecuado especialmente para aplicaciones con alto contenido de sólidos en la industria farmacéutica y alimentaria. (23)

**4.3.2. MEMBRANAS INORGÁNICAS MINERALES:** Estas membranas se elaboran a partir de materiales inorgánicos minerales como  $\alpha$ -alúmina (cerámica), sílice, acero inoxidable, carbono, circonio, etc. Sus usos son versátiles y no presentan desventajas, poseen un alto grado de resistencia a la degradación química y a la abrasión (17). Debido a su estructura estas membranas son tolerantes a las altas temperaturas (0-300°C), pH extremo (1-14) y a los solventes. Su diseño resistente los hace recomendables para aplicaciones que implican condiciones extremas de operación.

- a) **Cerámica:** especialmente usadas para aplicaciones sanitarias tales como leche, también lo son para productos que requieren separaciones selectivas a partir de caudales fluidos con valores elevados de pH, temperaturas extremas o presencia de solventes.
- b) **Acero inoxidable:** su diseño es rugoso, especialmente efectivas para aplicaciones que requieren condiciones de proceso agresivos o caudales de alimentación con alto contenido de sólidos o muy baja viscosidad. <sup>(23)</sup>

#### 4.4 ULTRAFILTRACIÓN

El principio de la ultrafiltración es la separación física. Es el tamaño de poro de la membrana lo que determina hasta qué punto son eliminados los sólidos disueltos, la turbidez y los microorganismos. Las sustancias de mayor tamaño que los poros de la membrana son retenidas totalmente. <sup>(27)</sup>

La ultrafiltración que consiste en una operación de separación basada en la presión que comparte características entre una filtración "normal" y la ósmosis inversa. Permite separar partículas con un peso molecular de 1000-80000 u.m.a. del disolvente que las contiene y tamaños comprendidos entre un 0.002 - 0.2  $\mu\text{m}$ . Por ello se utiliza para la separación de productos bioquímicos (proteínas, polisacáridos) y metales complejos, así como los virus que no se consigue eliminar mediante microfiltración. <sup>(25)</sup>

Los campos más comunes en los que se aplica la ultrafiltración son:

- La industria del metal (separación de emulsiones agua/aceite, tratamiento de pinturas)
- La industria vinícola
- Alimentos, lácteos y bebidas
- Lavado evaporador (CIP) lácteos
- Lavado cáustico en cerveza y bebidas
- Reciclado de agua de lavados en alimentos
- Desmineralización de suero

- Desmineralización de jugo, decolorado
- Vitaminas, desazucarado

La ultrafiltración también puede aplicarse para el pre-tratamiento del agua antes de la filtración o de la ósmosis inversa. Esto evita el ensuciamiento de la membrana ya que esto puede perjudicar fácilmente el proceso de purificación y previene que las membranas sean dañadas por partículas duras y cortantes. <sup>(29)</sup>

Los sistemas de ultrafiltración son capaces de remover por encima del 90% de los contaminantes, esto significa reducir costos de disposición y/o reciclado hasta de un 10%. Requiere un mínimo de energía para su funcionamiento y poca atención del operador. Son de capacidad variable, ya que van de 50 a 180,000 gpd. Remueve aceite emulsionado, refrigerantes, sólidos suspendidos, etc. <sup>(26)</sup>

A la hora de seleccionar la membrana en función de sus poros esto debe ir relacionado con el tamaño de lo que vaya a retenerse, así como de la agresividad del medio. A nivel microscópico, lo que ocurre en la membrana es lo que muestra en la figura 12. <sup>(30)</sup>

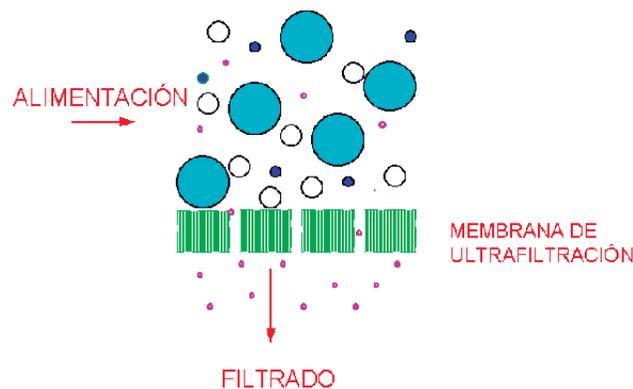


Fig. 12. Proceso de Ultrafiltración.

En el proceso de ultrafiltración, esquematizado en la figura 12 el líquido atraviesa la membrana a través de sus poros, algunas partículas (de menor tamaño que el de los poros) también la atraviesan y algunas partículas (de mayor tamaño que el de los poros) quedan retenidas en la membrana <sup>(29)</sup>. La diferencia fundamental

entre micro y ultrafiltración es el tamaño de los poros y, por lo tanto, el tamaño de las partículas que serán retenidas en cada proceso. <sup>(28)</sup>

Proceso realizado con membrana polimérica fabricado de polietersulfona. Las condiciones de presión y temperatura máxima de operación, 4bar y 60°C respectivamente. <sup>(28)</sup>

Una de las ventajas de un proceso de ultrafiltración es esencialmente el FLUJO CRUZADO comparado con el FLUJO DIRECTO: <sup>(33)</sup>

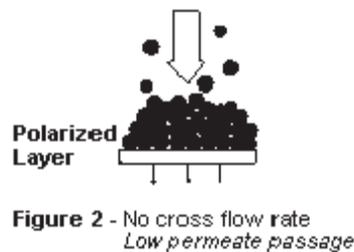


Figura 13. Flujo Directo.

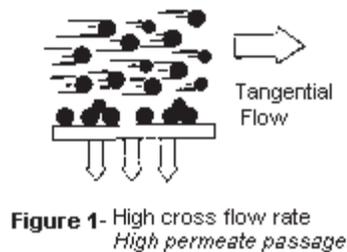


Figura 14. Flujo Cruzado.

Las limitaciones de un filtrado directo (convencional) provocan que los medios filtrantes se tapen con mucha mayor rapidez (ej. Bombas de vacío), que la filtración por flujo cruzado. Al aplicar el flujo cruzado sobre la superficie filtrante provoca una auto limpieza en la superficie de la membrana, disminuyendo la frecuencia y los costos de limpieza. <sup>(28)</sup>

#### 4.4.1 EQUIPO PARA LA ULTRAFILTRACIÓN

**Tanques:** estos pueden ser de tres tipos en función de su contenido:

**Alimento:** Es el que contiene la muestra.

**Permeado:** Contiene el agua clarificada que ha pasado a través de la membrana.

**Concentrado:** Contiene la muestra concentrada, ya que no ha pasado por la membrana.

**Membrana de ultrafiltración:** 17 m<sup>2</sup> de superficie.

**Bombas:** El equipo consta de dos bombas, para regular los caudales tanto de la corriente de alimentación como la de recirculación.

- **Conducciones:** Dirigen la corriente de permeado al tanque de permeado o al de alimentación y la corriente de concentrado al tanque de concentrado o al de alimentación.
- **Rotámetros:** permiten regular los caudales de las tres corrientes. <sup>(35)</sup>



Figura 15. Membrana de Ultrafiltración Vivaflow 200 de vivascience®.

#### 4.5 CONCEPTOS BASICOS DE CONSERVACIÓN

El vino y licor de membrillo, como cualquier producto de consumo humano, está sujeto a una serie factores fisicoquímicos y microbiológicos que pueden comprometer su calidad. Para evitar que esto ocurra se deben de tomar medidas

que eviten estas transformaciones. La conservación se refiere, a aquellas medidas que se deben tomar para evitar daños al licor elaborado tales como; luz, oxígeno, altas temperaturas, condiciones sanitarias, etc. <sup>(13)</sup>

La luz en los licores puede modificar las propiedades físicas o químicas de este alterando la calidad. Algunas de estas reacciones pueden causar precipitación de partículas suspendidas en el medio causando enturbiamientos u otros problemas.

(20)

#### **4.6 AÑEJAMIENTO.**

El añejamiento se puede definir como el tiempo en que ocurren grandes transformaciones principalmente químicas, que llevan a una modificación de sus características más esenciales, como su color, aroma y sabor.<sup>(11)</sup>

#### **4.7 EMBOTELLADO**

El embotellado consiste en colocar el licor ya filtrado y terminado al interior de las botellas, ya sea para su comercialización inmediata o para su distribución, o para su añejamiento en botella.

En la etapa de llenado se coloca el licor esterilizado al interior de la botella en el volumen exacto dependiendo de la capacidad de dicha botella que puede ser desde 250 ml hasta 1 L.<sup>(24)</sup>

Se deben envasar en recipientes de tipo sanitario, elaborados con materiales inocuos y resistentes a distintas etapas del proceso, de tal manera que no reaccionen con el producto o alteren sus características físicas, químicas y sensoriales.<sup>(24)</sup>

## **V. OBJETIVO GENERAL**

Estandarizar el proceso de producción del licor de membrillo y determinar la eficiencia de la ultrafiltración para mejorar su presentación comercial

## **VI. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Estandarizar el proceso de elaboración de licor de membrillo.
2. Implementar en el proceso de elaboración del licor de membrillo la técnica de clarificación por ultrafiltración.
3. Determinar la calidad del licor de membrillo obtenido de forma tradicional y clarificado por ultrafiltración.

## VII MATERIALES Y MÉTODOS



Fig. 16. Diagrama General del Proceso de la elaboración de licor de membrillo.

## 7.1 ELABORACIÓN DEL LICOR DE MEMBRILLO

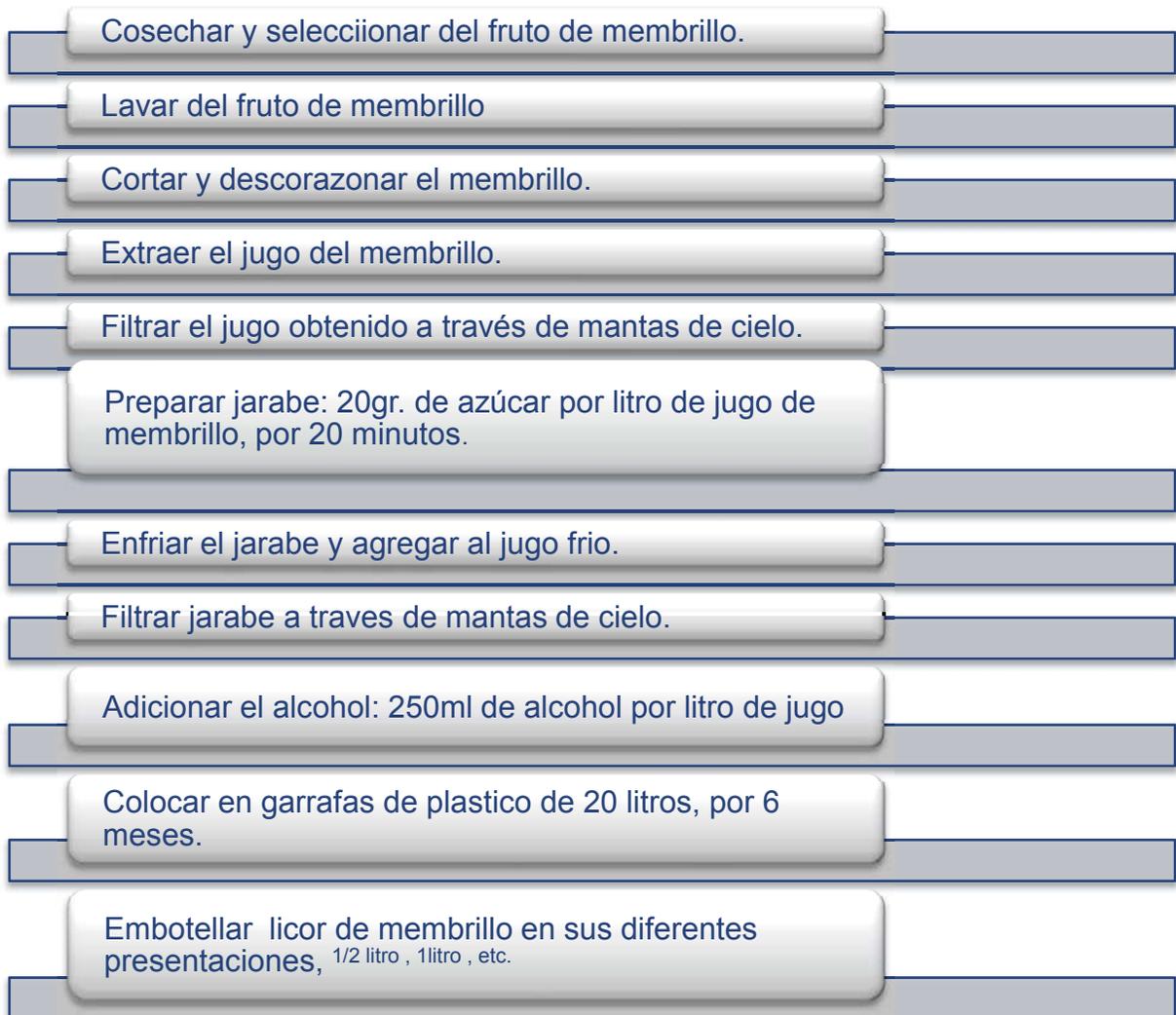


Figura 17. Diagrama de Elaboración de Licor de Membrillo.

### 7.1.1 MATERIA PRIMA

La materia prima consistió de frutos de membrillo adquiridos de huertos ubicados en la región de Ucareo, Michoacán.



Figura 18. Fruta de Membrillo.

**Selección del fruto:** El fruto debe estar en un periodo de madurez fisiológica (que se determina por el aroma y color verdoso del membrillo), con el paso del proceso vaya adquiriendo su aroma y sabor característico.



Figura 19. Fruto Seleccionado.

### 7.2 PROCESO DE ELABORACION DE LICOR DE MEMBRILLO

Una vez seleccionada la muestra esta se sometió al proceso de elaboración tradicional proporcionado por el productor el cual se presenta en la (Figura 18).

**Lavado:** se lava el fruto de membrillo con agua potable. Y se seca con mantas de cielo perfectamente lavadas y desinfectadas.

**Preparación de la materia prima:** una vez que el fruto de membrillo ha sido lavado, se parte por mitades y se retiran las semillas (se descorza)



Figura 20. Partir el Fruto.



Figura 21 Descorazonar.

**Obtención del jugo y filtración:** el jugo se obtiene a través de una extracción de las mitades antes mencionadas haciendo uso de un extractor industrial. La pulpa generada en el proceso se desecha. El jugo de membrillo se filtra posteriormente a través de mantas de cielo



Figura 22. Obtención del Jugo.



Figura 23. Filtración.

**Elaboración del jarabe:** El jugo obtenido se fracciona en dos volúmenes iguales, con una de las fracciones se prepara una solución con azúcar a una proporción de 200 gr de azúcar estándar por litro de jugo (32°Brix), posteriormente se lleva a ebullición durante 20 minutos, la proporción de azúcar utilizada asegura el 20% de azúcar en el licor como producto final del proceso.

**Obtención del licor:** Partiendo del jarabe frío, se le incorpora alcohol de caña en una proporción de 200 ml por litro de jugo, con ello se obtiene un licor al 20% de alcohol

**Reposo y almacenamiento del licor:** El licor es vaciado en garrafas de plástico de 20 litros por 6 meses, y reposado en un espacio seco y oscuro.



Figura 24. Almacenamiento para Añejamiento.

### 7.3 Clarificación del licor mediante membranas de ultrafiltración Vivaflow 200 de vivascience®.

La clarificación del licor de membrillo se llevó a cabo mediante el uso de la tecnología por membrana, siendo de uso específico el equipo de ultrafiltración vivaflow 200 de vivascience® (figura: 14). El poro nominal de la membrana es de 0.2  $\mu\text{m}$  garantizando la esterilización del producto. La velocidad del flujo a la cual se hizo pasar el jugo fue de 50 ml/minuto, a una presión de 1.5 bar. La limpieza de las membranas consistió en una limpieza de chorro delantero y limpieza química: se hizo pasar 200 ml de agua desionizada para remover el desecho atrapado en la membrana. A continuación se recircularon 250 ml de NaOH al 5%/

30 min. a un flujo de 50ml/minuto; después se recircularon 250ml de agua desionizada por 5 minutos. Para el almacenamiento de las membranas se realizaron los lavados anteriores, se guardaron con una solución de Etanol al 10% a 4°C.

**ULTRAFILTRADOR, MEMBRANAS DE 0.2 MICRAS DE DIÁMETRO.**



Figura 25 Ultrafiltración.



figura 26. Proceso de Clarificación.



Figura 27. Membrana de ultrafiltración vivaflow200 de vivascience® con un área de 200cm<sup>2</sup>

**Embotellado:** finalmente el licor se vierte en botellas de vidrio de diferentes capacidades ( $\frac{1}{4}$  de litro,  $\frac{1}{2}$  litro, 1litro). Las cuales previamente se lavan y desinfectan, con alcohol. Una vez embasado el licor se etiqueta y almacena en un estante, distinguiéndose por la capacidad de las botellas, en el punto de venta.



Figura 28. Envases para Licor.



figura 29. Producto Terminado.

## 7.4 VARIABLES A EVALUAR

### 7.4.1 pH del licor de membrillo

El pH del licor de membrillo se evaluó con un potenciómetro Marca comercial: CORNING Modelo: pHMETER 320. Realizado 2 ocasiones en la planta de producción y 3 repeticiones en el laboratorio.

### 7.4.2 Determinación de Sólidos Solubles totales (°Brix)

Los sólidos solubles totales fueron determinados con un refractómetro manual Marca comercial: ATAGO (rango 0-50 °Bx). Para ello se tomo una gota del licor de membrillo, se distribuyo sobre el prisma del refractómetro, realizando la lectura en forma directa sobre la escala interna del lente del refractómetro.

Modelo: N-1<sup>á</sup>



Figura 30. Refractómetro ATAGO

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 ESTANDARIZACIÓN

La adición de alcohol 200 ml por litro, azúcar es de 200 gr por litro.

Para obtener un licor al 20 % de alcohol.

Las buenas prácticas de manejo (BPM), Cuyo objetivo es minimizar los peligros de contaminación física, química y biológica a la que están expuestos los productos hortofrutícolas.

Por lo cual se estandarizo el proceso de la siguiente manera:

El lavado del fruto, superficies de contacto, utensilios y herramientas, se realiza con agua y Citrosan® (sanitizante de contacto directo con el alimento), en dilución 3 ml por litro de agua.

Los requisitos necesarios para ser aplicados en la elaboración de alimentos, a fin de reducir los riesgos de contaminación por condiciones in sanitarias, involucrar personal que maneja los alimentos.

Las condiciones básicas de higiene del personal son las siguientes: lavado de manos antes de ingresar a su área de trabajo, uso de cofia, ropa limpia, no llevar joyas, no alimentos dentro del área, uso de bata.

Estas BPM (buenas practicas de manejo) están propuestas por SENASICA. (Servicio nacional de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria).

## 8.2 IMPLEMENTACION DE LA ULTRAFILTRACION EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL LICOR E MEMBRILLO

El licor de membrillo obtenido, tras su reposo presenta gran turbidez y precipitación de pectinas, aumentando los gastos de producción, se propone la ultrafiltración para resolver el problema.

Estando listo para la clarificación con membranas de ultrafiltración, ya que haya adquirido el aroma y sabor deseado.

Se logra obtener un licor de mejor calidad sin mermar las características sensoriales fundamentales del producto; eliminando los microorganismos no deseados (en caso de que los hubiera), sedimentos formados por la cantidad de pectinas del fruto, que tenían un efecto negativo en la calidad del producto terminado; mejorando su textura e incrementando su duración, y como ventajas para el productor esta técnica utilizada incrementa la productividad de su producto sin costes elevados de manejo ya que es una tecnología muy sencilla de implementar en la industria.

## 8.3 CALIDAD DE EL LICOR DE MEMBRILLO OBTENIDO DE FORMA TRADICIONAL Y CLARIFICADO POR ULTRAFILTRACIÓN

El licor de membrillo resulto no tener ninguna alteración en sus características físico-químicas pH, grados brix, ya que se mantuvieron constantes antes y después de la filtración.

Tabla 4. Análisis físico- químico.

|              |            |
|--------------|------------|
| <b>pH</b>    | <b>3.4</b> |
| <b>°Brix</b> | <b>32</b>  |

Con la estrategia planteada se obtuvieron las características deseadas en el licor de membrillo, eliminando así las pectinas que mermaban la calidad del producto terminado; cumpliendo satisfactoriamente las necesidades de mejorar el producto. El licor con mal aspecto, turbio sin transparencia y sin brillo característico de los licores, mejoró considerablemente su calidad sensorial, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 31. Producto Antes de la Clarificación y después de la Clarificación

Aunque no se realizó un análisis microbiológico se considera que el licor de membrillo obtenido es inocuo, por las características de la membrana de ultrafiltración utilizada que cuenta con un poro de 0.2 micras, lo cual indica que ninguna bacteria (por el tamaño que presentan) puede pasar a través de ella, ningún virus ya que estos son de mayor tamaño que este poro.

## • CONCLUSIONES

La tecnología de membrana ha sido una de las técnicas utilizadas con mayor frecuencia gracias a las múltiples ventajas que ofrece como:

- ❖ Acortar las etapas de producción y aumentar el rendimiento
- ❖ Mejora el control de procesos de producción
- ❖ Permite un elevado grado de selectividad
- ❖ Sus costes energéticos son reducidos.

Con el presente trabajo se concluye que la tecnología de membrana hizo cumplir el objetivo planteado ya que permitió mejorar la calidad del licor de membrillo, dando transparencia, brillo característico y evitando que con el paso del tiempo se vuelva a presentar turbidez.

La tecnología de membrana constituye un modo eficaz de lograr una calidad e inocuidad sin mermar las características sensoriales fundamentales del producto, elimina los componentes no deseados, como sedimentos y/o microorganismos, mejorando la textura del producto final e incrementando su vida de anaquel. Por otro lado esta técnica puede acortar las etapas de producción y aumentar el rendimiento, permite un elevado grado de selectividad, mejora el control de procesos de producción y sus costos energéticos son reducidos.

- **ANEXOS**

**ANEXO I****LIMPIEZA DE LA MEMBRANA****OBSTRUCCIÓN DE LA MEMBRANA**

Durante los procesos de filtración de membrana la obstrucción de la membrana es inevitable. Los tipos y las cantidades de suciedad dependen de muchos factores diferentes, tales como la calidad del agua, tipo de membrana, material de la membrana y diseño y control de los procesos.

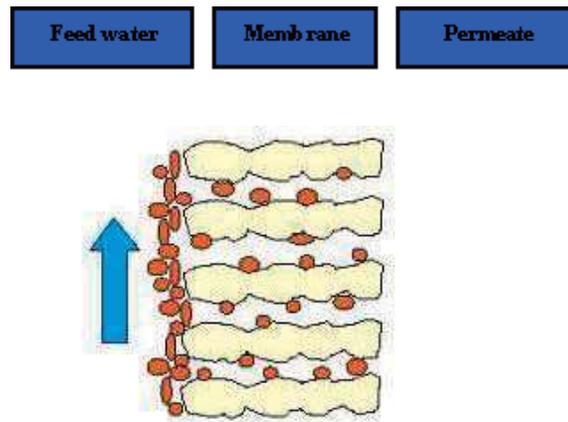
**LIMPIEZA DE LA MEMBRANA**

Existen 4 técnicas de limpieza para la eliminación de la suciedad de membrana. Estas técnicas son de lavado por chorro delantero, lavado por chorro trasero, lavado por chorro de aire y limpieza química.

**LAVADO CON CHORRO DELANTERO**

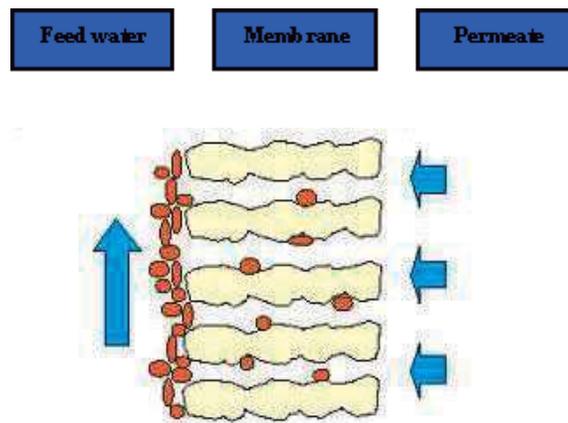
Cuando se aplica un flujo desde adelante a una membrana, se abre la barrera responsable del manejo de los “dead-end”. Al mismo tiempo, la membrana está realizando temporalmente una filtración tangencial, sin la producción de permeado.

El propósito del chorro de agua delantero es la eliminación de la capa de contaminantes formada en la membrana por medio de la creación de turbulencias. Durante el lavado con chorro de agua delantero se tiene alto gradiente de presión hidráulica.



### LAVADO CON CHORRO TRASERO

Cuando se aplica un flujo desde atrás, los poros de la membrana son lavados del revés.



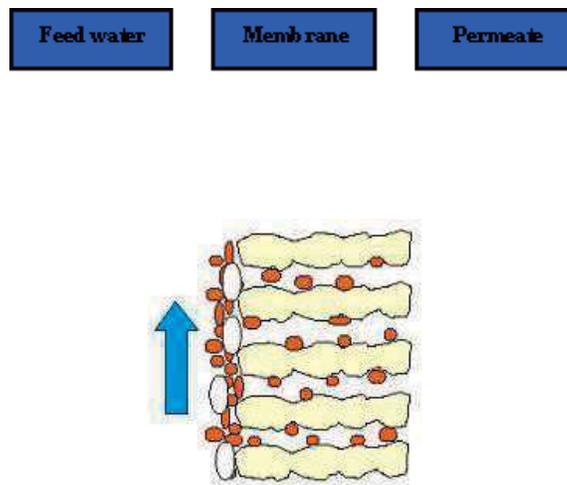
### LIPIEZA POR CHORRO DE AIRE O POR CHORRO DE AIRE Y AGUA

La suciedad de la superficie de la membrana necesita ser eliminada tan efectivamente como sea posible durante la limpieza con chorro trasero. El así llamado lavado con chorro de aire, un concepto desarrollado por Nuon en cooperación con DVH y X-flow, ha demostrado ser muy útil para la realización de

este proceso. El uso de un chorro de aire significa lavar el interior de las membranas con una mezcla de aire y agua.

Durante el lavado con aire, se añade aire al chorro de agua delantero, provocando la formación de burbujas, que producen una mayor turbulencia. Debido a esta turbulencia la suciedad se desprende de la superficie de la membrana.

La ventaja del lavado con chorro de aire frente al lavado con chorro de agua delantero es que usa una menor capacidad de bombeo durante el proceso de limpieza.



## LIMPIEZA QUÍMICA

Cuando los métodos de limpieza anteriormente mencionados no son suficientemente efectivos para reducir el flujo hasta un nivel aceptable, es necesario limpiar las membranas químicamente.

Durante la limpieza química, productos químicos como el cloruro de hidrógeno (HCl) y el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), o agentes desinfectantes, como el peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) son añadidos al permeado durante el flujo trasero. Tan pronto como el módulo entero está lleno del permeado, los productos químicos tienen que empaparse. Después de que estos químicos se hayan empapado totalmente, el módulo se lava y, finalmente, puestos de nuevo a funcionar.

A menudo se combinan los métodos de limpieza. Por ejemplo, uno puede usar un flujo trasero para la eliminación de la suciedad de los poros, seguido de un lavado de chorro de agua o de aire delanteros.

El método o estrategia de limpieza utilizado depende de muchos factores. En la práctica, los métodos más adecuados son determinados por prueba y error (tests prueba).

## ANEXO II

### ANALISIS SENSORIAL

El análisis sensorial ha demostrado ser un instrumento de suma eficacia para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento, ya que cuando ese alimento se quiere comercializar, debe cumplir los requisitos mínimos de higiene, inocuidad y calidad del producto, para que éste sea aceptado por el consumidor.

Cuando la calidad de un producto alimenticio es evaluada mediante los órganos sensoriales humanos se dice que la evaluación es subjetiva. La mayoría de las evaluaciones de los alimentos son de este tipo; siempre que se consume un alimento se emite un juicio.

En el entorno del vino donde de forma mas precoz y mas continua se ha practicado la cata, la degustación o análisis sensorial (como se le guste nombrar a esta técnica). Ya que por razones de tipo histórico han identificado que tiene una inestabilidad que obligaba a un control frecuente de su calidad o bien por la escasa información que sobre el mismo podían dar los someros análisis instrumentales a los que habitualmente se sometía. No olvidemos que un gran adelanto de la ciencia enológica trata del perfeccionamiento de las técnicas analíticas que han permitido conocer en profundidad la composición de mostos y vinos lo que ha llevado a una mejora de base científica en los procesos de elaboración y conservación de los vinos.

Lo que esto significa que durante aproximadamente 4500 años el hombre viticultor y consumidor del vino se ha tenido que basar exclusivamente en el análisis sensorial para conocer los vinos que elaboraba, de los que desconocía su origen y naturaleza. La utilización de los sentidos daba al análisis características de rapidez y simplicidad que facilitaba su elaboración, como en transacciones de compraventa, en las cuales debía tenerse la garantía de que el vino no estaba adulterado.

Debe tenerse en cuenta que el vino, a diferencia de otros alimentos que tienen mayores propiedades nutrimentales, debe satisfacer prioritariamente a los sentidos.

### SENTIDOS EMPLEADOS EN LA DEGUSTACIÓN:

Vista

Olfato

Gusto

### FASE VISUAL.

Es importante tanto por la información que nos proporcione sobre determinados aspectos del vino. Un vino turbio será siempre juzgado con más severidad en su aroma y gusto que un vino de aspecto limpio y transparente.

Generalmente en la actualidad y debido al perfecto acabado de los vinos la fase visual suele presentar pocas incidencias.

### APARIENCIA DEL LOS ALIMENTOS.

El tamaño y la forma de las raciones de los alimentos, el brillo, y el color de los frutos son estimados por el ojo.

| ÓRGANO       | SENTIDOY<br>SENSACIÓN                                   | CARACTERES<br>PERCIBIDOS                  |          |         |
|--------------|---|---|----------|---------|
| <b>OJO</b>   | Visión<br>Sensaciones visuales                          | Color, limpidez,<br>fluidez, brillo.      | Aspecto. |         |
| <b>NARIZ</b> | Olfacción<br>(vía nasal directa)<br>Sensación olfativa. | Aroma, buque.                             | Olor     |         |
| <b>BOCA</b>  | Olfacción<br>(vía retronasal)<br>Sensación olfativa.    | Aroma de boca.                            |          |         |
|              | Degustación<br>Sensación gustativa                      | Sabor o gusto<br>propriadamente<br>dicho. | Gusto.   | Flavor. |
|              | Reacción en la mucosa<br>Sensibilidad química           | Astringencia,<br>picante.                 |          |         |
|              | Sensaciones táctiles                                    | Consistencia,<br>liquidez.                | Tacto.   |         |
|              | Sensibilidad térmica.                                   | Temperatura                               |          |         |

## EXAMEN DEL DISCO

La fase visual empieza con la observación de la superficie o disco superior del vino. Esta debe ser lisa, brillante, y uniforme, sin partículas solidas e ningún tipo. Un disco mate o con manchas grasas puede indicar un vino defectuoso.

## LIMPIDEZ

Se observa el vino interponiendo la copa entre una fuente luminosa y el ojo del degustador o bien sobre un fondo blanco iluminado. La luz debe ser visible, sin turbidez. El brillo o luminosidad de un vino puede considerarse una variable positiva de su limpidez. La observación de su color debe realizarse igual sobre un fondo blanco, con la copa inclinada.

## FASE OLFATIVA.

Se define a los aromas como las sensaciones percibidas por el órgano olfativo, por vía nasal indirecta posterior cuando se analiza la degustación de un alimento o bebida.

Los estímulos que intervienen en esta fase de la degustación de los vinos corresponden a las sustancias volátiles de carácter aromático que, de diferente origen y naturaleza, forman parte de la propia composición del vino.

En el caso de aromas frutales, de frutos exóticos o de manzana, ciruela, la descripción se hace mas comprensible.

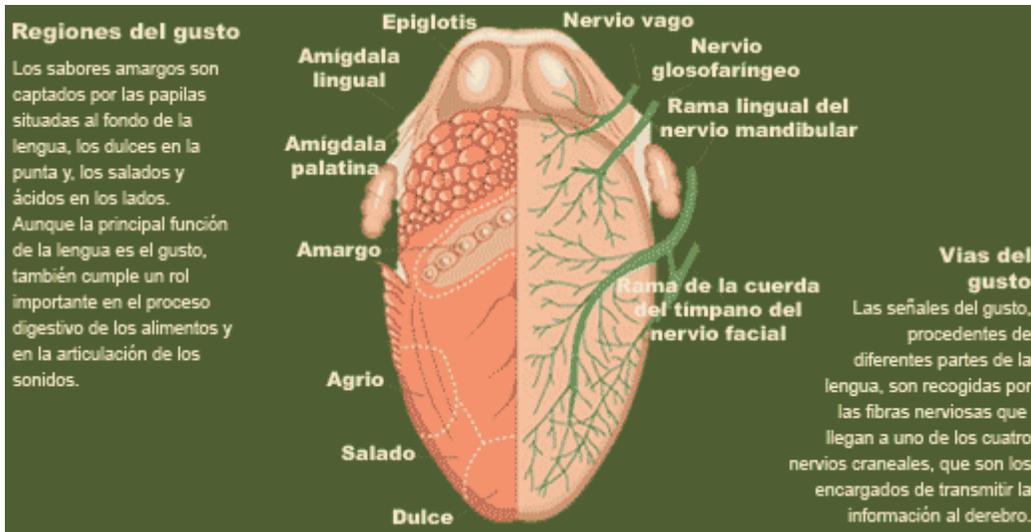
## FASE GUSTATIVA.

El conjunto de percepciones que configuran la fase gustativa es complejo puesto que como hemos visto interviene el olfato por vía retronasal, se perciben los gustos del vino propiamente dichos y al mismo tiempo el sentido del tacto, la reacción de las mucosas bucales nos permite apreciar sensaciones térmicas y táctiles, siendo, en ultima instancia, la fase que resume las anteriores y que nos proporciona la sensación global del vino degustado.

El **equilibrio de los Vinos Blancos** está dado por el dulzor y la acidez.

Sobre esta característica aceptada, analizamos sensaciones táctiles como la untuosidad, fluidez, si perdura o no el gusto en nuestra boca, si es agradable, si está fresco y otra serie de entrenamientos que vamos recibiendo sobre la cata de Vinos.

**En el Vino Tinto** en cambio, el equilibrio además de la dulzura y la acidez, se suma la reacción química de la astringencia, causticidad provocada por los taninos presentes en el vino en las mucosas de la boca.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-HISCOX-HOPKINS, 1992 *Gran Enciclopedia Práctica de Recetas Industriales y Domesticas*.GG/ MEXICO.TOMO 2
- 2.- Zumos, vinos y licores. Preparación, conservación y almacenamiento. Thönges, H, AÑO: 1994, EDICION: 1ª
- 3.- El libro de los licores de España. Guía practica. Historia y secretos, propiedades. 2004 ediciones Robinbook.
- 4.- BELITZ, Grosch, 1998 *Química de los Alimentos*. 2ª EDICIÓN
- 5.-RIBEREOU- GAYON ET,E. PEYNAUD,P. RIBEREOU- GAYON, P. SUDRAU, 1990 *Techniques Du Vin*.TOME 4
- 6.-L'AENOLOGIE, 1990 *Les Vinifications Meixer A*. 1996
- 7.- BADUIDERGAL, Salvador, *Química de Alimentos*, PEARSON 4ª EDICIÓN
- 8.-OWEN R. Fennema, 1999 *Química de los Alimentos*, ACRIBIA 2ª EDICIÓN
- 9.- BAEZA, Concha, 1998 *Saber de Vino. Edicion 2º*
- 10.- Norma oficial Mexicana NOM-142-SSA1-1995. Bienes y Servicios. Bebidas Alcohólicas. Especificaciones Sanitarias. Etiquetado Sanitario y Comercial.
- 11.- Revista de Geografía Universal Internacional, 2004 Edición Especial "EL VINO"
- 12.- GUEMBES, K, 1996 *Perfil técnico del desarrollo del licor de naranja*. Facultad de Tecnología, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile. 130 p.
- 13.- LEEFERS, L, 2002 *Manual de enología y bebidas alcohólicas*. SENA, Servicio Nacional de Aprendizaje. Colombia. 146 p.
- 14.- MORENO VIGARA, Juan José. PEIADO AMORES Rafael Andrés 2000 *Química Enológica*, Universidad de Cordoba.
- 15.- HEATON, K. C. F., Robinson, F. D. y M. Lewin. 1980. "Sorbitol". En: Proceedings of the Institute of Food Science and Technology (UK), 13: 157-166.
- 16.- HORNE, D. S. 2003. "Ethanol stability". Capítulo 21 en Fox, P. F y P. L. H. McSweeney (Editores): ADVANCED DAIRY CHEMISTRY. Volume 1. PROTEINS.

Parte B, pp. 975–999. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, NY, EUA.

17.- KAUSTINEN, , E. M. y R. L. Bradley. 1987. "Acceptance of Cream Liqueurs Made with Whey Protein Concentrate". Journal of Dairy Science, 70(12): 2493–2498.

18.- HERBERT, George, 2002 *Elaboración Artesanal de Licores*, Editorial: Acribia, (1ª Ed. )

19.- BELITZ, Grosch, 1996 *Química de los Alimentos*, 2ª edición

20.- ZOECKLEIN, Bruce, 2000 *Análisis y producción de vino*. Ed. Acribia. Zaragoza,.

21.- CALVO, Miguel, 1998 *Bioquímica de los Alimentos*.

22.- A. Patrick Gunning, Roy J. M. Bongaerts, and Victor J. Morris, 2001 *Recognition of galactan components of pectin by galectin-3* The FASEB Journal.

23.- Commission "filtration" de l'Assoc, nat. Recherche technique (1994). *La filtration et les filtres*. Edición Eyrolles, Gauthier. París.

24.- COSSON. A.B, *EMBOUTEILLAGE*. 131. 1993 TOME 3.

25.- MOLINA, Ubeda. R. *Clarificación de Mostos y Vinos*. A. Madrid Vicente. Ediciones Madrid. 1994

26.- VILAVELLA ARAUJO, Margarita. *Molina*, 1997 *La filtración tangencial en el tratamiento de vinos*.

27.- SMITH, Clark, 2001 *The crossflow manifesto. The end or filtration as we know it*.

28.- LEURENTY J., 2000 *La filtración Stérilisante*. Colloque Intern. I.T.V D'are Senans

29.- MANDRAU J.L., 1995. *Les méthodes de Mesure limpide et Leurs Applications à L'étude de la Clarifications des Vins*. These 3<sup>o</sup> CYCLE.

30.- AMERINTE y OUGH. 1998 *Análisis de Vinos y Mostos*, Editorial Acribia.

31.- PEYNAUD, Emile 1990. "Enología, Practica. [Conocimiento](#) y Elaboración del Vino". Editorial Mundi – [Prensa](#), Tercera Edición. Madrid

- 32.- MADRID, A. Vicente, 1994 *Tecnología y Legislación del Vino y Bebidas Derivadas*. Madrid,
- 33.- FELDER, Rosseau, 1986 *Principios elementales de los procesos químicos*. Addison Wesley. N.Y
- 34.- TROOST Gerhard, 2001 *Tecnología del Vino*. Editorial Acribia
- 35.- Vivaflow 200. 2005. Technical data and operating instructios. Leefers, L. s/i. Encyclopædia Britannica. "Whiskey". Encyclopædia Britannica Premium Service.
- 36.- <http://www.alaccta.org/paginas/biblioteca/articulo2.pdf>
- 37.- [www.quiminet.com.mx](http://www.quiminet.com.mx)
- 38.- [www.monografias.com/trabajos59/obtencion-pectina/obtencion-pectina2.shtml](http://www.monografias.com/trabajos59/obtencion-pectina/obtencion-pectina2.shtml)
- 39.- <http://www.britannica.com/eb/article?tocId=9076785> (18/04/2006)
- 40.- <http://agronomia.uchile.cl/webcursos/cmd/11999/erikukan/index.htm>  
(20/08/2007)
- 41.- [http://w1ww.infoagro.com/frutas/frutas tradicionales/membrillero.htm](http://w1ww.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/membrillero.htm)  
(10/10/2007)
- 42.- [www.zonadiet.com/bebidas/a-licor.htm](http://www.zonadiet.com/bebidas/a-licor.htm) (0311/2006)