

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
INSTITUTO DE LITERATURA Y CIENCIAS DEL LENGUAJE
CARRERA DE TRADUCCIÓN INGLÉS-ESPAÑOL



CAPÍTULO 11: CLARIFICACIÓN DEL VINO MEDIANTE LA FILTRACIÓN Y CENTRIFUGACIÓN

Traducción de Chapter 11: Clarifying Wine by Filtration and
Centrifugation, en
HANDBOOK OF ENOLOGY
Volume 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments

P. Ribéreau-Gayon, Y. Glories, A. Maujean y D. Dubourdieu
Segunda Edición

Proyecto de titulación para optar al Grado Académico de Licenciatura en Lengua Inglesa y
al Título de Traductora Inglés-Español

Alumnas

Belén Báez
Natalia Bravo
Daniela Salinas
Stephanie Urzúa
Tabatha Valenzuela

Profesores

Daniela Ávila F.
Jorge Fernández A.

2014

AGRADECIMIENTOS

La presente Tesis es el resultado de cinco años de esfuerzo y dedicación, durante los cuales hemos creado lazos con personas que han influido directa o indirectamente en nuestra formación tanto profesional como personal.

Agradecemos a nuestros profesores, quienes no solo nos entregaron los conocimientos y las herramientas para convertirnos en profesionales de excelencia, sino que en numerosas ocasiones fueron más allá del simple deber académico y fueron un gran apoyo moral. Nuestros especiales agradecimientos a la profesora Marcela Cuadra por la paciencia, sus sabios consejos y el cariño, definitivamente, un gran pilar en nuestra vida universitaria. A la profesora María Cristina Valderrama, por compartir sus conocimientos sobre la traducción y su inmensa experiencia al principio de nuestra carrera como traductoras. A los profesores Daniella Ávila y Jorge Fernández por guiarnos en todo el proceso de elaboración de esta tesis, sin su ayuda el trabajo de estos últimos meses no hubiese sido tan exitoso y agradable. Por último, pero no menos importante, a la profesora Laura Mora, quien nos ayudó a poner en práctica nuestras capacidades y conocimientos.

Agradecemos también a nuestras familias por su apoyo y amor incondicional de principio a fin; por infundirnos fuerzas y ánimos cada vez que sentíamos que todo era demasiado difícil, y a nuestros amigos por siempre estar con nosotras, en las buenas y en las malas.

Gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDO

Agradecimientos	1
1. Introducción	3
2. Texto Meta	5
2.1 Notas de traducción	45
3. Encargo de Traducción	46
3.1 Información del cliente	46
3.2 Información del trabajo	46
3.2.1 Detalles del texto fuente	46
3.2.2 Detalles del texto meta	47
4. Problemas de traducción	48
5. Análisis cuantitativo de los problemas de traducción	70
6. Conclusión	71
7. Glosario	73
8. Bibliografía	77
9. Anexo	80
9.1 Texto fuente	81
9.2 Informe reflexivo del taller de gestión profesional	116

1. INTRODUCCIÓN

El siguiente informe es el resultado final de tres meses de trabajo en el Taller de Titulación para optar al Grado Académico de Licenciatura en Lengua Inglesa y al Título de Traductora Inglés-Español. En términos generales, se realizó una parte teórica y una parte práctica: se desarrolló una revisión basándose en la teoría funcionalista y en la clasificación de los problemas planteada por Christiane Nord (2005) y en la clasificación de estrategias y de las técnicas de traducción propuestas por Amparo Hurtado (2007). Ambos marcos teóricos se aplicaron al análisis de la traducción del Capítulo 11: “Clarificación del Vino Mediante la Filtración y Centrifugación” (*Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation*) del texto *Handbook of Enology*, con el fin de estudiar veintiún problemas de traducción que hayan surgido a lo largo del trabajo práctico. Además, se trabajó en un taller de gestión profesional donde simulamos ser una agencia de traducción y cada uno de nosotros tomó roles distintos dentro de esta, con el fin de poder vivir la experiencia de un verdadero trabajo como traductoras y así poner a prueba nuestra tolerancia y capacidades para trabajar bajo presión.

El objetivo principal de este estudio fue complementar la teoría de la traducción con el proceso de traducción, para ir más allá de lo que plantean las investigaciones y aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra carrera.

La estructura del proyecto consta del trabajo práctico, el texto meta con las notas de traducción correspondientes. Seguidamente, se presenta el encargo de traducción que realizó la enóloga Rosario Álvarez, un capítulo del manual antes mencionado que trata sobre el proceso de clarificación del vino, por lo tanto, es un texto dirigido a especialistas y semilegos, ya que contiene una gran cantidad de términos técnicos. En esta sección se incluye un informe detallado de la información correspondiente al cliente y al trabajo mismo.

A continuación, se exponen veintiún problemas de traducción que surgieron durante la traducción del capítulo. Además, se presenta la clasificación de los problemas de traducción (Nord, 2005) identificados, las estrategias y técnicas (Hurtado, 2007) que se utilizaron para resolverlos y la justificación de las soluciones dadas. Dentro de los resultados del análisis, los problemas encontrados son, en su mayoría, del orden lingüístico debido a lo específico del tema, la estrategia más utilizada es la documentación y las soluciones contemplan las relaciones entre los conocimientos previos y, por sobre todo, las discusiones grupales.

Para finalizar, contamos con una sección de conclusiones en donde realizamos balances a nivel grupal y del proceso de traducción. Incluimos también un glosario que corresponde a las palabras más relevantes de la parte práctica; la bibliografía que utilizamos, tanto de los fundamentos teóricos como de la investigación para la resolución de los veintiún problemas, y un anexo en que adjuntamos el texto fuente y un informe reflexivo de nuestro trabajo en el taller de gestión profesional.

En la parte práctica del proceso traslativo decidimos utilizar la misma metodología con la que hemos trabajado desde Práctica de la Traducción I: cada integrante cumplió los roles principales del proceso de forma simultánea, es decir, documentadoras, terminólogas, traductoras, editoras y revisoras, dividiéndonos el trabajo en partes iguales. Además, para cada entrega nos organizamos, proponiendo fechas de entrega y revisando y discutiendo ideas en conjunto, lo que facilitó nuestro trabajo.

A partir de este estudio se espera adquirir una mayor comprensión de las propuestas teóricas de nuestra disciplina y lograr un mejor manejo de las mismas, pues se considera fundamental para respaldar el trabajo que se realiza, especialmente en el futuro, cuando exista una interacción laboral con un potencial cliente.

2. TEXTO META

11

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

11.1	Principios de la filtración	333
11.2	Leyes de la filtración	334
11.3	Métodos para evaluar la calidad de la clarificación	336
11.4	Equipos y coadyuvantes de filtración	338
11.5	Cómo funcionan las placas de filtración	342
11.6	Filtración a través de preplacas de tierra de diatomeas (o kieselguhr)	346
11.7	Filtración a través de filtros de papel en base a celulosa	351
11.8	Filtración con membranas	356
11.9	Filtración tangencial	358
11.10	Efecto de la filtración en la composición y la propiedad organoléptica del vino	361
11.11	Centrifugación	364

11.1 PRINCIPIOS DE LA FILTRACIÓN

La filtración es una técnica de separación utilizada para eliminar un sólido en suspensión de un líquido al pasarlo a través de un medio de filtro, que consiste en una capa porosa que atrapa las partículas sólidas. El “filtrado” por lo general se refiere a la clarificación de un líquido, mientras que la “filtración” se usa más seguido para describir el proceso técnico. Sin embargo, ambos términos se usan a menudo con el mismo significado.

El primer problema en el filtrado del vino es asegurar la calidad de la clarificación (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1977; Gautier, 1984; Molina, 1992; Guimberteau, 1993). Se deben retener todas las partículas sin provocar ninguna modificación en la estructura química ya que podría afectar el sabor. Otros problemas importantes son la productividad de la filtración y la obstrucción de las superficies filtradoras. Estos criterios controlan la eficiencia del funcionamiento, su costo y, por consiguiente, su practicabilidad.

Hay varios tipos de filtración en las que se utilizan diferentes medios de filtro instalados en el equipamiento apropiado. En la vinificación se utilizan los siguientes métodos:

1. Filtración a través de preplacas de tierra de diatomeas (kieselguhr) formados por acreción continua.
2. Filtración a través de filtros de papel de celulosa o filtros lenticulares. Estos son paneles permeables que están formados por fibras de celulosa con componentes granulares incorporados (tierra de diatomeas, perlita, resinas catiónicas, fibras de polietileno, entre otros).
3. Filtración a través de membranas de polímero sintético con poros calibrados.
4. Filtración tangencial a través de membranas orgánicas o inorgánicas. A diferencia de la técnica de clarificación estándar con flujo frontal, el líquido fluye de forma paralela a la superficie del filtro en filtración tangencial, por lo que minimiza la obstrucción.

Generalmente, un vino no procesado no es clarificado perfectamente en una sola operación –solo la filtración tangencial (Sección 11.9) es capaz de lograr este resultado. La filtración a través de los medios de filtro finos provoca una obstrucción rápida, mientras que si el medio es muy grueso, no se eliminan todas las partículas. Cada operación filtradora se ajusta a una estrategia total de clarificación, incluidas las otras técnicas que contribuyen a asegurar la claridad total (sedimentación espontánea, afinado, centrifugación, entre otros).

Los vinos que se envejecen en bodega por varios meses o, incluso, años tienen una turbidez bastante baja al momento de embotellarlos, pero aún así pueden causar con frecuencia obstrucciones significativas. Generalmente, solo una filtración de papel es suficiente. En el caso de los grandes vinos tintos, algunos enólogos corren el riesgo de no filtrarlos. Sus dudas respecto a esta

técnica, que afirman que hace al vino más delgado, son probablemente excesivas.

Los vinos que son embotellados relativamente jóvenes son sometidos a una mayor cantidad de operaciones de clarificación. El vino puede ser filtrado a través de preplacas de tierra de diatomeas una o más veces con el fin de prepararlo para el embotellado. Al usar filtros de papel, lenticulares o, incluso, con membranas, se obtienen bajos niveles de microorganismos o hasta vinos totalmente estériles. No siempre es necesario realizar todas estas operaciones. Las técnicas de clarificación se deberían adaptar a cada vino y ser limitadas al mínimo.

11.2 LEYES DE LA FILTRACIÓN

11.2.1 Introducción

La tasa de flujo de un líquido que no provoca obstrucciones y que circula a través de los poros de un medio de filtro es regulada por la ley de Poiseuille:

$$q = \frac{dV}{dt} = K \frac{SP}{E}$$

K es una constante, proporcional al diámetro del poro elevado a una potencia de 4 y el número de poros por unidad de área, pero inversamente proporcional a la viscosidad del líquido, S es la superficie de una capa de filtro, E es el grosor de una capa de filtro y P es la presión de filtrado. Esta ley simplemente expresa la proporcionalidad entre la tasa de flujo y la superficie de área, por un lado, y la presión, por otro. También muestra que la tasa de flujo es inversamente proporcional al grosor de la capa de filtro.

Se ha observado por medio de experimentos y también explicado de forma teórica (Serrano, 1981) que el comportamiento de la filtración de una suspensión no tan concentrada, como el vino (contenido de partículas menor al 1%), obedece a distintas leyes físicas de acuerdo al tipo de material poroso utilizado para remover las partículas sólidas. Un modelo matemático expresa las variaciones que el volumen filtrado experimenta en un tiempo

determinado y a una presión constante, en cada una de estas leyes. El comportamiento de un producto dado en la filtración industrial se puede predecir basándose en pruebas de laboratorio, al aplicar la ecuación correspondiente.

Las leyes de filtración consideran los siguientes parámetros:

V = volumen instantáneo filtrado en tiempo t

V_{\max} = volumen máximo que se puede filtrar antes de la obstrucción total

t = tiempo de filtración

$q = \frac{dV}{dt}$ = tasa de flujo instantánea en tiempo t

$q_0 = \left(\frac{dV}{dt}\right)_0$ = tasa de flujo inicial en tiempo t_0

La tasa de flujo se mantiene constante, ya que ninguno de los poros del filtro está bloqueado.

11.2.2 Filtración con una obstrucción de poros repentina

Este es el caso más simple: el filtro actúa como un conjunto de tubos capilares que se bloquean gradualmente por partículas individuales. La filtración llevada a cabo bajo estas condiciones se rige por la siguiente ecuación:

$$q = -K_1V + q_0 \quad (11.1)$$

Los resultados se pueden trazar en una recta indicando la variación en la tasa de flujo de acuerdo al volumen filtrado.

En el caso de la filtración a presión constante, los registros del volumen del flujo

en un tiempo determinado se usan para calcular las tasas de flujo. El origen del eje vertical es representado por q_0 , mientras que V_{\max} corresponde a una tasa de flujo cero:

$$V_{\max} = \frac{q_0}{K_1}$$

Fig. 11.1. Gráfico $t/V = k_2t + 1/q_0$

Esta ley de filtración no se aplica en la filtración del vino.

11.2.3 Filtración con una obstrucción de poros gradual

Las partículas depositadas dentro de los poros durante la filtración provocan una disminución gradual en su diámetro. Un proceso de filtración que se basa en la ley de obstrucción gradual de los poros se rige por la ecuación (Figura 11.1):

$$\frac{t}{V} = K_2t + \frac{1}{q_0} \quad (11.2)$$

La filtración del vino con filtros de papel o lenticulares, así como con sistemas de membrana estándares, se rige por esta ley bajo condiciones de operación definidas claramente. El volumen que se puede filtrar en un período determinado de tiempo mediante un medio de filtro determinado se puede predecir basándose en los resultados de una prueba de laboratorio realizada a presión constante.

El volumen máximo que se puede filtrar antes de la obstrucción se calcula utilizando la ec. (11.2):

$$\frac{1}{V} = K_2 + \frac{1}{q_0t}$$

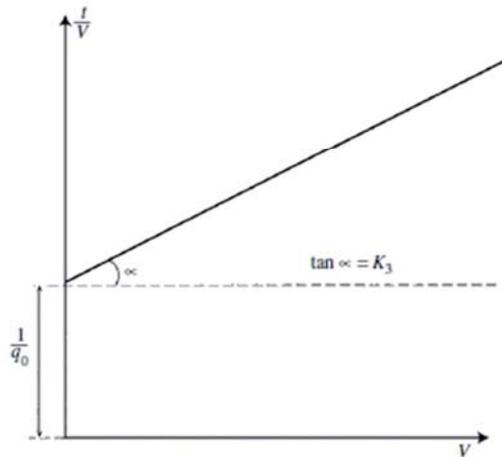


Fig. 11.2. Gráfico $t/V = k_3V + 1/q_0$

Cuando el tiempo t tiende a infinito, $1/q_0t$ tiende a cero y V tiende a $1/K_3$, la que es cotangente del ángulo α :

$$V_{\max} = \frac{t_2 - t_1}{t_2/V_2 - t_1/V_1}$$

El valor de V_{\max} se usa junto con el índice de colmatación (Sección 11.8.3) para predecir el comportamiento del proceso de filtración industrial.

11.2.4 Filtración por filtro de profundidad

En este tipo de filtración, las partículas quedan atrapadas en la masa de la torta de filtración que aumenta constantemente su espesor debido a la incorporación continua de medios de filtro. Se ha demostrado (Serrano, 1981) y se ha verificado mediante experimentos que la variación t/V es proporcional a V , a una presión constante (Figura 11.2):

$$\frac{t}{V} = K_3 V + \frac{1}{q_0} \quad (11.3)$$

Desde luego, el filtrado del vino mediante preplacas de tierra de diatomeas sigue esta ley. A pesar de que el principio es diferente, la misma ley también rige la filtración tangencial (Mietton-Peuchot, 1984), en donde las partículas concentradas en la membrana se comportan como una torta.

En el caso particular de la filtración

mediante una preplaca con acreción continua, el marco de metal de la capa del filtro tiene una resistencia mínima al flujo, por lo que q_0 es muy extensa y $1/q_0$ tiende a 0. La ecuación (3) se convierte en

$$\frac{t}{V} = K_3 V$$

o

$$\log V = \frac{1}{2} \log t + \text{Cste}$$

La producción del volumen durante un tiempo determinado se puede registrar en una prueba de laboratorio realizada a presión constante. Al trazar una recta ($\log V = \frac{1}{2} \log t + \text{Cste}$) en papel logarítmico, se entrega una lectura del volumen filtrado en un tiempo determinado.

De este modo, es posible optimizar el proceso de filtración industrial en el laboratorio y comparar la efectividad de la tierra de diatomeas con distintas permeabilidades utilizadas para filtrar el mismo vino.

11.2.5 Filtración con obstrucción intermedia de los poros

La noción de que existe una ley empírica intermedia entre la filtración por filtro de profundidad y la filtración con obstrucción gradual de los poros es comúnmente aceptada. Esta situación se caracteriza por un gráfico lineal, a presión constante, de $1/q$ en un tiempo determinado. La ecuación es la siguiente:

$$\frac{1}{q} = K_4 t + \frac{1}{q_0} \quad (11.4)$$

Aparentemente, esta ley no es aplicable a la filtración del vino.

11.3 MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LA CLARIFICACIÓN

11.3.1 Medición de la turbidez

La efectividad de los procesos de filtración puede ser evaluada midiendo varios parámetros indicativos de claridad.

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

La turbidez se mide estimando la perturbación en la difusión de la luz causada por el contacto con partículas en un líquido. Un turbidímetro mide la intensidad de la luz difusa. Un turbidímetro que toma medidas en un ángulo de 90° también se conoce como nefelómetro. Estos equipos son calibrados en NTU³ (unidades nefelométricas de turbidez).

Estas simples mediciones, que solo necesitan equipo de bajo costo, están siendo cada vez más utilizadas. La Tabla 11.1 muestra una escala de correspondencias entre las mediciones de turbidez y las inspecciones visuales. Entre los dos valores extremos, los vinos pueden ser considerados como claros, turbios u opacos.

Tabla 11.1. Correspondencia entre mediciones de turbidez (NTU) y apariencia

	Brillante	Turbio
Vino blanco	<1,1	>4,4
Vino rosé	<1,4	>5,8
Vino tinto	<2,0	>8,0

Todos los tratamientos de clarificación (afinado, centrifugación y filtración por medio de preplacas) dejan el vino brillante, con un índice de turbidez de 1 o menor. La filtración mediante filtros de papel o de membrana justo antes de embotellar el vino da como resultado valores entre 0,10 y 0,65 NTU. Independientemente del posible objetivo de lograr la eliminación total de los microorganismos en el vino, la clarificación hasta estos niveles puede ser necesaria si se tiene en cuenta lo normal que es el aumento en la turbidez durante el envejecimiento en botella, incluso si no hay contaminación posterior.

11.3.2 Determinación del contenido sólido

Esto define la cantidad de partículas, por peso o volumen, como un porcentaje del volumen total. Los sólidos pueden ser recolectados por: (a) centrifugación, (b) filtración por medio de una membrana de fibra de vidrio, (c) filtración por medio de una membrana de 0,45 µm que retiene los coloides o (d)

evaporación en seco para determinar la cantidad total de materia seca.

El proceso generalmente usado en la elaboración del vino es la centrifugación a 3000 rpm por 5 minutos, en un tubo de ensayo especial, directamente graduado en relación con el porcentaje del volumen total. Este proceso se usa principalmente en los líquidos muy turbios, como el mosto blanco cuando, junto a este, quedan depósitos de lías de levadura y de afinado reposando en el fondo (concentraciones de partículas sobre el 3% por volumen) y los vinos nuevos (concentraciones de partículas entre 0,5% y 2% por volumen).

11.3.3 Recuento de partículas

Esta técnica se usa para calcular las respectivas cantidades de partículas de diversos tamaños (sobre las 0,5 µm). Los diferentes tipos de equipos de medición especial se basan en varios principios: conductividad eléctrica, absorción de rayos X, difusión de luz láser y difracción láser. Los sistemas actualmente disponibles son costosos y, por lo tanto, están restringidos a los laboratorios de investigación. Es más, la mayoría de estos equipos no puede contabilizar partículas menores que 0,5 µm, a pesar de que estas también afectan la claridad.

11.3.4 Análisis microbiológico

Estos análisis son esenciales, no solo porque entregan una buena estimación de la efectividad de la clarificación, sino también porque la levadura y las bacterias residuales son propensas a afectar la estabilidad biológica.

El número total de microorganismos anteriormente era contabilizado bajo un microscopio usando un hemocitómetro (célula de Malassez) ya fuese de forma directa, si la población era lo suficientemente grande, o después de la concentración por centrifugación. Si se utiliza la centrifugación, la técnica es más bien larga y poco precisa.

Un recuento viable de microorganismos solía ser el análisis más útil.

Las técnicas para contabilizar la levadura y las bacterias (Lafon-Lafourcade y Joyeux, 1979) se basan en la capacidad de los microorganismos para desarrollarse en medios de agar nutritivo específicos. Las colonias que se desarrollan en placas de Petri son contabilizadas visualmente, mientras que las células individuales son contabilizadas usando un microscopio epifluorescente.

El gel agar se le añade al medio nutritivo para cultivar levadura de forma previa al recuento. Se le agrega bifenilo (0,015% en etanol) para prevenir el desarrollo de moho y cloranfenicol al 0,01% para inhibir el crecimiento de bacterias. Se puede agregar cicloheximida (0,1%) para seleccionar levaduras "*no-Saccharomyces*" (*Brettanomyces*, etc.), ya que solo ellas sobreviven este tratamiento. El período de incubación es de entre 2 y 3 días para las levaduras del género *Saccharomyces* y entre 7 y 10 días para las "*no-Saccharomyces*", a una temperatura constante de 25°C.

El método Dubois se usa para el recuento de bacterias. La pimarcina (0,01%) se agrega para eliminar cualquier célula de levadura.

Para los recuentos selectivos de bacterias acéticas, las bacterias lácticas se inhiben agregando penicilina al 0,001%. Tiempo de incubación: de 5 a 7 días.

Para los recuentos selectivos de bacterias lácticas, las bacterias acéticas se inhiben incubando la muestra en placas de Petri bajo condiciones anaeróbicas (con CO₂ bajo presión). El período de incubación varía entre los 7 y 12 días, dependiendo de la especie que está siendo investigada. Temperatura de incubación: 25°C.

Cada muestra pasó por etapas de dilución decimal para garantizar la fiabilidad del resultado final. Las soluciones diluidas fueron distribuidas uniformemente en la superficie de las placas de Petri con las perlas estériles. Esta técnica es necesaria si las células se van a identificar por el ADN o hibridación del ADN (Volumen 1, Sección 4.3.5) en colonias o en PCR¹ (Volumen 1, Sección 4.3.6). Si el vino contiene muy pocos microorganismos, se filtra en una membrana de 0,45-µm, que

luego se coloca en el medio de cultivo específico. Las muestras que tengan entre 30 y 300 colonias están listas para ser contadas. Los recuentos se expresan en Unidades Formadoras de Colonias (UFC)/ml, que no corresponde exactamente al número de células vivas.

Los recuentos de células por microscopía de epifluorescencia se llevan a cabo en un filtro de membrana, utilizando marcadores. Este procedimiento se basa en el sistema de Chemeunex. Una muestra de 10/ml del medio a analizar se filtra en una membrana de 0,4-µm. Luego, los organismos recogidos se incuban a 30°C durante 15 a 30 minutos en un sustrato no fluorescente que penetra las células. Este sustrato se divide por medio de un sistema enzimático intracelular, el cual libera un fluorocromo, que luego se acumula. Esta molécula emite fluorescencia verde cuando es excitada por luz de longitud de onda adecuada. La intensidad de la fluorescencia depende de la integridad de la membrana y la actividad metabólica en las células. La no fluorescencia es emitida por las células muertas. Las células marcadas se analizan utilizando un microscopio de epifluorescencia. Los resultados se obtienen por medio del recuento de los microorganismos en 20 campos, cada uno contiene de 30 a 100 células. Los recuentos se expresan en células viables por ml (células/ml). El uso de la epifluorescencia se está generalizando cada vez más, ya que proporciona una evaluación más rápida de las poblaciones viables cultivables e incluso las no cultivables (Millet *et al.*, 2000). Esta distinción se basa en las pruebas (Millet *et al.*, 2000; Millet y Lonvaud-Funel, 2000) de que algunas células bacterianas son viables pero no cultivables (VNC). Estas no pueden ser cultivadas en placas de Petri en condiciones experimentales, pero sí son capaces de desarrollarse en el vino y causar problemas de turbidez. Esta distinción es indispensable cuando se llevan a cabo los análisis microbiológicos durante el proceso de envejecimiento del vino (Volumen 1, Sección 6.3.2).

Inmediatamente después de finalizar el proceso de fermentación hay una población

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

viable de aproximadamente 10^6 /ml de microorganismos. Este valor disminuye rápidamente a 10^3 o 10^4 /ml debido a los efectos de la decantación y el trasiego. Después de la filtración a través de una preplaca de tierra de diatomeas, los vinos generalmente tienen poblaciones viables de aproximadamente 10^2 /ml. Las poblaciones pueden mantener su gran tamaño en los vinos que no reciben un tratamiento de clarificación preliminar.

La última filtración por medio de filtros de papel, lenticulares o de membrana justo antes del embotellado se describe convencionalmente como "baja en nivel de microorganismos" si la población residual está por debajo de 1 célula por 100 ml, y "estéril" si hay menos de 1 microorganismo viable por botella. Evidentemente, la filtración debe llevarse a cabo bajo condiciones de extrema limpieza y libre de gérmenes para lograr este nivel de pureza.

11.4 EQUIPOS Y COADYUVANTES DE FILTRACIÓN

11.4.1 Propiedades

Dos parámetros definen el rendimiento de un medio de filtro: la porosidad y la permeabilidad. La porosidad expresa el porcentaje de espacios vacíos en una estructura porosa, en relación con el volumen total. La porosidad es un indicador del volumen total que posibilita atrapar las impurezas. Mientras más poroso el filtro, mayor es su capacidad para retener los contaminantes.

Además, la porosidad está directamente relacionada con la caída de presión en el filtro y, por lo tanto, con la energía requerida para forzar el líquido a través del medio de filtro. La alta porosidad implica un doble ahorro debido a la extensión de la vida útil del filtro y a la reducción de los costos operativos. La porosidad de filtros de papel, membranas y coadyuvantes de filtración, tales como el kieselguhr, puede alcanzar el 80% o más.

La permeabilidad se define como la propiedad que tiene un medio de filtro para permitir que el líquido fluya a una mayor o

menor velocidad. Esta propiedad se mide en micras, unidad de medida que indica la permeabilidad de un material de filtro de 1 cm de grosor y con un área superficial de 1 cm^2 , que permite el paso de 1 ml/s de un líquido que tiene una viscosidad de 1 centipoise y con una presión diferencial de 1 bar. Los materiales de filtro tienen distinta permeabilidad y, a modo de ejemplo, se entregan los siguientes valores:

Filtro de papel para la esterilización	0,017 μm^2
Filtro de papel fino para la clarificación	0,14 μm^2
Filtro de papel grueso para la clarificación	0,98-1,97 μm^2
Kieselguhr	0,49-4,93 μm^2
Medios de filtro rápido	1,97-6,90 μm^2

Esta propiedad se utiliza principalmente para clasificar el kieselguhr.

Otra característica de los medios de filtro es su corte, que indica el tamaño de las partículas que pueden retener sus poros. En el caso de las membranas, estas tienen un corte absoluto, que corresponde a la partícula de mayor tamaño que pasa a través del filtro. La expresión "corte nominal" también se utiliza al considerar la distribución heterogénea de los poros de diferentes tamaños. Esto indica el tamaño de las partículas que normalmente quedan atrapadas, a pesar de que algunas partículas de mayor tamaño pasen a través de los poros.

En el caso de las membranas, la razón de reducción (RR) también se calcula al medir la proporción de microorganismos que quedan retenidos en condiciones operacionales definidas perfectamente:

$$RR = \frac{\text{número de microorganismos antes de la filtración}}{\text{número de microorganismos después de la filtración}}$$

Las membranas Pall, que se utilizan en la elaboración del vino, que tienen un corte de $0,65 \mu\text{m}$, tienen un RR de 10^5 para los *Leuconostocoenos* (*Oenococcus oeni*).

11.4.2 Celulosa

La celulosa es una macromolécula que se obtiene de la polimerización de una gran cantidad de moléculas de glucosas. Estas se

conforman de largas cadenas de moléculas primarias con una estructura cíclica, habitualmente alineada en una dirección para formar pequeñas fibras.

Las mezclas de celulosa que se utiliza en la filtración están hechas de madera (pino, abedul y haya) se someten a una trituración especial y a tratamientos de descomposición química para disolver la lignina y liberar las fibras. La pulpa de madera en bruto se lava con agua y después se somete a distintas etapas adicionales de purificación; una vez purificada, esta se convierte en hojas y luego pasa por un proceso de secado. Mediante un tratamiento mecánico, las fibras son separadas y pueden ser deshechas hasta convertirlas en polvo. Al variar la intensidad de los procesos mecánicos, se produce una cantidad de distintos tamaños de partículas y de eficiencias de filtración.

La celulosa que se utiliza en la filtración de vinos tiene forma de fibra y se encuentra disponible en el comercio como filtro de papel o en polvo; este último se puede utilizar solo o mezclado con otro material de filtración para fabricar preplacas.

Esta celulosa es relativamente pura, pero puede tener restos de cationes. Aunque la celulosa es en teoría neutra, se recomienda lavar el filtro con agua para evitar que el sabor a papel se pueda transmitir al vino.

Hasta el año 1980, la celulosa que tenía una carga electrocinética negativa era mezclada con asbestos para filtrar líquidos. Esto disminuyó la porosidad de la celulosa, que se caracterizaba por tener canales bastante largos, y aumentó la superficie del filtro. Estos dos factores mejoraron la retención de microorganismos y partículas coloidales en suspensión. Desde el año 1980, debido a la prohibición del asbestos por razones higiénicas, los filtros de papel se fabrican con celulosa pura. Los coadyuvantes como, por ejemplo, la tierra de diatomeas, la perlita y el polietileno se pueden utilizar cuando la celulosa tenga una carga de electrocinética positiva.

11.4.3 Kieselguhr o tierra de diatomeas

La diatomita es una roca sedimentaria silícea

formada por la acumulación de esqueletos fosilizados de algas microscópicas o tierra de diatomeas con dimensiones que oscilan entre unos pocos μm a varios cientos de μm . Las diatomeas son unicelulares y están cubiertas de una frústula de silíceo que se impregna de este componente que se encuentra disuelto en el agua. Cuando las células mueren, las frústulas hidratadas de silíceo se eliminan y se acumulan para formar una roca suave que se conoce como diatomita. Estas rocas tienen diferentes composiciones microscópicas que dependen de sus orígenes marinos o lacustres, y se cree que tienen entre 60 y 100 millones de años. Existen muchos yacimientos en los Estados Unidos, especialmente en California, al igual que en Europa y en el Norte de África. En Francia hay extensos yacimientos que están localizados en antiguos lechos lacustres en el Macizo Central. Estas tierras fosilizadas se muelen para producir un polvo silíceo, conocido como tierra de diatomeas, tierra de infusorio o kieselguhr (en alemán, “partícula pequeña de sílice”).

Desde fines del siglo XIX, la tierra de diatomeas se ha utilizado como un coadyuvante de filtración debido a la porosidad extrema del polvo que se obtiene al procesar la roca. La capa de filtración representa un 80% del total de la masa, con una superficie de 20 a 25 m^2/g . Estas características son altamente favorables para la filtración. Alrededor del año 1920, se desarrolló un nuevo proceso de tratamiento para producir tierra de diatomeas de alta permeabilidad.

Actualmente se utilizan tres tipos de tierra de diatomeas:

1. La tierra de diatomeas natural, de color gris, se muele y se seca para formar partículas finas. La filtración es muy fina con buena clarificación, pero la producción es bastante poca y actualmente este medio se utiliza poco. Además puede contener residuos de materia orgánica.
2. La tierra de diatomeas calcinada a 1000°C , de color rosado o rojo, se muele y se clasifica para producir polvos sin materia orgánica, con partículas gruesas que

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

pueden realizar una filtración fina a tasas de flujo satisfactorias.

3. La tierra de diatomeas con fundente, es decir, que se activa por calcinación entre 1100 y 1200°C con un fundente (cloruro de calcio o carbonato) se clasifica para producir un polvo de color blanco con partículas de mayor tamaño y una estructura más permeable. La filtración no es tan fina, pero el proceso es más rápido.

Existen distintas calidades de kieselguhr, dependiendo del tamaño de la partícula, que es lo que controla la permeabilidad (Sección 11.4.1), en otras palabras, la tasa de flujo de un líquido que pasa a través del material. En la filtración del vino, se realiza una distinción práctica entre el “kieselguhr grueso”, que tiene sobre $1,97 \mu\text{m}^2$, y el “kieselguhr fino”, que tiene menos de $0,98 \mu\text{m}^2$.

Es fundamental que el kieselguhr se mantenga en un lugar seco.

El kieselguhr también se debe mantener alejado de los productos aromáticos, ya que puede adquirir sustancias volátiles que luego se pueden traspasar al vino.

11.4.4 Perlita

Las perlitas están compuestas de partículas de silicato de aluminio con forma de perlas esféricas, que se obtienen al procesar roca volcánica. Esta roca tiene de 2% a 5% de agua intersticial y gases ocluidos que le entregan la propiedad de expandirse de 10 a 20 veces al calentarse a 1000°C. Este tratamiento disminuye la densidad del polvo y aumenta su porosidad. Después del proceso de molienda y clasificación, se obtiene una variedad de polvos blancos finos de distintos tamaños de partículas al ajustar las condiciones del procesamiento.

La perlita permite que los ciclos de filtración sean más prolongados debido a que es más porosa que la tierra de diatomeas y su baja densidad (20% a 30% menos) disminuye el peso del coadyuvante que se necesita. Sin embargo, la perlita tiene una capacidad absorbente menor y es más eficiente en una preplaca fina.

La perlita se utiliza para filtrar el mosto y los líquidos que tienen contenidos sólidos. Este material de filtro es abrasivo y puede causar un desgaste rápido de las bombas de inyección.

11.4.5 Filtros de papel y filtros lenticulares

Los filtros profundos de papel consisten en tablas permeables hechas de fibras de celulosa combinadas con componentes granulares, como la tierra de diatomeas o la perlita y, posiblemente, resinas catiónicas para aumentar la carga eléctrica.

Por muchos años, el asbesto fue muy utilizado en filtros de papel ya que era muy efectivo: disminuía el corte y aumentaba la capacidad de separación. La tecnología actual puede producir papeles con el mismo nivel de rendimiento sin asbesto, que fue prohibido por razones higiénicas. Se cree que la inhalación de fibras de asbesto, que normalmente se encuentran en el aire, podría provocar cáncer.

Los filtros de papel se pueden instalar en filtros de bandeja o incorporar en filtros cerrados que evitan las fugas. Estos son conocidos como “filtros lenticulares”.

Según el corte requerido, las fibras de celulosa son reducidas a partículas gruesas o finas y se le agregan los componentes granulares para luego suspender esta mezcla en agua. El sistema de producción consta de un filtro de banda para filtrar la suspensión al vacío, el que es agitado constantemente por la vibración. Se seca la capa del material de filtro y se corta en las dimensiones necesarias. Las variaciones en la composición de la mezcla inicial y la configuración de la máquina producen papeles con cortes, niveles de permeabilidad y resistencias físicas diferentes.

Los poros del filtro se distribuyen asimétricamente, los más grandes se encuentran en la entrada. Esta estructura es parecida a la de un tamiz de tres dimensiones, con un gran número de canales muy finos. El volumen del poro representa del 70% al 85% del volumen total del filtro lo que significa que el líquido se mueve a una velocidad relativamente lenta a través de muchos

canales donde se retienen las partículas, los microorganismos y los coloides no solo mediante el tamizado, sino también por adsorción debido a la diferencia en el potencial electrocinético entre los muros de los poros con carga positiva y las partículas con cargas negativas. Este fenómeno mejora la retención lograda por el tamizado mecánico. La retención específica, atribuida a la existencia de potencial electrocinético, es conocida como el potencial zeta y depende del pH, la temperatura, la tasa de filtración y la carga electrocinética.

Estos filtros tienen superficies internas de gran tamaño que pueden retener volúmenes considerables de líquido turbio (hasta 3 l/m²), por lo que las membranas logran niveles de rendimientos desiguales.

11.4.6 Membranas

Las membranas sintéticas con poros calibrados se utilizan en varias operaciones en la industria vitivinícola: ultrafiltración, microfiltración de la interfaz, microfiltración tangencial y ósmosis inversa. La electrodiálisis y pervaporación, técnicas de separación especiales descritas en otra sección de este libro (Sección 12.5.1), también usan membranas.

La ósmosis inversa se utiliza para separar los solutos con dimensiones moleculares que son comparables con aquellos que se encuentran en los solventes (diámetro de poro aproximado de 0,001 a 0,01 µm). Los solutos con moléculas diez veces más grandes que las que tiene el solvente son separados con ultrafiltración de membranas (diámetro de poro aproximado de 0,002 a 0,1 µm). La microfiltración (diámetro de poro aproximado de 0,1 a 10 µm) se utiliza para eliminar partículas aun más grandes. En la práctica, no es fácil distinguir entre membranas de ultrafiltración y microfiltración. Por un lado, los poros de las membranas de la ultrafiltración se pueden distorsionar bajo una fuerte presión y permiten que las partículas más grandes que el tamaño nominal pasen a través de estos. Por otro lado, las impurezas pueden formar una capa de polarización en la superficie de las membranas de

microfiltración, obstruir gradualmente los poros y detener las partículas más finas bajo una presión en aumento constante. Además, las membranas se definen por sus cortes absolutos y nominales (Sección 11.4.1).

Los tamaños de los poros se expresan en µm en el caso de las membranas de microfiltración (1,2; 0,65 y 0,45 µm son las medidas estándar para los filtros del vino). El diámetro del poro es mucho menos definido y consistente en las membranas de la ultrafiltración, las que se identifican con frecuencia por su corte: el tamaño de las moléculas más pequeñas que atrapan estas membranas (se expresa como peso molecular en Dalton).

Las características de las membranas incluyen:

- (a) eficiencia de la separación, es decir, un corte bien definido y un diámetro de poro conocido y homogéneo
- (b) flujo permeado alto
- (c) buena resistencia física, química y al calor

Las membranas de microfiltración constan de una placa de filtro delgada ubicada en una base del mismo tipo (membranas asimétricas) o diferente (membranas asimétricas y compuestas).

Las primeras membranas utilizadas, en base a acetato de celulosa, no eran muy resistentes a los microorganismos, los impactos, la temperatura o el pH. Las membranas de segunda generación, fabricadas de polímeros de polisulfona o poliacrilonitrilo, eran más resistentes. Las membranas inorgánicas actuales de tercera generación poseen buenas características de resistencia química, física y al calor (temperatura >100°C). Generalmente, estas membranas tienen larga vida útil y son fáciles de limpiar y desinfectar. Los parámetros de operación son los siguientes: (a) presión diferencial transmembrana, (b) temperatura, la que afecta la viscosidad, (c) tasa de flujo y (d) tasa de salida del material retenido.

Estas membranas se fabrican con la evaporación de un solvente que crea poros a través de la superficie del material. Su

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

porosidad depende de la cantidad y el tamaño de estos agujeros. De hecho, estas membranas se parecen más a esponjas que a tamices. Las membranas están plegadas para aumentar su superficie e instaladas en filtros, que pueden tener un área de superficie relativamente grande (0,82 m²). Varios filtros (de 1 a 4) se pueden instalar para formar un filtro perfectamente hermético y sólido. Después de la esterilización, estos sistemas de filtración son neutrales en cuanto a su efecto en el sabor y no requieren de ninguna preparación especial.

Hay varios tipos de membranas sintéticas:

1. Membranas de celulosa éster (diacetato o triacetato): estas membranas son altamente permeables, por lo que tienen una buena capacidad de filtración, además, tienen bajo costo y son fáciles de implementar. Sin embargo, tienen algunas desventajas: la sensibilidad a la temperatura y al pH y el riesgo de degradación por microorganismos. Las mezclas de acetato de celulosa y nitrato son biológicamente inertes, esterilizables en autoclave y resistentes a las reacciones químicas.
2. Membranas de poliamida o poliimida: estas membranas tienen gran estabilidad al calor y a los químicos, además de una mejor resistencia física que el tipo de membrana descrita en el punto anterior. Las membranas fabricadas de nilón 66 son más utilizadas en la vinificación.
3. Membranas de polifluoruro de vinilideno: estas membranas, compuestas por fluoroalcanos de halógeno, tienen buena estabilidad química, física y de temperatura.
4. Membranas de politetrafluoroetileno: estas membranas microporosas, utilizadas en la microfiltración, se obtienen mediante la extracción o extrusión parcial de láminas cristalizadas y polimerizadas. Tienen buena estabilidad química, física y de temperatura, y pueden ser esterilizadas con el calor.
5. Membranas de polipropileno: la profundidad estructural de este material entrega varios niveles de filtración dentro del grosor de la membrana. También se usa en prefiltros.
6. Membranas de fibra de vidrio: estas se pueden usar para la prefiltración y la filtración final. El rango de corte es de entre 1 y 40 µm. Son físicamente fuertes (4 bares de presión diferencial a 80°C). El corte puede reducirse al revestir las fibras con resinas para consumo.
7. Membranas de cerámica inorgánica: la ventaja de estas membranas es que son inertes e imperecederas. La unidad de filtro consta de una base macroporosa en la que se depositan capas de cerámicas superpuestas de distintos tamaños y grosores de partículas, lo que brinda gran resistencia física y baja resistencia al flujo del líquido. La capa externa es la más activa en cuanto a la retención de partículas y tiene los poros de menor diámetro; mientras más pequeños sean los poros, más delgada será la capa (pocas µm). Estas membranas se pueden usar para la filtración tangencial y además están fabricadas con una gran variedad de materiales (aluminio, óxidos de circonio y titanio, metal sinterizado, etc.). Las membranas inorgánicas se usan para la microfiltración y ultrafiltración.

11.5 CÓMO FUNCIONAN LAS CAPAS DE FILTRACIÓN

11.5.1 Mecanismos de filtración

La retención de partículas mediante una capa de filtración depende de dos mecanismos: tamizado y adsorción. En general, es evidente que estos mecanismos operan simultáneamente.

Cuando una suspensión de levadura es filtrada por medio de una capa de celulosa a baja presión, los fragmentos recolectados se vuelven cada vez menos opacos; este es un buen ejemplo de la adsorción. Las células de

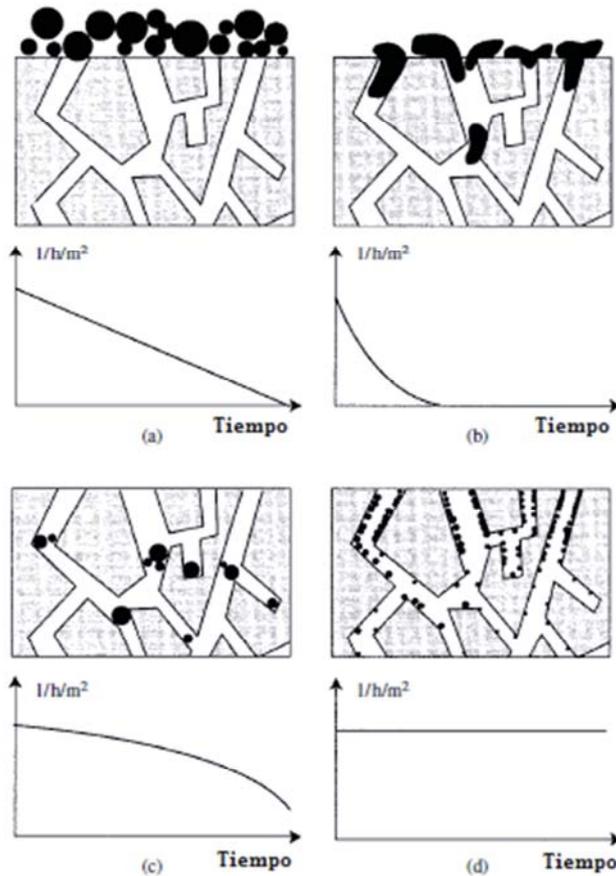


Fig. 11.3. El mecanismo de filtración (por Ribéreau-Gayon *et al.*, 1977). (a) Tamizado: las partículas sólidas son rígidas y más grandes que el diámetro del canal. En la superficie se forma una torta porosa que obstruye el filtro gradualmente. El volumen filtrado disminuye gradualmente hasta que alcanza cero. (b) Tamizado: las partículas son del mismo tamaño que aquellas del ejemplo anterior, pero deformables (bajo alta presión). Estas penetran los canales y los bloquean. La tasa de flujo disminuye rápidamente y el sistema se obstruye por completo en poco tiempo. (c) Adsorción y tamizado: las partículas penetran los poros y quedan atrapadas ya sea por la adsorción de la superficie interna o de forma mecánica al acumularse. Los espacios vacíos se llenan lentamente hasta que el filtro esté bloqueado; sin embargo, la filtración continúa por un tiempo relativamente prolongado. (d) Adsorción: las partículas pequeñas penetran las capas de filtro fácilmente y son adsorbidas al interior de los canales. Cuando todos los espacios de la adsorción están saturados, el vino aún puede fluir por el filtro, pero sigue siendo tan turbio al término como al comienzo de la filtración

levadura tienen un diámetro más pequeño que los poros, por lo que son adsorbidas dentro del filtro. Cuando la capacidad de adsorción se satura, ya no puede retener la levadura y el líquido sigue estando turbio una vez terminada la filtración. Si esta misma filtración se realiza bajo una presión más alta, la compresión de la celulosa reduce el tamaño de los poros y, por lo tanto, se necesita utilizar un método de tamizado para la retención de la levadura. Los fragmentos

recolectados son mucho menos turbios con el tiempo.

El asbesto es uno de los materiales ideales para la filtración por tamizado. Cuando la misma solución de levadura es filtrada a través de asbesto, el líquido permanece claro hasta que el filtro se obstruye. La tasa de flujo es mucho más baja de lo que sería con un filtro de celulosa. En este caso, las células de levadura son más grandes que los poros del filtro y, por consiguiente, no los pueden

penetrar. Cuando la levadura bloquea todos los poros, el filtro se obstruye. Posterior a la prohibición de la utilización de los asbestos, se han estado obteniendo los mismos resultados al utilizar mezclas de celulosa y kieselguhr con carga positiva.

La filtración por medio de tierra de diatomeas involucra ambos procesos: adsorción y tamizado.

En la Figura 11.3 se resumen los distintos mecanismos para retener las partículas en la filtración del vino, los que pueden funcionar de forma simultánea.

11.5.2 Efecto del tipo de turbidez

El tipo de partículas responsables de la turbidez afecta tanto a la calidad de la clarificación como a las tasas de flujo de la filtración, en especial la obstrucción. Se ha observado que los vinos tienen distintos comportamientos: algunos provocan poca obstrucción y es posible filtrar varios cientos de hectolitros en un filtro de 5 m², utilizando preplacas de kieselguhr; mientras que otros vinos, no necesariamente los más turbios, obstruyen el filtro luego de haber procesado solo unos pocos hectolitros de vino.

Cada vino cuenta con un comportamiento de obstrucción específico, incluso si se usa la misma superficie filtrante bajo las mismas condiciones. No se han observado correlaciones entre la turbidez del vino y su "capacidad de colmatación". Los vinos con poca turbidez no son necesariamente los más fáciles de filtrar. Es posible medir el "índice de colmatación" convencional para los distintos tipos de filtración y, de este modo, predecir el comportamiento de ciertas operaciones de filtración industrial (Sección 11.8.3).

La obstrucción depende más del tamaño de la partícula que de la intensidad de la turbidez. Las partículas gruesas forman una

capa porosa en la superficie filtrante y provocan poca obstrucción, mientras que las partículas más finas penetran la capa de filtro y lo bloquean rápidamente.

Cuando se le añade levadura a un vino sin filtrar, no hay tanta obstrucción. A partir de esta observación, se puede concluir que la dificultad de filtrar vinos nuevos se debe a la presencia de coloides mucilaginosos y no a las levaduras. Las bacterias tienen una capacidad de colmatación variable, aunque puede ser más bien alta. Algunas bacterias acéticas y lácticas (vinos viscosos) producen materia polisacárida y mucilaginosa con una capacidad de colmatación alta.

Un estudio sobre los diferentes problemas químicos en el vino mostró una obstrucción grave debido a la turbidez provocada por la quiebra férrica en los vinos blancos y por floculación de proteínas causada por el calor y la precipitación de materia colorante en los vinos tintos. Algunas sustancias responsables de la turbidez generan menos colmatación si han sido floculadas por procesos de afinado preliminares. Sin embargo, las liás de ciertos agentes de afinado, especialmente la bentonita, obstruyen los filtros rápidamente.

En vista de la participación de coloides polisacáridos en estos fenómenos de colmatación, se han utilizado enzimas pectolíticas para tratar de mejorar el rendimiento de la filtración. Se puede asumir que no descomponen los coloides obstructivos, pero que sí destruyen la capa de pectina que los cubre y que actúa como un coloide protector. Se han obtenido buenos resultados en la clarificación de algunos vinos tintos jóvenes, vinos de prensa y vinos hechos con uvas calentadas (el calor destruye las enzimas naturales). El afinado tradicional no es efectivo. La filtración se dificulta por tasas de flujo bajas y obstrucciones rápidas. El tratamiento con enzimas pectolíticas (aproximadamente 4 g/hl) aumenta el

volumen filtrado por medio de papel de celulosa, por unidad de tiempo, multiplicado por aproximadamente 4.

Los vinos hechos con uvas en descomposición también son difíciles de clarificar debido a una gran cantidad de coloides obstructivos. Por muchos años, se ha sabido que la *Botrytis cinerea* secreta un coloide de este tipo en las uvas y que los vinos resultantes son particularmente difíciles de clarificar por filtración. El coloide en discusión es un polisacárido conocido durante muchos años en la vinificación. Pertenece a la familia de los dextranos y consiste en una cadena de moléculas de glucosa con enlaces α (1 \rightarrow 6). Dubourdieu (1982) demostró que el polisacárido producido por la *Botrytis cinerea*, responsable de los problemas en la clarificación de los vinos, es un glucano que consiste en una cadena de moléculas de glucosa principal con enlaces β (1 \rightarrow 3). Las ramificaciones que están formadas por una sola molécula de glucosa son fijas en β (1 \rightarrow 6), dejando una o dos moléculas de glucosa no ramificadas que se alternan a lo largo de la cadena principal. Este polisacárido consta de repeticiones de la unidad básica que se muestran en la Figura 11.4. Su peso molecular es aproximadamente de 9×10^5 .

En la Figura 11.5, un gráfico muestra la capacidad de colmatación que tiene el glucano de la *Botrytis cinerea*, la que depende de la concentración de alcohol y de las condiciones bajo las que se procesan las uvas (Sección 9.4.2). También depende de la temperatura: a 4°C o menos, a medida que la floculación comienza, las macromoléculas crecen más, por lo que son más fáciles de atrapar. Los ciclos de filtración se pueden prolongar para mejorar la claridad. A

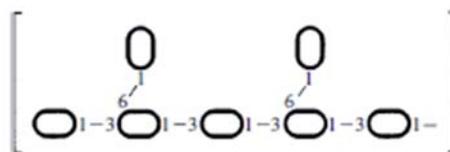


Fig. 11.4. Unidad estructural de una molécula de glucano en la *Botrytis cinerea* (o moho gris) que muestra la concatenación de las moléculas de glucosa (Dubourdieu, 1982)

temperatura normal, pero especialmente a temperaturas altas (de 30° a 40°C), las partículas coloidales son más pequeñas, menos susceptibles a la floculación y obstruyen el filtro más rápido.

Se realizaron investigaciones con el objetivo de descubrir una solución para eliminar el exceso de glucanos en los vinos. Antes de la filtración, incluso en un filtro grueso, la capacidad de colmatación del vino disminuye, especialmente a temperaturas bajas, pero puede consumir mucho tiempo.

La ultradispersión, un tratamiento físico agresivo, mejora la filtrabilidad al destruir los agregados coloidales, pero no es lo suficientemente efectiva. La mejor solución es utilizar glucanasa, que se produce en un cultivo de *Trichoderma* y Novo (Suiza) lo lanzó al mercado como “Novozyme 116”, y está autorizada por la legislación de la Comunidad Europea.

La Figura 11.6 muestra el efecto que provoca la incorporación de glucanasa en la filtrabilidad de un vino blanco hecho con uvas que han sido afectadas por la descomposición. Incluso el afinado repetido con agentes de afinado orgánicos o bentonita no puede eliminar los coloides protectores y, por lo tanto, la obstrucción no disminuye.

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

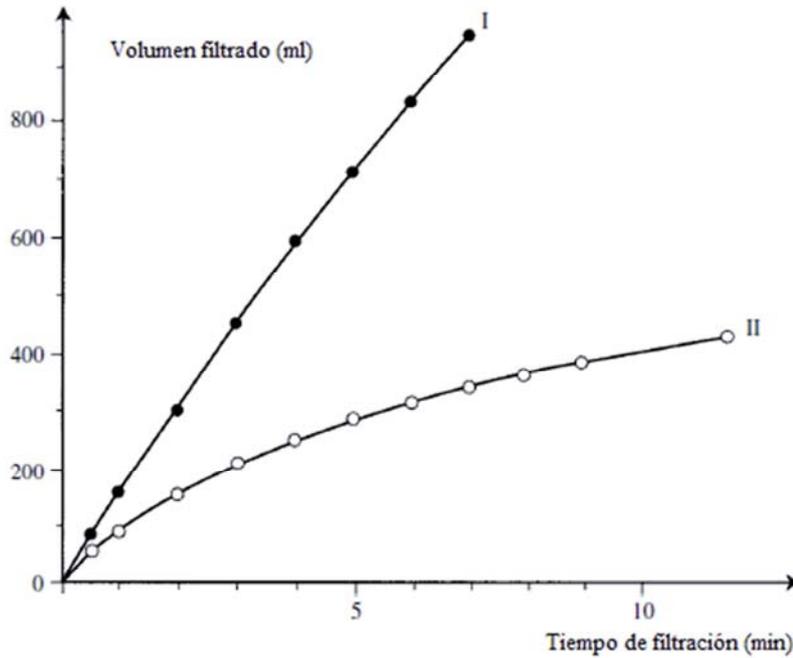


Fig. 11.5. Efecto del glucano de la *Botrytis cinerea* en la filtración por medio de papel (Dubourdiou, 1982) I. Vino blanco seco hecho con uvas sanas. II. El mismo vino +200 mg/l de glucano

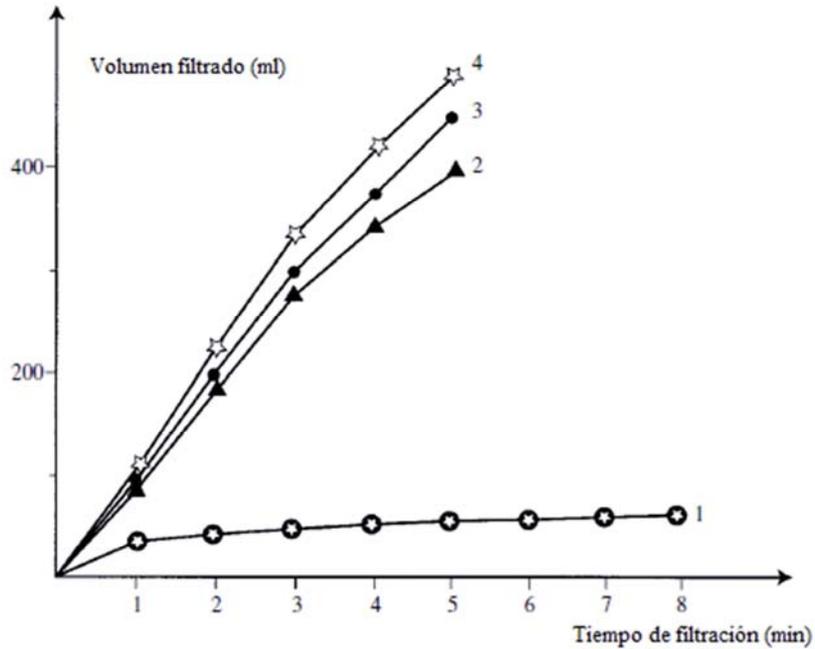


Fig. 11.6 Efecto de la incorporación de varias dosis de glucanasa SP 116 durante la fermentación en la filtrabilidad a través de un filtro de papel de un vino blanco hecho con uvas afectadas por la putrefacción (Dubourdiou, 1982). 1, Control; 2, incorporación de 2 g/hl de SP 116; 3, incorporación de 4 g/hl de SP 116; 4, incorporación de 6 g/hl de SP 116

11.6 FILTRACIÓN POR MEDIO DE PREPLACAS DE TIERRA DE DIATOMEAS (O KIESELGUHR)

11.6.1 Introducción

La “filtración por medio de tierra” se ha utilizado mucho y durante mucho tiempo para clarificar vinos. En sus comienzos, esto significaba recubrir una tela filtrante. La tierra de diatomeas, en suspensión en el vino o el agua, se depositaba sobre la superficie de la tela, lo que constituía la capa de filtro. La filtración en sí comenzaba cuando se completaba este paso. Este proceso ahora ha sido reemplazado por técnicas de acreción considerablemente más ventajosas, donde se agrega continuamente la tierra de diatomeas al vino turbio antes de que este entre al filtro. La capa de filtro se vuelve más gruesa a lo largo del proceso, las impurezas se distribuyen a través de la masa y la capa exterior nunca se bloquea.

La tierra de diatomeas de diferente permeabilidad, así como también las mezclas de tierra de diatomeas y celulosa, hace que la filtración por medio de preplacas sea apta para una gran variedad de aplicaciones. La Tabla 11.2 muestra la clarificación de un vino blanco turbio filtrado por medio de tres tipos de tierra. El comportamiento de la filtración se puede conocer gracias a pruebas de laboratorio (Sección 11.6.2). Por lo general este tipo de filtración se restringe a los vinos sin tratar, como uno de los primeros pasos en la clarificación. Sin embargo, las tierras finas actualmente disponibles también pueden ser

utilizadas con el propósito de preparar los vinos para el embotellado. La Tabla 11.3 indica la calidad de la tierra de diatomeas usada en distintas situaciones y las cantidades requeridas en varias etapas de la filtración.

Una desventaja de este tipo de filtración es que se deben desechar grandes volúmenes de tierra de diatomea, lo que representa una fuente de contaminación ambiental. Es más, el personal que manipula estos filtros trabaja en una atmósfera contaminada con polvo. La microfiltración de flujo tangencial (Sección 11.9.1) podría ser una técnica de reemplazo apropiada.

11.6.2 Pruebas de filtración en laboratorios

El equipo en la Figura 11.7 se utiliza para medir el volumen filtrado en un período de tiempo determinado, a una presión constante. Según la ecuación para la filtración por filtro de profundidad (Sección 11.2.4).

$$\log V = \frac{1}{2} \log t + \text{Cste}$$

Si se conoce el área de la superficie del filtro, la recta que da el volumen filtrado durante un ciclo de filtración industrial normal se puede trazar en papel logarítmico desde dos o tres puntos experimentales.

Un método para medir el índice de colmatación será descrito más adelante (Sección 11.8.3). Sin embargo, no puede utilizarse en este paso de la clarificación, ya que por lo general el vino tiene una alta capacidad de colmatación.

Tabla 11.2. Características de un vino blanco después de la filtración en tres tierras de diatomeas con diferentes permeabilidades (Serrano, 1993)

	Filtración por medio de tierra de diatomeas		
	Gruesa (1,48 μm^2)	Promedio (0,34 μm^2)	Fina (0,05 μm^2)
Producción promedio	20	15	7
Índice de colmatación	250	50	22
Turbidez (NTU)	1,33	1,4	0,36
Levaduras viables (por 100 ml)	5000	4500	500
Bacterias viables (por 100 ml)	7700	3000	1500

Vino de control: turbidez (NTU) = 21, levaduras viables (por 100 ml) 270.000, bacterias viables (por 100 ml) 180.000

Tabla 11.3. Filtración por medio de preplacas: cantidad y calidad de los coadyuvantes requeridos para tratar diferentes productos (Paetzold, 1993)

Productos a filtrar	Primera preplaca (tiempo: 10-20 min)		Segunda preplaca (tiempo: 10-20 min)		Acreción continua		Tasa de flujo (hl/l/m ²)
	Calidad (μm ²)	Cantidad (kg/m ²)	Calidad (μm ²)	Cantidad (kg/m ²)	Calidad (μm ²)	Cantidad (g/hl)	
Vino nuevo, primera filtración (diciembre)	1,97-2,96	0,5-1	1,97-2,96	0,5	1,97-2,96	200-300	5
Vino de prensa	1,97-2,96	0,5-1	1,97-2,96	0,5	1,97-2,96	200-400	5
Vino envejecido durante al menos un invierno	0,98-1,97	0,5	0,98-1,97	0,5	0,98-1,97	50-200	10
Vino filtrado por medio de filtros lenticulares o de papel antes de ser embotellado	0,98	0,5	0,39-0,98	0,5	0,39-0,98	20-50	15
Vino filtrado por medio de filtros de membrana antes de ser embotellado	0,98	0,5	00,5-0,39	0,5	00,5-0,39	20-50	15

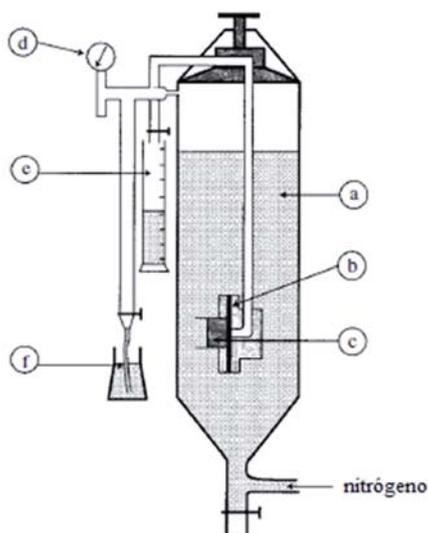


Fig. 11.7. Diagrama de una cámara de prueba 4 l que puede resistir una presión de hasta 7 bares, utilizada para pruebas de filtración por medio de tierra de diatomeas. El área de superficie útil del medio de filtro varía entre los 4 y los 20 cm². Se usa para comparar los comportamientos de diferentes muestras de tierra de diatomeas (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1977): (a) mezcla de vino y tierra de diatomeas, (b) tela de acero inoxidable, (c) capa de tierra de diatomeas y torta de filtración (d) manómetro, (e) recuperación y medición del volumen filtrado. Un caudal de nitrógeno mantiene la presión y a la tierra de diatomeas en suspensión. El borboteo se ajusta y la presión se mantiene usando un borboteador (f)

11.6.3 Equipo de filtración

El equipo de filtración por medio de preplacas consta de bandejas verticales o, generalmente, horizontales, que son más fáciles de limpiar. Las bandejas de filtro por lo general están fabricadas de mallas de acero inoxidable, aunque a veces son de telas sintéticas, cartuchos metálicos o papeles de celulosa. El filtro también está equipado con una bomba de alimentación y una bomba dosificadora para inyectar la suspensión de tierra de diatomeas en el vino antes de que este entre al filtro.

Los filtros modernos están equipados con una unidad de filtración residual, utilizada para filtrar y recuperar el vino que quede en la campana de filtro al terminar el ciclo. También están equipados con sistemas para la extracción en seco de los residuos de la filtración, recomendados para evitar la contaminación. La mayoría de los sistemas usan la fuerza centrífuga. Las bandejas horizontales giran para expulsar la torta de filtración², que se saca a través de una apertura al fondo de la campana.

Los filtros modernos están hechos de acero inoxidable, lo que facilita la limpieza y la mantención, especialmente cuando se quiere mantenerlos pulidos.

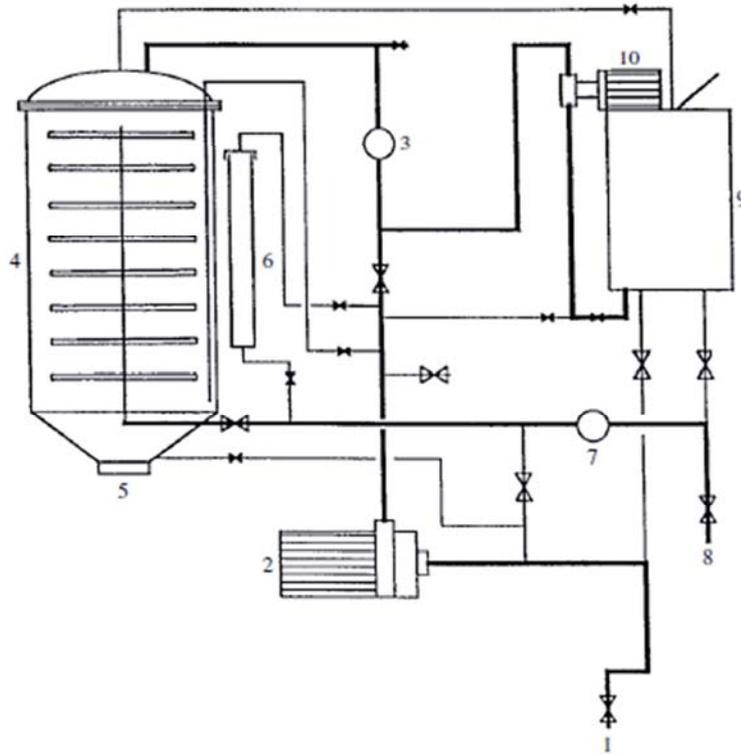


Fig.11.8. Diagrama de los circuitos en un filtro de tierra de diatomeas con acreción continua: 1, entrada del vino a clarificar; 2, bomba de alimentación principal; 3, mirilla para el vino a clarificar; 4, tanque de filtración con unidades filtradoras horizontales; 5, extracción de la torta de filtración; 6, unidad de filtración residual externa; 7, mirilla para el vino clarificado; 8, salida del vino clarificado; 9, tanque que contiene el coadyuvante de filtración en suspensión; 10, bomba dosificadora del coadyuvante de filtración

11.6.4 Preparación de las capas de filtro y funcionamiento de los filtros

Una preplaca de dos capas debe prepararse en el armazón del filtro antes de comenzar la filtración. La segunda capa activa el ciclo de filtración. La primera capa, que es mecánica, se hace utilizando un coadyuvante grueso (permeabilidad sobre $0,98 \mu\text{m}^2$), con la posibilidad de incorporar un 10% de un producto a base de celulosa. Las cantidades requeridas aparecen en la Tabla 11.3. Esta capa mecánica actúa como base para la capa de filtro. La eficiencia de la filtración depende de la preparación adecuada de esta capa. Los cambios bruscos de temperatura, producidos por la rápida apertura y cerrado de las válvulas, se recomiendan durante la fase de preparación, ya que así la preplaca será más estable, con una estructura menos compresible. Sin embargo, tales cambios en

la presión deben evitarse durante el proceso de filtración.

Se recomienda que ambas preplacas sean preparadas con agua o vino filtrado. La filtración del vino puede comenzar apenas la preplaca del filtro haya sido preparada. La superficie exterior de la capa de filtro se renueva constantemente por la continua acreción de depósitos, generalmente con el mismo coadyuvante o mezcla de coadyuvantes. Esto previene una obstrucción rápida de la preplaca y aumenta la duración del ciclo de filtración.

Cuando el vino se filtra justo antes de embotellarlo, para la acreción se recomienda utilizar tierra más fina que el tamaño usado en la preplaca (Tabla 11.3). La cantidad de tierra incorporada varía entre los 20 y 200 g/hl, y puede ser excepcionalmente mayor cuando se están clarificando vinos muy turbios.

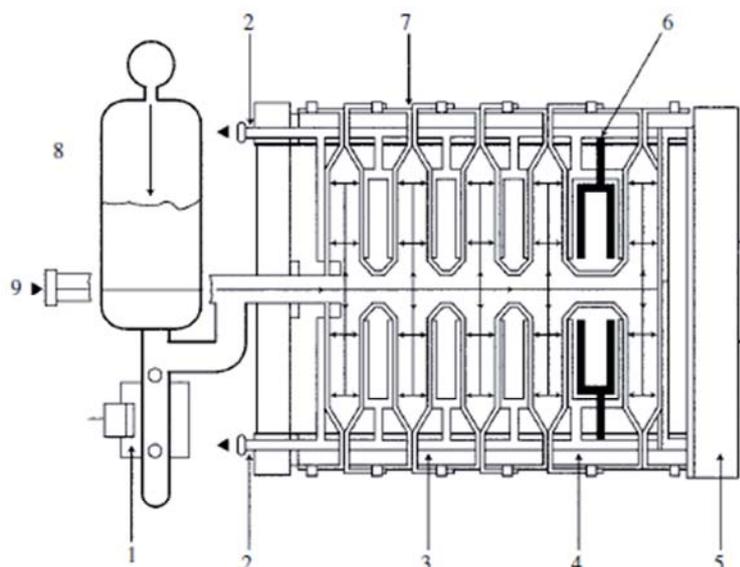


Fig.11.9. Diagrama esquemático de una prensa de filtro: 1, bomba de pistón; 2, recolector del filtrado; 3, bandeja estándar; 4, bandeja de la membrana; 5, marco de acero inoxidable sólido; 6, circuito de aire comprimido; 7, tela de polipropileno; 8, tanque con amortiguador neumático; 9, entrada central del producto que se va a clarificar

La presión diferencial inicial es baja y aumenta gradualmente, dependiendo de los ajustes hechos al proceso de acreción. Las condiciones óptimas de filtración requieren un aumento de la presión de 0,1 a 1 bar por hora durante todo el ciclo.

Cuando la acreción no es suficiente, la eficiencia del filtro es baja: el filtro se obstruye, la presión aumenta rápidamente y el ciclo de filtración se acorta. Si la acreción es excesiva, la presión se eleva lentamente, pero el ciclo también se acorta por el llenado innecesario de la cámara de filtración. En la Tabla 11.3 se muestran las tasas de flujo de filtración según el tipo de tierra de diatomeas.

Se recomienda el monitoreo de la calidad de clarificación a lo largo de todo el proceso de filtración. Esta operación puede ser automática. La causa principal de clarificación insuficiente es que el coadyuvante es demasiado grueso y no atrapa todas las partículas más finas. Los cambios repentinos en la presión, junto con los errores en el manejo del filtro, pueden dañar la capa de filtro, lo que libera partículas que aumentan la turbidez del vino que sale del filtro. La clarificación insuficiente también

puede ser causada por la obstrucción de las bandejas de filtro, debido a que el líquido ya no circula y la preplaca no se forma en las áreas obstruidas. Cuando la presión se eleva, la obstrucción es forzada a salir, y el vino pasa a través de estas áreas del filtro sin ser aclarado, debido a que no hay capa de filtro.

Al final de cada ciclo, después de la filtración del vino residual de la campana, el filtro se limpia y se seca. La regularidad en la limpieza química y en la remoción del tartrato es esencial.

11.6.5 Funcionamiento de una prensa de filtro

Este sistema se utiliza para clarificar líquidos que contienen grandes cantidades de partículas sólidas, por ejemplo los depósitos procedentes de la decantación estática del mosto blanco, las lías de fermentación e incluso los agentes del afinado que se recuperan después de que los vinos han sido afinados y trasegados.

Una prensa de filtro (Figura 11.9) se compone de un conjunto de bandejas, generalmente fabricadas de polipropileno,

Tabla 11.4. Coadyuvantes de la filtración en una prensa de filtro (Paetzold, 1993)

Productos a filtrar	Coadyuvante utilizado	Permeabilidad (μm^2)	Cantidad (kg/hl)	Producción promedio (hl/h/m^2)
Sedimento del mosto blanco	Perlita	1,97-4,93	1-2	0,5-2
Sedimento del afinado de proteínas	Kieselguhr	0,98-2,96	0,5-2	1,5-3
Lías de bentonita	Kieselguhr	1,18	0,5-2	1,5-3
Lías del trasiego después de la fermentación	Kieselguhr	0,98-2,96	0,5-2	0-1

que están situadas en un marco de acero (o, preferiblemente, de acero inoxidable) y se mantienen unidas firmemente por un gato hidráulico. Las bandejas de una prensa de filtro están cubiertas con una tela y están diseñadas para formar cámaras de filtración entre las bandejas que reciben el líquido turbio, lo que permite recolectar el líquido filtrado. El filtro es alimentado por una bomba de pistón de alta presión. Al final de la operación, un circuito de aire comprimido seca los residuos de la filtración.

El vino que se va a clarificar no requiere ninguna preparación especial antes de procesarlo en la prensa de filtro. Se añade un coadyuvante (Tabla 11.4) y la mezcla se introduce en el filtro. Las impurezas, mezcladas con el coadyuvante, son retenidas directamente por la tela. Este es un sistema de filtración de autorregulación ya que las impurezas retenidas por la tela actúan como una capa de filtro. El filtrado se drena a través de colectores internos. Los líquidos que son extremadamente turbios se clarifican bastante bien, pero aun así no es posible lograr una turbidez muy baja. La Tabla 11.4 muestra las tasas de flujo observadas. Para filtrar 240 hl en 8 horas, con una tasa de flujo de 1 hl/h/m^2 , se requiere un filtro de 30 m^2 , o aproximadamente 45 bandejas ($80 \text{ cm} \times 80 \text{ cm}$).

Este tipo de filtro de gran resistencia se adapta con facilidad, mediante la incorporación o la eliminación de las bandejas, y puede proporcionar una gran superficie de filtración; además, es fácil de manejar y brinda buenos resultados en la clarificación de líquidos turbios.

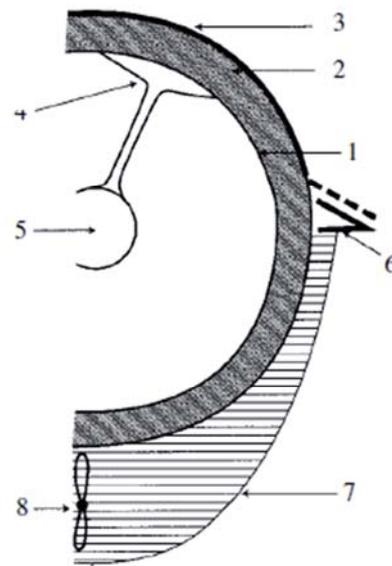


Fig. 11.10. Diagrama de una vista transversal de un filtro rotativo utilizado para el procesamiento del mosto o las lías del vino: 1, tela filtrante metálica; 2, capa de filtro de tierra de diatomeas o perlita; 3, capa de impurezas atrapadas; 4, copas de vacío distribuidas por toda la superficie; 5, eje y salida del líquido filtrado; 6, rasqueta ajustable; 7, tanque que contiene el líquido a filtrar; 8, agitador que mantiene la tierra de diatomeas en suspensión

La limpieza del filtro era considerada como una operación difícil, pero ha mejorado bastante y actualmente limpiar un filtro de 30 m^2 a 100 m^2 tarda sólo entre 20 y 80 minutos; esta operación también puede ser totalmente automatizada.

11.6.6 Funcionamiento de un filtro rotativo de vacío

Este equipo tiene las mismas aplicaciones que

una prensa de filtro en la filtración de líquidos turbios. Es más complejo y difícil de usar, lo que requiere un cierto nivel de conocimientos técnicos. Sin embargo, hay motivos para pensar que la técnica de vacío puede causar cambios en la composición del producto, especialmente la pérdida de compuestos volátiles. En particular, se ha observado una disminución de las concentraciones de SO₂ libre y de dióxido de carbono.

Un filtro rotativo (Figura 11.10) consta de un tambor cilíndrico cubierto con un tamiz perforado que sostiene una tela filtrante. El tambor gira alrededor de su eje horizontal a una velocidad ajustable en un tanque equipado con un dispositivo de agitación para homogeneizar el líquido y mantener el coadyuvante de filtración en suspensión durante la preparación de la capa de filtro. La tierra de diatomeas puede ser utilizada, pero con la perlita también se obtienen buenos resultados y a menor costo. El vacío, creado en el interior del tambor por una bomba de vacío, atrae el líquido. En cada rotación, una capa del coadyuvante de filtración se deposita en el tambor, la que crea un medio de prefiltro que puede tener de 5 cm a 10 cm de grosor. La preparación de la preplaca demora 60 min.

Durante la filtración, las impurezas quedan retenidas en la superficie de la capa de filtro. Estas impurezas son eliminadas regularmente por una rasqueta que extrae constantemente una fina capa de grosor ajustable (unas pocas décimas de milímetro).

La superficie de filtración se renueva continuamente y la tasa de flujo es prácticamente constante durante todo el período de filtración. El tiempo del ciclo está determinado por el grosor de la capa de filtro y la velocidad de avance de la rasqueta. La Tabla 11.5 indica la tasa de flujo promedio y el consumo de coadyuvante en diferentes tipos de filtración.

Tabla 11.5. Tasas de flujo y consumo de los coadyuvantes en distintas aplicaciones de un filtro rotativo de vacío (Paetzold, 1993)

Líquido filtrado	Tasas de flujo (hl/h/m ²)	Consumo de coadyuvantes (kg/hl)
Vino	4-6	0,20-0,60
Lías	0,5-2	1-2
Sedimentos	2-3	1-2,5
Mosto	3-5	0,75-1,5

11.7 FILTRACIÓN POR MEDIO DE PAPELES DE FILTRO HECHOS A BASE DE CELULOSA

11.7.1 Introducción

La filtración por medio de papel es ampliamente utilizada justo antes del embotellado, para garantizar que los vinos sean perfectamente claros y microbiológicamente estables. Los filtros de papel (Sección 11.4.5) están disponibles en cajas de cartón de 40 cm², 60 cm² o 100 cm². Estos retienen las partículas mediante tamizado y adsorción. Se hace una distinción general entre los papeles de filtro para "clarificación" y "esterilización". Estos últimos tienen una retención específica más alta y algunos incluso pueden eliminar todos los microorganismos, por lo que se logra la esterilidad absoluta. Varios fabricantes ofrecen una gama de productos con distintas características en cada categoría.

Las propiedades de los filtros de papel se pueden definir (Sección 11.4.1) por un corte nominal expresado en µm. Además, es posible determinar la cantidad máxima de los microorganismos en suspensión que se pueden retener por cada cm² de superficie de filtro bajo condiciones de funcionamiento específicas. Las bacterias son atrapadas de manera menos eficiente que las células de levadura. La tasa de flujo de los papeles de filtro más finos para la "esterilización" es naturalmente inferior a la de los papeles de filtro para la "clarificación" y también son más susceptibles a la obstrucción.

Los papeles se instalan sobre los filtros estándar (Figura 11.11), lo que permite que la superficie total de filtración cambie cuando se modifica el número de papeles. Este equipo está fabricado de acero inoxidable con bandejas de ese mismo material o de plástico para sostener los filtros de papel. Los filtros con cámaras reversibles (Figura 11.11) permiten usar dos tipos de papeles con distintos rendimientos en el mismo sistema.

11.7.2 Preparación de los vinos para la filtración por medio de papel

Con el fin de asegurar una tasa de flujo satisfactoria, el vino se debería clarificar correctamente antes de que se lleve a cabo la filtración por medio de papel durante el proceso de embotellado. Esta clarificación previa puede incluir decantación espontánea, afinado, centrifugación (Sección 11.11) o filtración por medio de preplacas de tierra de diatomeas (Sección 11.6).

La filtración por medio de papel está sujeta a la ley de obstrucción de poros gradual bajo condiciones bien definidas. En la Figura 11.12, se muestra un equipo con el que se puede realizar una prueba (Serrano, 1981) para comprobar si el vino está apto para someterlo a la clarificación por filtración por medio de papel.

El volumen máximo que se puede filtrar antes de la obstrucción total (Sección 11.2.3) se calcula de la siguiente manera:

$$V_{\max}(\text{ml}) = \frac{t_2 - t_1}{t_2/V_2 - t_1/V_1}$$

en donde $t_1 = 1$ hora y $t_2 = 2$ horas, $V_1 =$ volumen filtrado en 1 hora, $V_2 =$ volumen filtrado en 2 horas y presión = 0,5 bares. En la mayoría de los casos, un ciclo de filtración normal diario finalizará sin que el filtro se obstruya completamente y, por ende, nunca se alcanzará el valor de V_{\max} .

Por otro lado, es interesante conocer el volumen que se puede filtrar en 8 h con el fin de evaluar la rentabilidad de la operación. La recta de la variación t/V en un tiempo determinado (Sección 11.2.3, Ecuación 2) se

traza en base a tres puntos que se obtuvieron después de 1 h, 1 h 30 min y 2 h. Entonces, el volumen que se filtra en 8 h se obtiene mediante la extrapolación.

Los valores que recomiendan los fabricantes para un ciclo de 8 horas son los siguientes:

- 5600 a 7200 l/m² para la clarificación con papeles de filtro
- 2800 a 4000 l/m² para la esterilización con papeles de filtro

Si estos criterios no se cumplen, significa que el vino no ha sido clarificado con la anticipación suficiente como para garantizar que la filtración por medio de papel será eficaz y rentable.

Después de la filtración a través de una preplaca de tierra de diatomeas, incluso hasta una relativamente gruesa, por lo general se puede realizar la filtración por medio de papel, y posiblemente la filtración esterilizante, con una buena tasa de flujo y calidad de clarificación. Sin embargo, durante el envejecimiento, los vinos experimentan cambios, especialmente en su estructura coloidal, que provocan un aumento de la turbidez y el número de gérmenes viables (Tabla 11.6). Se recomienda filtrar el vino por medio de una preplaca de tierra de diatomeas con menos de 7 días de anterioridad a la filtración por medio de papel.

La heterogeneidad de los papeles de filtro no permite obtener un resultado directo de la filtración por medio de papel, por lo tanto, se puede utilizar la medición del índice de colmatación en las membranas (Sección 11.8.3). Los vinos deben tener las siguientes características antes de que sean filtrados por medio de papel:

- Turbidez: <1,0 NTU (Sección 11.3.1)
- Índice de colmatación: IC <200
- Número de microorganismos viables: <100 por 1 ml

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

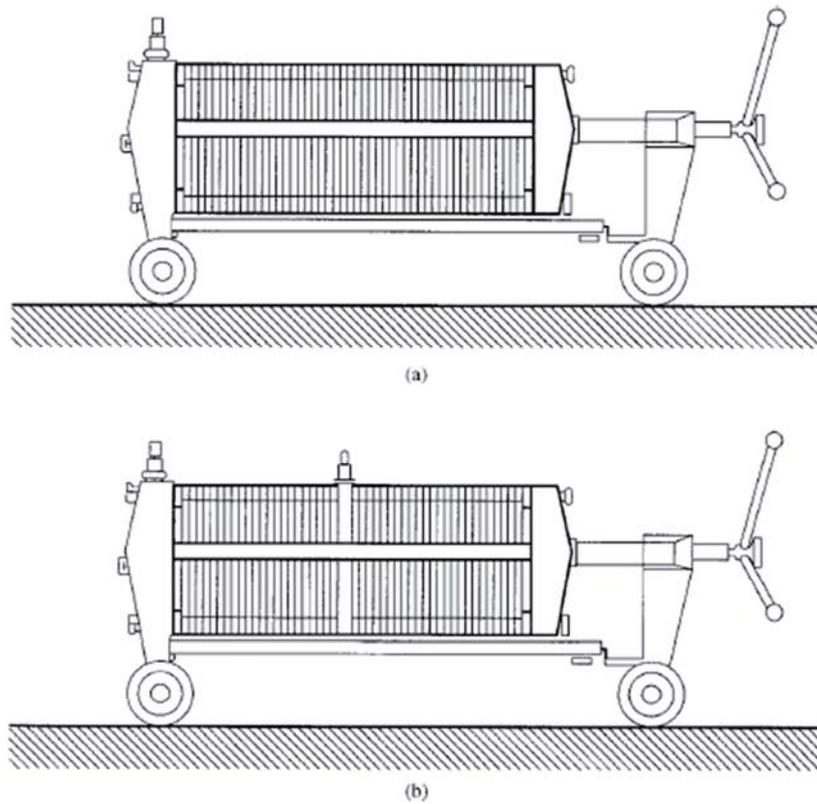


Fig. 11.11. Filtro de papel de celulosa (a) sin cámara reversible y (b) con cámara reversible.

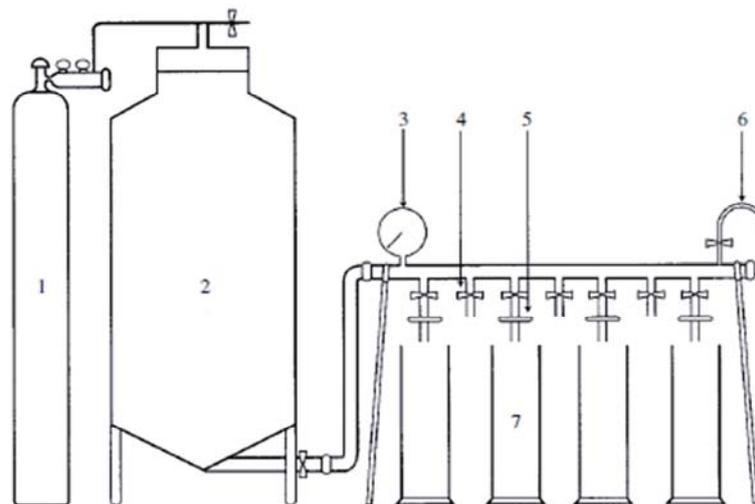


Fig. 11.12. Diagrama de un sistema que se utiliza para determinar las características de la filtración: 1, fuente de aire comprimido; 2, tanque de alimentación; 3, manómetro; 4, válvula; 5, filtro de disco único (área superficial de 22 cm²); 6, válvula de purga; 7, contenedor graduado

Tabla 11.6.Contaminación de un vino blanco dulce durante el almacenamiento, después de la filtración por medio de tierra de diatomeas (Serrano, 1981)

Descripción de la muestra	Turbidez (NTU)	Levaduras viables ($10^3/100$ ml)
Inmediatamente después de la filtración por medio de kieselguhr	0,9	2
Después de 15 días	5,5	320
Después de un mes	6,9	480

Estos criterios son necesarios para garantizar que la filtración por medio de papel proporcionará una clarificación adecuada y una eliminación satisfactoria de los microorganismos, junto con una tasa de flujo apropiada (Tabla 11.7).

11.7.3 Selección de los parámetros de filtración

La Tabla 11.8 muestra un ejemplo de la filtración industrial que evalúa la calidad de la clarificación y, en consecuencia, hace posible seleccionar los papeles de filtro que mejor se adaptan a este proceso. Los resultados indican que es indispensable usar filtros lo suficientemente finos como para lograr una clarificación perfecta antes del embotellado. La pérdida resultante de polisacáridos, un efecto negativo de la filtración respecto a la calidad, es insignificante.

Con el propósito de asegurar una tasa de flujo satisfactoria con papeles de filtro finos, el vino se debe preparar adecuadamente,

como se describió anteriormente en este capítulo. De no haber realizado este proceso, el vino se puede filtrar dos veces en un mismo procedimiento al utilizar un filtro equipado con una cámara reversible (Figura 11.11) (Serrano y Ribéreau-Gayon, 1991). La primera filtración elimina las partículas de mayor tamaño y permite alcanzar una tasa de flujo lo suficientemente alta durante la segunda filtración a través de papeles de filtro finos para lograr la claridad que se requiere.

Se recomienda eliminar los tanques de retención entre el filtro y la embotelladora para evitar la contaminación microbiana. Por lo tanto, el filtro debe funcionar a una tasa de flujo constante, que está determinada por el rendimiento de la embotelladora. Generalmente, los valores que recomiendan los fabricantes son los siguientes:

- Papeles de filtro para la clarificación: 700 l/h/m² o 100 l/h por papel de 40 cm × 40 cm
- Papeles de filtro para la esterilización: 350 l/h/m² o 50 l/h por papel de 40 cm × 40 cm

Los nuevos diseños funcionan de manera efectiva a una tasa de flujo mayor, es decir, 900 l/h/m² en las placas para la clarificación y 500 l/h/m² en las placas para la esterilización.

Si los vinos son preparados adecuadamente, estas tasas de flujo pueden mantenerse por 8 horas, sin que la presión diferencial en el filtro exceda el rango de 0,5 a 0,7 bares (Serrano, 1981). De no ser este el

Tabla 11.7. Etapas sucesivas en la clarificación de un vino blanco dulce hasta obtener la esterilidad casi absoluta al utilizar papeles de filtro esterilizante (Serrano, documento inédito)

	Vino sin tratar antes de la filtración	Filtración por medio de preplacas de tierra de diatomeas	Filtración por medio de papel de filtro esterilizante
Índice de colmatación	No se puede medir	250	24
Producción de la filtración promedio (l/h/m ²)		2000	420
Turbidez (NTU)	21	1,33	0,33
Levaduras viables ($10^3/100$ ml)	270	5	<1
Bacterias viables ($10^3/100$ ml)	180	8	<1

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

Tabla 11.8. Filtración de prueba para averiguar el mejor tipo de papel de filtro para la clarificación de un vino tinto específico (Serrano, documento inédito)

	Antes de la filtración	Papel de filtro para la clarificación n° 3	Papel de filtro para la clarificación n° 5	Papel de filtro para la clarificación n° 7	Papel de filtro para la clarificación n° 10	Papel de filtro para la esterilización
Turbidez (NTU)	1,0	0,78	0,69	0,44	0,34	0,34
Levaduras viables (células por 100 ml)	800	50	15	5	<1	<1
Bacterias viables (células por 100 ml)	9500	2100	900	130	<1	<1
Polisacáridos (% reducción)		0	0	0	5	5

caso, la filtración tendrá que detenerse después de solo 4 o 5 horas. Incluso podría ser necesario un aumento excesivo en la presión para que la filtración continúe por ese período de tiempo. La efectividad de los papeles de filtro está garantizada hasta alcanzar los 3 bares en el caso de los papeles de clarificación y 1,5 bares en el caso de los papeles de esterilización. La calidad de la clarificación puede ser buena bajo estas altas presiones, pero se deben evitar, ya que tienden a causar fugas de líquido desde el filtro.

La cantidad de papeles que se necesitan en el filtro depende del rendimiento que tenga la embotelladora. Los cálculos muestran que se necesitan 23 papeles para la clarificación o 45 papeles para la esterilización (40 cm²) para que la línea de embotellado opere con una capacidad de 3000 botellas/h.

Si el vino ha sido clarificado adecuadamente antes de la filtración, los papeles de filtro no se obstruirán después de una jornada de 8 horas y las tasas de flujo se mantendrán de forma satisfactoria. Existe una ventaja económica evidente al utilizar los mismos papeles de filtro por varios días, pero solo es posible hacerlo si no se contaminan durante la noche cuando el sistema está apagado. Las pruebas industriales demostraron que fue posible utilizar los mismos papeles de filtro durante varios días, siempre y cuando, al final de la jornada, el filtro se vacíe, limpie y esterilice completamente dejando fluir agua a 85°C por todo el sistema durante 20 min, ya sea en la misma dirección del flujo de la filtración o a

contracorriente. Además, este procedimiento desobstruye los filtros de papel, lo que es posible cuando el filtro está funcionando como un prefiltro antes de la filtración por medio de membranas. Si este no es el caso y, en particular, si el vino debe estar totalmente estéril después de la filtración, los papeles de filtro se deben cambiar todos los días.

11.7.4 Esterilización del equipo

Es fundamental esterilizar todo el equipo y, especialmente, el filtro y los papeles de filtro cada mañana antes de comenzar la filtración y el embotellado. La Tabla 11.9 muestra la importancia de la esterilización. En particular, este proceso es necesario para lograr una retención perfecta de la levadura, la que es indispensable para los vinos dulces. Si el sistema no ha sido esterilizado, los primeros litros de vino filtrado absorberán cualquier tipo de contaminación desde el equipo.

El sistema se esteriliza con vapor o agua a 90°C, que circula a baja presión (0,2 bares) en la dirección normal de la filtración. Esta operación debe continuar por 20 minutos y comienza cuando el filtro alcanza la temperatura de esterilización. Luego, el filtro es enfriado con agua fría ($\Delta p < 0,2$ bares). Se recomienda el uso de fluidos prefiltrados para la esterilización y el enfriamiento, ya que minimiza el riesgo de obstrucción (que puede ocurrir si el agua contiene partículas) y el peligro de contaminación microbiana durante el enfriamiento. Generalmente, el volumen del agua utilizada en esta operación también es suficiente para “preparar” los papeles de

Tabla 11.9. Impacto de la esterilización del filtro en la calidad de la filtración (Serrano, 1984)

	Filtro no esterilizado	Filtro esterilizado
Turbidez		
$t=5$ min	0,97	0,56
$t=4$ h	0,87	0,62
$t=8$ h	0,84	0,66
Levaduras Viables (Células/100 ml)		
$t=5$ min	70	<1
$t=4$ h	20	<1
$t=8$ h	10	<1

Vino de control: turbidez-1,25 NTU, levaduras viables = 500 células/100 ml.

filtro, de este modo, se previene cualquier deterioro organoléptico del vino. Sin embargo, se debe revisar la eliminación de olores desagradables o sabores no deseados mediante una degustación durante el enfriamiento.

Al final de la operación, se drena el agua del filtro y, al mismo tiempo, este se llena con vino. Sin embargo, después de mantener la cantidad de agua necesaria para la esterilización, un papel de filtro de 40 cm x 40 cm retiene aproximadamente 0,85 l de líquido. Por lo tanto, es esencial eliminar el primer vino que se filtra (al menos un litro por papel), ya que se encuentra altamente diluido y puede tener leves defectos organolépticos.

Al final del día, se debe drenar el filtro, desmontar (a menos que los mismos papeles de filtro se usen por varios días) y enjuagar con agua caliente. La limpieza química debería llevarse a cabo semanalmente con el uso de detergente.

Todas estas operaciones son fundamentales para prevenir la contaminación microbiana del vino, lo que podría convertirse fácilmente en un problema grave.

11.7.5 Filtración por medio de filtros lenticulares

En un filtro lenticular, los medios de filtro en base a celulosa idénticos a los que tienen los filtros de papel se montan en unidades cerradas, listas para usar (Figura 11.13). La

implementación es más sencilla y no existe riesgo de fugas a alta presión (un problema común en los filtros de bandeja).

Los filtros se encuentran disponibles en dos tamaños: 284 mm (12 pulgadas) de diámetro con un área de filtro de 1,8 m² y 410 mm (16 pulgadas) de diámetro con un área de filtro de 3,7 m². Es posible instalar de uno a cuatro filtros en la misma carcasa, para adaptar el área de filtro a la tasa de flujo requerida.

Para mantener costos de operación razonables, los mismos filtros deben poder usarse por varios días. Para obtener resultados satisfactorios, es necesario regenerar el filtro cada noche dejando correr agua a 45°C a través del sistema en la misma dirección de la filtración. Después de esto, se realiza la esterilización con agua a 90°C.

Estos filtros lenticulares brindan una clarificación satisfactoria en una sola operación, incluso después de varios días de funcionamiento, dado que los vinos ya han sido parcialmente clarificados, por ejemplo, vinos tintos envejecidos en barrica. Sin embargo, la filtración estéril de los vinos dulces no es por ningún motivo un éxito garantizado (Serrano y Ribéreau-Gayon, 1991).

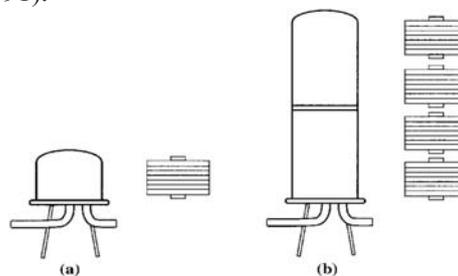


Fig. 11.13. Filtro lenticular. Carcasa adaptada con (a) un filtro y (b) cuatro filtros

11.8 FILTRACIÓN POR MEDIO DE MEMBRANAS

11.8.1 Introducción

La filtración con membrana se usa durante el embotellado, principalmente en casos en los que se requiere un embotellado estéril o al menos con bajos niveles de microorganismos

(Sección 11.3.4). El vino debe haber sido preparado adecuadamente para que se pueda ejecutar esta operación a una tasa de flujo satisfactoria, sin una obstrucción excesiva.

La composición de las membranas utilizadas para filtrar el vino fue presentada anteriormente (Sección 11.4.6). Los filtros de membrana se suministran como cartuchos listos para usar. La tasa de flujo depende de la cantidad de cartuchos instalados de manera paralela en cada unidad.

La eficiencia de una membrana para atrapar las partículas, o su valor de retención, depende del diámetro del poro, es decir, una membrana con un valor de retención de $0,5 \mu\text{m}$ retendrá todas las partículas con un diámetro superior a $0,5 \mu\text{m}$. Los filtros del vino se encuentran en el rango de microfiltración, con diámetros de poro que varían de $0,45$ a $1,2 \mu\text{m}$.

Normalmente, se usa un prefiltro para proteger las membranas y prevenir la colmatación excesivamente rápida. Un sistema de filtración industrial incluye una “unidad de prefiltro” y una “unidad de filtración final”, montadas en serie sobre la misma base.

11.8.2 Cartuchos de prefiltro

Hay dos categorías de prefiltros. Los “prefiltros en profundidad” son filtros gruesos que constan de fibra de vidrio o polipropileno, de manera aislada o mezclada con tierra de diatomeas o celulosa. Estos prefiltros retienen las partículas dentro de la capa de filtro mediante la adsorción y el tamizado, y tienen una alta capacidad de retención.

Los “prefiltros de superficie” retienen las partículas en su superficie. Estos están fabricados con ésteres de celulosa o capas de polipropileno; además, tienen una buena retención específica. Los prefiltros no siempre están definidos por su valor de retención. El valor dado, por ejemplo $3 \mu\text{m}$, con frecuencia corresponde a un valor de retención nominal. En este caso, una proporción variable de partículas con un

diámetro mayor a las $3 \mu\text{m}$ puede pasar a través del filtro.

La retención específica se mide con el uso del mismo procedimiento y expresa la cantidad total de partículas que el filtro puede retener antes de que se bloquee. La retención específica depende de la densidad del filtro: mientras más comprimidas están las fibras, más rápido se bloquea el filtro. La capacidad y eficiencia son dos características opuestas, pero complementarias.

Los prefiltros están diseñados para mejorar el rendimiento de la filtración final. Estos no pueden garantizar una calidad de clarificación perfecta o una retención total de microorganismos.

11.8.3 Preparación de los vinos para la filtración: Pruebas de filtración

Para obtener buenos resultados con los filtros de membrana, primero se deben eliminar las impurezas más grandes del vino para reducir su índice de colmatación; de este modo, la tasa de flujo será satisfactoria. Este proceso podría requerir de la filtración por medio de una preplaca de tierra de diatomeas. Sin embargo, los sistemas de “tierra gruesa” ($1,48 \mu\text{m}^2$), que son los apropiados para preparar los vinos para la filtración por medio de papel, no son efectivos para este proceso. Las tasas de flujo de los filtros de membranas (aproximadamente de 150 l/h/m^2) son muy bajas, incluso a altas presiones (3 bares), y el filtro se obstruye rápidamente. Las tierras relativamente finas ($0,05 \mu\text{m}^2$) se deben usar en la prefiltración para garantizar tasas de flujo satisfactorias (400 l/h/m^2) durante la filtración por medio de membranas.

Se utiliza un sistema parecido al de la Figura 11.12 (Sección 11.7.2) en las pruebas de filtrabilidad que predicen el comportamiento del vino durante la filtración por medio de membranas, es decir, el índice de colmatación y V_{max} (volumen máximo filtrado antes de la obstrucción).

El índice de colmatación (IC) se obtiene al medir la diferencia entre el tiempo que toma filtrar 200 ml y 400 ml de vino a través de

una membrana con un diámetro de poro de 0,65 μm y un área de superficie de 3,9 cm^2 , a una presión de 2 bares. La fórmula es la siguiente:

$$\text{IC} = T_{400} - 2T_{200}$$

No siempre se pueden recolectar 400 ml de filtrado si el vino obstruye el sistema muy rápido. Si este es el caso, se observa la producción del volumen filtrado en 5 min. Las mediciones del índice de colmatación de las membranas también se utilizan para predecir el comportamiento de la filtración por medio de papel (Sección 11.7.2).

V_{max} (Gaillard, 1984) se calcula usando la misma fórmula para la filtración por medio de papel (Sección 11.7.2), a pesar de que el método experimental es diferente. La producción del volumen filtrado de la membrana a una presión de 1 bar se observa entre 2 min y 5 min después. La fórmula (Sección 11.2.3) es la siguiente:

$$V_{\text{max}} = \frac{5 - 2}{5/V_5 - 2/V_2}$$

o

$$V_{\text{max}} = \frac{3(V_5 \times V_2)}{5V_2 - 2V_5}$$

La práctica ha demostrado que, para obtener una buena clarificación con una tasa de flujo satisfactoria, los vinos deben tener un índice de colmatación (IC) menor a 20 o, posiblemente a 30, con V_{max} mayor que 4000 ml o al menos 2500 ml.

11.8.4 Selección de los parámetros de filtración

Las membranas con un diámetro de poro de 1,2 μm se utilizan solo cuando se tienen que eliminar las levaduras, mientras que las membranas de 0,65 μm o incluso de 0,45 μm se utilizan cuando se tienen que eliminar las levaduras y las bacterias. Estas membranas son muy delgadas (150 μm). La adsorción se puede considerar como mínima debido a su altísima porosidad. Las membranas también

funcionan con tamizado y detienen todas las partículas que son más grandes que el diámetro del poro en la superficie de la membrana.

La tasa de flujo teórica especificada por el fabricante del filtro para obtener vinos adecuadamente preparados es de 800 l/h/m^2 o 1440 l/h en un cartucho de 1,8 m^2 (diámetro de 30 pulgadas). No obstante, para aumentar la vida útil de un medio de filtro antes de una obstrucción total, se recomienda sobredimensionar el sistema para que, de este modo, pueda operar a capacidad media, es decir, 400 l/h/m^2 o 720 l/h en un cartucho de 1,8 m^2 . Estas tasas de flujo se pueden mantener con una presión diferencial menor a 1 bar. También, se recomienda que opere a presiones diferenciales bajas para minimizar la obstrucción, a pesar de que las membranas están diseñadas para soportar 7 bares.

Como en la filtración por medio de papel, la tasa de flujo constante de la embotelladora determina la cantidad de cartuchos que hay que usar. Se ha calculado que se necesitan tres cartuchos de 30 pulgadas (superficie de filtro de 1,8 m^2 cada uno y tasa de flujo de 720 l/h) para suministrar una línea de embotellado que opera a 3000 botellas/h o 2500 l/h . Las membranas de filtro se deben usar por varias semanas, o incluso meses, antes de que se obstruyan completamente y hagan el sistema rentable.

Cada mañana, el sistema se debe esterilizar antes de que la filtración comience, como se describió en la sección de los filtros de papel (Sección 11.7.4). El líquido esterilizante, ya sea vapor o agua a 90°C, circula a baja presión en la misma dirección

Tabla 11.10. Características de las membranas Pall (Gautier, 1984)

Diámetro de poro de la membrana (μm)	Punto de burbuja (bar)	Prueba de integridad (bar)
0,45	1,3	1
0,65	1,1	0,9
1,2	0,7	0,6

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

Tabla 11.11. Filtración de un vino tinto mediante cartuchos de prefiltro y membranas (Serrano, documento inédito)

	Índice de colmatación (IC)	Turbidez (NTU)	Levaduras viables (células/100 ml)	Bacterias viables (células/100 ml)
<i>Primer día</i>				
Entrada del filtro	27	0,28	500	1100
Salida del prefiltro	18	0,17	5	80
Salida del filtro de membrana	17	0,16	<1	<1
<i>Segundo día</i>				
Entrada del filtro	26	0,29	1200	20000
Salida del prefiltro	21	0,21	2	240
Salida del filtro de membrana	27	0,28	<1	<1
<i>Tercer día</i>				
Entrada del filtro	21	0,40	2400	27000
Salida del prefiltro	18	0,24	4	3800
Salida del filtro de membrana	16	0,20	<1	1

que la filtración. El agua se debe prefiltrar para evitar que dañe las membranas. Una vez que el equipo haya sido esterilizado, es enfriado con agua fría previamente filtrada.

Todos los días, antes de que el sistema de filtración comience a funcionar, se deben realizar dos pruebas (prueba de difusión y prueba del punto de burbuja) para comprobar la integridad de las membranas húmedas y para revisar los sellos herméticos una vez que el filtro se haya enfriado. Se entregan detalles en las instrucciones de los fabricantes de las membranas. Estas revisiones son indispensables para garantizar que los medios de filtro operen con una eficiencia óptima (Tabla 11.10).

Las membranas se deben regenerar después de cada ciclo de filtración diario para asegurar una vida útil óptima. El agua a 40°C previamente filtrada circula a través del sistema durante aproximadamente 15 min, normalmente en la misma dirección que la filtración. Luego, la temperatura del agua es aumentada a 90°C y el filtro es esterilizado durante aproximadamente 20 min. Los cartuchos de prefiltro se tratan de la misma manera, con la excepción de que el agua puede ir en dirección opuesta a la filtración en los procesos de regeneración y esterilización.

Cuando todas las operaciones anteriores al proceso se realizan de manera eficiente, la filtración simultánea con cartuchos de prefiltro y membranas entrega buenos

resultados en términos de calidad de clarificación (Tabla 11.11). La calidad se mantiene alta durante muchos días con tasas de flujo satisfactorias. No obstante, se ha observado que esta técnica, combinada con los procesos de clarificación preliminares necesarios, puede tener un mayor efecto en la concentración de polisacáridos que la filtración por medio de papel (Sección 11.10.2); por lo tanto, se debe utilizar con cuidado. Las condiciones de operación adecuadas son esenciales y los resultados de la filtración se deben monitorear cuidadosamente.

La filtración por medio de membrana debe brindar una clarificación perfecta antes del embotellado. Se dice que la filtración es “baja en microbios” si la población residual viable no supera 1 germen por 100 ml y es considerada “estéril” si el valor se reduce a no más de 1 germen por botella.

11.9 FILTRACIÓN TANGENCIAL

11.9.1 Principios

Las técnicas de filtración estándar son conocidas como “frontal” o “transversal”, debido a que el líquido circula de forma perpendicular a la superficie del filtro. Las partículas atrapadas forman una “torta” que puede ser parte del mecanismo de clarificación. Esta “torta” también provoca que el filtro se obstruya gradualmente.

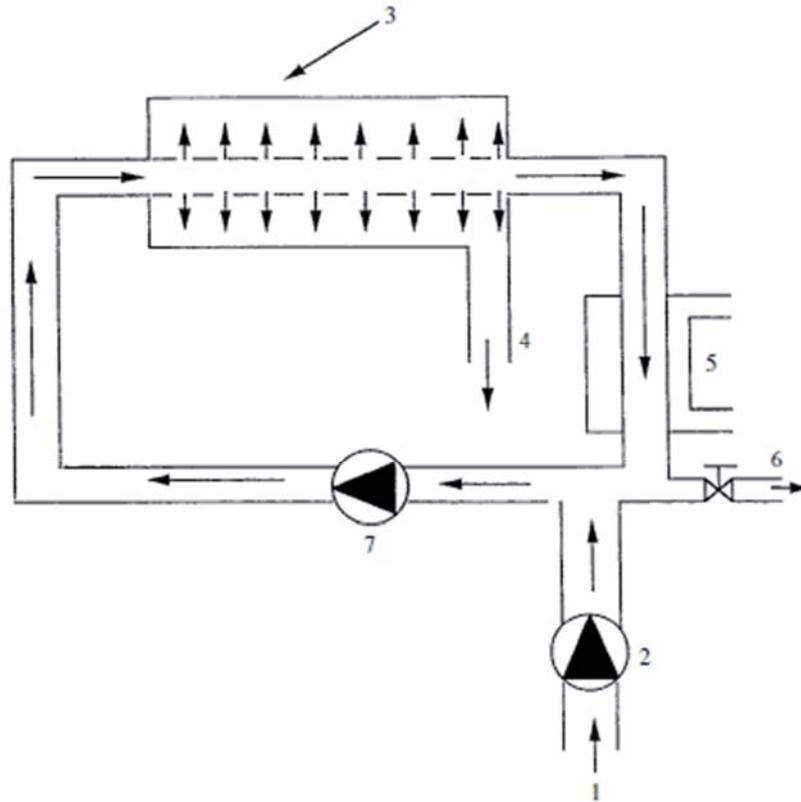


Fig. 11.14. Diagrama esquemático de la filtración tangencial: 1, entrada del líquido a clarificar; 2, bomba de alta presión; 3, módulo que contiene la membrana de filtración; 4, salida del líquido clarificado; 5, sistema de enfriamiento; 6, salida ajustable para el concentrado que contiene las impurezas; 7, bomba de circulación

En la filtración tangencial (Guimberteau, 1993; Donèche, 1994), el flujo es paralelo a la superficie del filtro (Figura 11.14), la que está formada por una membrana con poros relativamente pequeños. El flujo mantiene la presión excesiva en el líquido de alimentación, provocando que una pequeña cantidad fluya a través de la membrana (3), donde se clarifica (4). Las partículas sólidas no se acumulan debido a que el líquido que fluye las elimina constantemente. La eficiencia de la clarificación se regula al ajustar la presión (2), la tasa de flujo del líquido a clarificar (1) y la tasa de evacuación del filtrado (6). La presión excesiva calienta el líquido, por lo que se necesita un proceso de refrigeración para enfriar el sistema (5).

En la práctica, no se pueden evitar las obstrucciones, a pesar de que ocurren con mucha menor frecuencia en la filtración tangencial que en la transversal. La obstrucción puede generar una simple acumulación de sustancias atrapadas, o estas pueden interactuar con la superficie de la membrana. Debido a que la obstrucción es dañina para el rendimiento, se minimiza al variar los parámetros hidrodinámicos (tasa de circulación, temperatura, presión, etc.), las características de los productos a clarificar o el tipo de membranas y sus propiedades. Por lo general, estos filtros están equipados con sistemas desobstructores que operan al momento de invertir el flujo del líquido.

Se hace una distinción entre la ultrafiltra-

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

ción tangencial (diámetro de poro de 0,1 a 0,001 μm) y la microfiltración tangencial (diámetro de poro de 10 a 0,1 μm). En la práctica, es inevitable que se produzca cierto grado de colmatación, que tiende a reducir el tamaño de los poros. Por lo tanto, la distinción entre estos dos tipos de filtración no es tan clara como podría parecer.

Los primeros intentos por aplicar la filtración tangencial en la producción de los vinos dependían de membranas de ultrafiltración que probablemente atrapaban no sólo partículas en suspensión, sino también macromoléculas coloidales. En particular, se buscaba eliminar las proteínas inestables de los vinos blancos, pero se hizo evidente de inmediato que las características analíticas y organolépticas de los vinos blancos estaban sujetas a profundas modificaciones bajo estas condiciones.

Sin embargo, se han desarrollado varias aplicaciones enológicas utilizando membranas de microfiltración con diámetros de poro promedio entre 0,1 y 1 μm . En vinos sin tratar, se puede esperar lograr claridad y estabilidad microbiológica en una sola operación sin afectar su composición. Las mejoras en las técnicas de producción de membranas y una mayor diversidad en sus características han dado como resultado la disponibilidad de equipos adecuados para una gran cantidad de objetivos diferentes.

11.9.2 Aplicaciones en la producción de vinos

La microfiltración tangencial ha sido utilizada en muchas aplicaciones de tratamiento del vino durante los últimos 10 años. Ahora, las membranas apropiadas están disponibles para la clarificación del mosto o de vinos sin tratar, así como para la clarificación final de vinos prefiltrados. Esta técnica también puede ser una alternativa a la filtración por medio de preplacas de tierra de diatomeas, especialmente en casos donde la expulsión de desechos podría provocar contaminación excesiva. Sin embargo, la microfiltración tangencial aún posee dos grandes desventajas: la baja y costosa producción por hora por

m^2 de superficie de filtro, en comparación con los métodos de filtración tradicional.

Se han sugerido varias aplicaciones:

1. Eliminación del sedimento del mosto de uva blanca: la clarificación es excelente. Puede incluso ser excesiva, lo que provocaría dificultades durante el proceso de fermentación. Las ventajas técnicas y económicas de esta técnica no han sido demostradas con claridad.
2. Preparación de bebidas de uva con bajo contenido alcohólico— jugo de uva, jugo efervescente de uva y bebidas parcialmente fermentadas: la microfiltración tangencial da como resultado productos claros y libres de microorganismos que pueden ser almacenados en contenedores estériles hasta que sean tratados por inestabilidad de proteína (tratamiento de bentonita) y de tartrato (estabilización por frío).
3. Clarificación de vinos: ahora es posible integrar la microfiltración tangencial en el proceso de producción del vino, especialmente para los vinos blancos, ya que logran mejores tasas de flujo que los tintos. La microfiltración tangencial puede usarse al final de la fermentación para garantizar la estabilización microbiológica o para preparar los vinos para el embotellado. Sin embargo, ciertos aspectos técnicos del proceso lo hacen incompatible con las operaciones de embotellado. Los productores de vino también tienen que estar conscientes del riesgo de eliminar coloides de proteína y carbohidratos de alto peso molecular que no solo son una parte integral de la composición del vino, sino también de sus características organolépticas. Los fenoles en los vinos tintos tienden a obstruir las membranas y a reducir las tasas de flujo. Es más, existe preocupación por el hecho de que estos fenoles puedan ser modificados, lo que daría como resultado una deterioración en el color.

Una comparación de la efectividad de

distintos tipos de filtración al clarificar vino (Serrano, 1994) destaca las bajas tasas de flujo de la microfiltración tangencial en relación con la filtración por medio de kieselguhr (Tabla 11.12). Lo anterior es particularmente cierto en los vinos tintos. Sin embargo, las tasas de flujo son más altas que aquellas observadas en pruebas tempranas. La colmatación de ninguna forma resulta insignificante y explica por qué es posible obtener una tasa de flujo más baja con una membrana orgánica de 0,4 μm que con una membrana inorgánica de 0,2 μm .

Todos los tipos de microfiltración tangencial producen una clarificación de mejor calidad que las logradas con filtración por medio de una preplaca de kieselguhr. Sin embargo, los filtrados no siempre son estériles, en particular cuando la desobstrucción por flujo inverso ha destruido la capa de polarización.

El análisis muestra que las concentraciones de polisacáridos y productos de fermentación volátiles en los vinos blancos se ven reducidas por la microfiltración tangencial, si se compara con la filtración por medio de una preplaca de kieselguhr. Las antocianinas y

los taninos se ven afectados en los vinos tintos. Sin embargo, en vista de las modificaciones naturales que afectan a los vinos durante el envejecimiento, estas diferencias tienden a volverse menos notorias con el paso del tiempo. Las pruebas estándar que se usan en el análisis organoléptico no identificaron ninguna diferencia significativa (margen de 5%) después de que las muestras habían sido conservadas por periodos de 1, 6 y 12 meses.

De hecho, este tipo de microfiltración tangencial no es un método para lograr la clarificación final, es más bien una alternativa a la filtración por medio de una preplaca de kieselguhr para preparar los vinos (o por lo menos los vinos blancos) para la filtración final. Las tasas de flujo necesitarían mejorarse y los costos operativos reducirse para que esta técnica se desarrollara a un nivel industrial más amplio. También debería tenerse en cuenta que este proceso genera un residuo líquido que requiere tratamiento para evitar que las expulsiones de estos sean altamente contaminantes, a pesar de que la ausencia de kieselguhr da como resultado unos desechos menos contaminados que los residuos de filtración con tierra.

Tabla 11.12. Aplicación de distintas técnicas de filtración a un vino blanco después de ser afinado con alúmina de sangre (8 g/hl) y a un vino tinto después de ser afinado con gelatina (8 g/hl) (Serrano *et al.*, 1992)

	Control	Filtración por medio de preplaca y kieselguhr	Filtración tangencial		
			Membrana inorgánica 0,2 μm	Membrana inorgánica 0,2 μm , con desobstrucción de flujo inverso	Membrana orgánica 0,4 μm
Tasa de flujo (l/h/m^2)					
Vino blanco		1020	137	245	68
Vino tinto		950	85	150	57
Turbidez (NTU)					
Vino blanco	7,00	0,32	0,26	0,60	0,28
Vino tinto	3,00	0,51	0,22	0,21	0,10
Levaduras viables (células/100 ml)					
Vino blanco	30.000	1400	<1	10	<1
Vino tinto	200.000	4200	16	110	5
Bacterias viables (células/100 ml)					
Vino blanco	7200	6500	130	850	50
Vino tinto	Incontables	16000	8500	12500	500

Condiciones hidrodinámicas: presión diferencial transmembrana, 0,7-1,3 bares; tasa de flujo tangencial, 2-3 m/s; concentrado eliminado, menos del 0,2%.

4. Clarificación de lías de afinado: la microfiltración tangencial, usando membranas con diámetros de poro entre 0,2 y 0,8 μm , fue comparada con un filtro rotatorio de vacío (Serrano, 1994). Las tasas de flujo fueron más bajas (50 a 100 l/h/m^2 en vez de 350 a 500 l/h/m^2), pero la clarificación fue superior, tanto en lo que se refiere a una turbidez mucho más baja como a la eliminación de microorganismos. Las pérdidas de vino también fueron bajas: 0,2% en vez de 4% a 6% con filtros rotatorios. Las modificaciones en la composición química fueron menos notorias, especialmente en los compuestos volátiles y de dióxido de carbono, los que fueron fácilmente eliminados por el filtro rotatorio de vacío. Las pruebas de degustación no identificaron diferencias significativas (margen 5%).

11.10 EFECTO DE LA FILTRACIÓN EN LA COMPOSICIÓN Y EL CARÁCTER ORGANOLÉPTICO DEL VINO

11.10.1 Distintos efectos de la filtración

La demanda de los consumidores está en los vinos que son claros y estables. No obstante, la calidad del vino puede verse afectada por un tratamiento excesivo y no recomendado. Se sabe que la filtración tiene efectos potencialmente dañinos y es criticada especialmente por hacer a los vinos más delgados. La filtración justo antes del embotellado a veces es cuestionada por estos motivos, pero las críticas son a menudo injustificadas. La filtración controlada adecuadamente tiene efectos positivos en la calidad, mientras que el tratamiento excesivo o descuidado puede tener un efecto definitivamente negativo. En la filtración, al igual que en todos los otros tratamientos aplicados al vino, las condiciones y el cuidado adecuados son esenciales. Los productores de vino son los responsables de

decidir con precisión qué operaciones son necesarias.

Deberían tenerse en cuenta las numerosas y posibles consecuencias de la filtración. Además de cambios en la composición química (descritos en el siguiente párrafo), la filtración puede ser responsable de fenómenos secundarios, debido a las técnicas operacionales o a la utilización de equipo de filtración de baja calidad. Estos problemas pueden, y deberían, evitarse.

El primer punto importante es que se debe prevenir el contacto con el aire durante la filtración. Los efectos negativos a veces atribuidos a la filtración a menudo se deben simplemente a la penetración del aire durante el bombeo, que es una parte necesaria del proceso. El vino se puede saturar con oxígeno cuando sale del filtro, mientras pierde dióxido de carbono al mismo tiempo. Esto puede causar la quiebra férrica o una pérdida de aroma, sobre todo en los vinos con bajo contenido de SO_2 libre. Se debe proteger el vino de estos riesgos, controlando que los sistemas de filtración sean herméticos y purificándolos para eliminar el aire.

También debe hacerse hincapié en que los medios de filtro de baja calidad pueden transmitir contaminantes de tierra, papel o tela al vino. Generalmente, solo algunos de los primeros litros de vino se ven afectados, pero el defecto puede ser más persistente en ciertos casos. Los malos sabores provenientes de los papeles de filtro hechos a base de celulosa son los más comunes. Los fabricantes recomiendan lavar el sistema con varios litros de agua filtrada por papel. Esta operación también enfría el filtro después de la esterilización (Sección 11.9.4). Es fácil determinar si algunos de los malos sabores fueron eliminados al probarlos. Puede ser necesario el uso de 10 a 20 litros de agua por papel de filtro para eliminar los malos sabores completamente.

La tela, especialmente el algodón, y los filtros de tierra de diatomeas también pueden ser responsables de transmitir malos sabores adquiridos en las áreas de almacenamiento

húmedas y con poca ventilación.

11.10.2 Las modificaciones en la composición del vino y sus efectos en el sabor

Si se toman las precauciones antes mencionadas, la calidad del vino no debería verse afectada a medida que pasa a través de la superficie del filtro. Después de todo, la filtración tiene por objeto eliminar la turbidez, cuerpos extraños e impurezas que, con el tiempo, forman las lías. Sería inapropiado sugerir que estas sustancias contribuyen de manera positiva en el sabor.

Al contrario de lo que se cree, el vino claro siempre sabe mejor que el mismo vino con incluso un poco de turbidez. Además, los vinos elaborados a partir de uvas afectadas por la putrefacción y los vinos de prensa pierden al menos parte de su amargura y aspereza después de la filtración, lo que se traduce en una mejora definitiva. La filtración por medio de papeles de filtro finos o la esterilización de membranas no afectan el sabor, siempre y cuando estas operaciones

sean controladas cuidadosamente. La diferencia se aprecia más en los vinos jóvenes con un alto contenido de partículas y microorganismos que se vuelven más refinados y adquieren elegancia gracias a una filtración temprana por medio de preplacas de tierra de diatomeas.

Sin embargo, la capacidad de separación de algunos medios de filtro les permite eliminar las macromoléculas que forman una parte integral de la estructura del vino, junto con la turbidez. Estas macromoléculas contribuyen al carácter de un vino, no sólo mediante la producción de una impresión de plenitud y suavidad, sino también actuando como fijadores de aroma. El carácter aromático de un vino bien puede ser alterado si se eliminan estas sustancias.

Serrano y Paetzold (1994) publicaron resultados experimentales sobre la influencia de los diferentes tipos de filtración en la composición química (polisacáridos, fenoles, alcoholes superiores, ácidos grasos y ésteres) y el impacto de estas modificaciones en el sabor. A continuación se mencionan algunas de sus conclusiones (Tablas 11.13 y 11.14).

Tabla 11.13. Efectos de diferentes tipos de filtración sobre la composición química de un vino blanco (resultados en mg/l) (Serrano y Paetzold, 1994)

	Control	Kieselguhr grueso (2,2 μm^2)	Kieselguhr fino (0,34 μm^2)	Filtro de papel para clarificación, prefiltrado por medio de kieselguhr grueso (2,2 μm^2)	Filtro de papel para la esterilización, prefiltrado por medio de kieselguhr grueso (2,2 μm^2)	Membrana: 0,65 μm^2 , prefiltrado por medio de kieselguhr fino (0,34 μm^2)
OD 420	0,084	0,087	0,083	0,079	0,080	0,078
Taninos	71	69	68	67	68	66
Polisacáridos	570	540	517	521	518	454
Totales						
Alcoholes superiores (total)	317	312	312	308	309	291
Acetatos de alcoholes superiores (total)	3,5	3,5	3,4	3,4	3,2	2,9
Ácidos grasos volátiles (total)	14,3	14	12,8	13,8	13,7	12,3
Ésteres etílicos de ácidos grasos (total)	4,3	4,2	4,0	4,4	4,0	4,8

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

Tabla 11.14. Efectos de diferentes tipos de filtración sobre la composición química de un vino tinto (Serrano y Paetzold, 1994)

	Control	Kieselguhr grueso (1,4 μm^2)	Kieselguhr fino (0,05 μm^2)	Filtro de papel para clarificación, prefiltrado por medio de kieselguhr grueso (1,4 μm^2)	Filtro de papel para la esterilización, prefiltrado por medio de kieselguhr grueso (1,4 μm^2)	Membrana: 0,65 μm^2 , prefiltrado por medio de kieselguhr fino (0,05 μm^2)
Polisacáridos libres (mg/l)	426	420	389	380	385	342
Polisacáridos totales (mg/l)	650	630	607	625	620	562
Índice de compuestos fenólicos (D280)	41	40	39	40	39	37
Taninos (g/l)	2,7	2,6	2,4	2,5	2,4	2,3
Antocianinas totales (mg/l)	252	243	225	240	230	208
Intensidad del color	0,53	0,54	0,62	0,59	0,59	0,59
Tono	0,81	0,79	0,81	0,78	0,80	0,80

1. La filtración por medio de una preplaca de tierra de diatomeas gruesa (2,2 μm^2 y 1,4 μm^2) no afectó a la composición química. La misma operación con tierra fina (0,34 μm^2) redujo los contenidos de polisacáridos y taninos condensados en un 10%. No se identificaron efectos organolépticos cuando las muestras se probaron un mes después de la filtración.
2. Ni la clarificación ni la esterilización de los filtros de papel causaron cambios más perceptibles que los filtros de tierra fina. Se observó una reducción de los ésteres de fermentación, a pesar de que los terpenos en los vinos Moscatel no se vieron afectados. No se identificaron diferencias importantes cuando se degustaron los vinos.
3. No es recomendable, ni útil, filtrar los vinos en una preplaca de tierra de diatomeas fina (0,34 μm^2) antes de filtrarlos por medio de filtros de papel.
4. La filtración por medio de membranas (0,65 micras) causó una reducción más notoria en los polisacáridos, fenoles y ésteres que la filtración por medio de filtros de papel. Los aromas del Moscatel no se vieron afectados. Sin embargo, no se encontraron diferencias importantes cuando los vinos se dejaron reposar durante un mes después de la filtración y luego se degustaron.
5. Las primeras pruebas de filtración tangencial mostraron que tuvo un gran impacto en la composición del vino, sobre todo en el color de los vinos tintos. En consecuencia, se observó una disminución de la calidad. Las membranas disponibles en la actualidad no tienen un efecto tan perjudicial en la composición del vino. Sin embargo, sigue siendo cierto que esta técnica se debe utilizar con mucho cuidado y es esencial un control de calidad permanente.
6. Es importante no filtrar los vinos demasiadas veces, ya que cada operación puede tener un efecto perjudicial. Cada vino debe ser clarificado por un proceso bien definido, tratándolo lo menos posible.

11.10.3 Comparación de los efectos del afinado y la filtración

Una clara ventaja de la filtración sobre el afinado es la velocidad de este último. La

claridad es inmediata, incluso en un vino turbio, por supuesto, siempre y cuando la obstrucción no sea excesiva. Sin embargo, el afinado conduce a una mayor estabilidad, ya que afecta a los coloides inestables. Estos todavía pueden encontrarse diluidos después de que se clarifica el vino, pero es probable que floculen después, causando turbidez que formará depósitos de sedimentos. El afinado es particularmente efectivo en la eliminación de materia colorante coloidal del vino tinto y en la prevención de la quiebra férrica.

En la práctica, cuando se prepara el vino para el embotellado, ninguna de estas dos técnicas son excluyentes y, si es necesario, se pueden utilizar una después de la otra. El afinado antes de la filtración mejora el rendimiento del filtro al floccular las partículas en suspensión de forma que causen menos obstrucciones. La filtración también atrapa las levaduras y las bacterias de manera más eficiente cuando el vino ya ha sido afinado.

Es posible afinar vinos jóvenes muy turbios más pronto si es que se han filtrado, incluso de manera tosca. Los agentes de afinado son más eficaces cuando algunos de los mucílagos y la materia en suspensión ya han sido eliminados por medio de la filtración.

Por supuesto, las condiciones de afinado afectan la composición de un vino aún más que la filtración. Afinar vinos tintos con agentes de afinado de proteínas o bentonita reduce su color incluso más que la filtración y tienden a hacerlos parecer con menos cuerpo.

11.10.4 Filtración antes del embotellado de vinos finos

Los vinos tintos finos no deben ser embotellados sin filtración a no ser que se tomen las precauciones necesarias. Algunos vinos aún no están del todo claros después de 18 o 24 meses de envejecimiento en barricas, especialmente si no han sido afinados. Si estos vinos se embotellan sin filtración, un sedimento de compuestos fenólicos inestables y, más importante aún, microorganismos, pueden formarse en el cristal. En algunos casos, esto lleva al desarrollo de malos olores. Aunque la presencia de las bacterias acéticas

y lácticas del género *Oenococcus* no representan una amenaza real para el desarrollo del vino, las bacterias lácticas del género *Pediococcus* y levaduras del género *Dekkera* (*Brettanomyces*) son mucho más peligrosas (Millet, 2001). La filtración es generalmente aconsejable en estos casos, dependiendo de los niveles de población residual y el estado fisiológico de las células de los microorganismos. Si la filtración es controlada correctamente, no debería afectar las características de degustación del vino (Sección 11.10.2); los resultados insatisfactorios por lo general se deben a malas condiciones de funcionamiento.

Resulta difícil imaginarse embotellar los grandes vinos blancos sin haberlos filtrado, ya que cualquier problema con la claridad es evidente inmediatamente. Además, se corre el riesgo de que ocurra la fermentación maloláctica en botella en vinos que contienen ácido málico.

11.11 CENTRIFUGACIÓN

11.11.1 Fuerza centrífuga

El material que está en suspensión en el vino se puede filtrar naturalmente por sedimentación, a una velocidad proporcional al diámetro al cuadrado de las partículas y a la diferencia entre la densidad de las partículas y del líquido. Esta velocidad también es inversamente proporcional a la viscosidad del medio. Además, la sedimentación de la partícula está sometida al factor g : aceleración debido al campo gravitacional de la tierra.

El objetivo de la centrifugación es acelerar la decantación del sedimento al rotarlo rápidamente alrededor de un eje. El sedimento se aleja del eje debido a la fuerza centrífuga y, al mismo tiempo, la fuerza gravitacional se multiplica por un factor considerable, proporcional a la velocidad de rotación al cuadrado. El factor de aceleración se define de la siguiente manera:

$$f = \frac{r\omega^2}{g}$$

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

Donde r = radio de la partícula, ω = velocidad de rotación centrífuga, g = aceleración debido a la gravedad ($9,81 \text{ m/s}^2$). Una partícula que gira en una centrífuga entre 4000-5000 rpm está sometida a una fuerza que es mil veces mayor que g . Es más, la separación de partícula se acelera por la corta distancia que tiene el sedimento para descender (unos pocos milímetros), en comparación con las largas distancias (varios metros) en otros contenedores de vino.

El volumen del líquido tratado está limitado por la capacidad del sistema, pero esta limitación se supera mediante el uso de centrifugas continuas. El líquido turbio se vierte en la centrífuga y sus impurezas son eliminadas. La centrífuga se detiene solo para eliminar el sedimento y para limpiarla cuando la cámara de sedimentación está llena.

La sedimentación de las partículas está sometida a las fuerzas que surgen de la rotación y velocidad del líquido por clarificar, es decir, su tasa de flujo. Para operar con un rendimiento alto, los sistemas deben tener una superficie de separación amplia y una altura de sedimentación pequeña. Por ello, las centrifugas se dividen en tazones o discos que se separan por unos pocos milímetros. Las operaciones de separación que hayan necesitado varios días, o incluso semanas, por sedimentación espontánea en contenedores altos se demoran solo unos cuantos segundos.

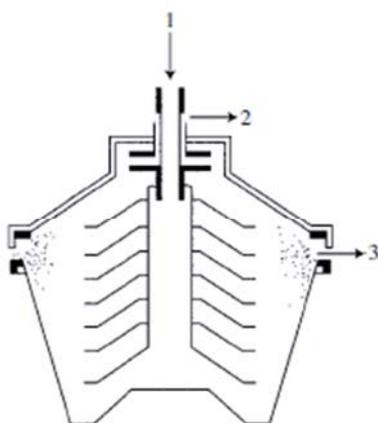


Fig. 11.15. Diagrama de una centrífuga continua con un tazón de apertura automática para la eliminación regular de las lías; 1, alimentación; 2, salida del líquido clarificado; 3, salida del sedimento

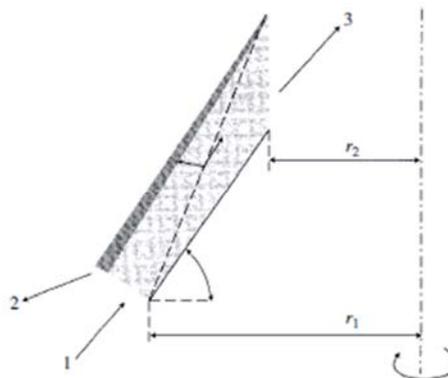


Fig. 11.16. Diagrama de corte de un disco de la centrífuga: 1, entrada de líquido a clarificar; 2, salida del sedimento; 3, salida del líquido clarificado

11.11.2 Centrifugas industriales

Las centrifugas que se utilizan para la clarificación del vino son separadores de disco (Figura 11.15). Dentro del tazón, una pila troncocónica, conocida como “discos”, divide el líquido en una gran cantidad de capas delgadas. Esto disminuye la distancia que separa a las partículas sólidas y acelera la clarificación. El líquido que será tratado se introduce en el centro del tazón y se distribuye hacia el exterior. Después el vino se mueve hacia arriba a través de los espacios que hay entre los discos, desde afuera hacia el centro del tazón. Las partículas se filtran por la acción de la fuerza centrífuga y se recolectan en la parte inferior del disco superior (Figura 11.16). La salida del líquido clarificado se encuentra en la parte superior del tazón. El sedimento escurre por los discos y se recolecta en la “cámara de sedimentación” que se ubica en la parte exterior del tazón. El sedimento se puede descargar continuamente a través de las salidas en el tazón. En la mayoría de los sistemas, los sedimentos se eliminan periódicamente. La alimentación se detiene y el tazón se abre para limpiarlo a través de un sistema automático. Este proceso de limpieza se puede controlar de tres maneras: por medio de una válvula solenoide conectada a un temporizador automático que funciona a intervalos fijos, por medio de un nefelómetro

que monitorea la claridad en la salida o por medio de un mecanismo que detecta obstrucciones en el tazón. Los sedimentos se eliminan con agua a presión o aire comprimido, lo que evita que se mezcle el agua con el vino y genera un subproducto seco que produce menor contaminación.

Las centrífugas estándar, con velocidades de rotación que alcanzan entre 5000 y 10000 rpm, rinden entre 10 y 200 hl/h (hasta 300 hl/h). Las centrífugas de alto rendimiento, con velocidades de rotación entre 15000 y 20000 rpm tiene un factor *g* alto (entre 14000 y 15000) y pueden eliminar las partículas más pequeñas (bacterias).

11.11.3 Uso de la centrifugación para tratar el vino

Las centrífugas corresponden a sistemas de clarificación universal que se pueden utilizar para el mosto y el vino en varias etapas del proceso de vinificación. Principalmente, estas se instalan en viñas grandes debido a sus importantes gastos por concepto de inversión de capital. La mayoría de las centrífugas que se usan en la vinificación son separadoras de discos con eliminación del sedimento regular y automática.

Esta técnica es particularmente eficiente cuando la filtración no se puede utilizar de forma directa, especialmente en la producción del vino blanco. Este es un método rápido para obtener vinos claros, equilibrados y listos para consumirlos sin agregar cantidades excesivas de dióxido de azufre. Además disminuye las pérdidas de vinos criados en lías, que siempre son difíciles de procesar sin contaminar el medioambiente. Las centrífugas deben funcionar al aire libre lo suficiente como para evitar la oxidación en exceso.

A continuación, se presentan algunos de los usos que se les dan a las centrífugas en la vinificación del vino blanco.

1. Clarificación del mosto después del prensado: esta es bastante efectiva en el caso que el mosto no tenga un contenido

tan alto de partículas sólidas. Puede ser preferible centrifugar solo los depósitos que produjo la decantación estática.

2. Clarificación durante la fermentación: al repetir varias veces este proceso, se puede estabilizar el vino permanentemente por medio de la eliminación gradual de levadura y nutrientes nitrogenados.
3. Clarificación de vino blanco nuevo al término de la fermentación: esta operación es particularmente útil para eliminar la levadura luego de que se ha agregado brandy en vinos fortificados. Otro efecto deseado es una disminución en las mezclas de dióxido de azufre. Más aún, la centrifugación temprana facilita la filtración posterior. La centrifugación es tan eficiente en la eliminación de la levadura como la filtración, logrando eliminar sobre el 99%, incluso con tasas de flujo altas. Sin embargo, las centrífugas de alto rendimiento se necesitan para lograr un buen nivel de claridad y para maximizar la eliminación de bacterias.
4. Clarificación de vino tinto nuevo antes de que pasen a las barricas.
5. Clarificación de vinos después del afinado: este proceso genera un vino perfectamente claro en una o dos operaciones, mientras que la sedimentación natural puede tardar tres o cuatro semanas. El afinado de las lías también se puede centrifugar.
6. Facilitación de la precipitación del tartrato: simplemente al centrifugar un vino se puede provocar la precipitación de hidrógeno tartrato de potasio. Esto se puede deber a la eliminación de coloides protectores o los efectos de la violenta agitación. Además, se sugiere la centrifugación como una técnica para eliminar los cristales de tartrato después de la estabilización en frío, especialmente en el proceso de contacto, que incluye grandes cantidades de cristales pequeños.

Clarificación del Vino mediante la Filtración y Centrifugación

En vista de la abrasividad de estos cristales, no se puede prever que todos sean eliminados por centrifugación. Normalmente, la mayor parte de los cristales son eliminados mediante un separador hidrociclón y la clarificación finaliza en una centrifuga estándar.

REFERENCIAS

- Donèche B. (1994) *Les Acquisitions Récentes dans les Traitements Physiques du Vin*. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- Dubourdiou D. (1982) *Recherches sur les polysaccharides secrétés par Botrytis cinerea dans la baie de raisin*. Thèse Doctorat Université de Bordeaux II.
- Gaillard M. (1984) *Vigne et Vin*, 362, 22.
- Gautier B. (1984) *Aspects Pratiques de la Filtration des Vins*. Bourgogne-Publication, La Chapelle de Guinchay.
- Guimberteau G. (1993) La clarification des moûts et des vins. *J. Int. Sci. Vigne et Vin*, hors série.
- Lafon-Lafourcade S. and Joyeux A. (1979) *Conn. Vigne Vin*, 13 (4), 295.
- Mietton-Peuchot M. (1984) Contribution à l'étude de la microfiltration tangentielle. Application à la filtration des boissons. Thèse Docteur Ingénieur, Institut National Polytechnique, Toulouse.
- Millet V. (2001) Dynamique et survie des populations bactériennes dans les vins rouges au cours de l'élevage: interactions et équilibres. Thèse Doctorat, Université Victor Segalen Bordeaux 2.
- Millet V. and Lonvaud-Funel A. (2000) *Lett. Appl. Microbiol.*, 30, 136.
- Molina R. (1992) *Técnicas de Filtración en la Enología*. A. Madrid Vicente Ediciones, Espagne.
- Paetzold M. (1993) La clarification des moûts et des vins (ed. G. Guimberteau). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, hors série, Bordeaux.
- Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Ribéreau-Gayon P. and Sudraud P. (1977) *Sciences et Technique du Vin*, Vol. IV: *Clarification et Stabilization. Matériels et Installations*. Dunod, Paris.
- Serrano M. (1981) Etude théorique de la filtration des vins sur plaques. Thèse Doctorat, Université de Bordeaux II.
- Serrano M. (1984) *Conn. Vigne Vin*, 18 (2), 127.
- Serrano M. (1993) La clarification des moûts et des vins (ed. G. Guimberteau). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, hors série, Bordeaux.
- Serrano M. (1994) *Les Acquisitions Récentes dans les Traitements Physiques du Vin* (ed. B. Donèche). Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- Serrano M. and Paetzold M. (1994) *Les Acquisitions Récentes dans les Traitements Physiques du Vin* (ed. B. Donèche). Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- Serrano M. and Ribéreau-Gayon P. (1991) *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 25 (4), 229.
- Serrano M., Pontens B. and Ribéreau-Gayon P. (1992) *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 26 (2), 97.

2.1 Notas de traducción

1. **PCR:** La Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) es una técnica "*in vitro*" que imita la habilidad natural de la célula de duplicar el ADN. La sigla no cuenta con una traducción estandarizada en español por lo que se ocupa PCR ya que viene directamente del nombre en inglés de dicha técnica, *Polymerase Chain Reaction*.

2. **Torta de filtración:** (del inglés *earth cake*). Debido a que la traducción literal (“torta de tierra”) del término original no existe en la lengua meta, se decidió utilizar la traducción de un sinónimo presente en el texto, “torta de filtración” (del inglés *filtration cake*) para darle una mayor uniformidad y formalidad a la terminología.

3. **NTU (*nephelometric turbidity units*):** (en español, unidad nefelométrica de turbidez: UNT). Unidad de medida de la turbidez de líquidos. A pesar de que la sigla tiene un equivalente en español, se ha mantenido la forma del inglés de acuerdo a las preferencias del cliente.

3. ENCARGO DE TRADUCCIÓN

A continuación, se presenta la información de nuestro cliente, enóloga Rosario Álvarez, los detalles del texto fuente y los del texto meta.

3.1 Información del cliente

Nombre	Rosario Álvarez
Teléfono	96557854
Dirección	Fundo El Rosario s/n, Lagunillas, Casablanca
Correo electrónico	rosario@matetic.com

3.2 Información del trabajo

3.2.1 Detalles del texto fuente

Título	Chapter 11: Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation Handbook of Enology Volume 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments
Autor	P. Ribéreau-Gayon Y. Glories A. Maujean D. Dubourdieu
Función	Informativa – Descriptiva
Género	Manual
Número de palabras	14.779 palabras
Formato del archivo	PDF

3.2.2 Detalles del texto meta

Escopo	<p>La función principal del texto meta es de carácter informativo y descriptivo, pues los receptores de este texto serán expertos o semilegos que quieran profundizar en su conocimiento. No está dirigido para el público general y esto podemos determinarlo por el alto contenido de términos especializados, gráficos y figuras químicas.</p> <p>El cliente sugirió que se mantuvieran formato, estilo y propósito del texto original, siempre y cuando no produjeran errores en el texto meta.</p>
Destinatario	Enólogos, estudiantes de agronomía y sommeliers que se estén especializando en esta área y no comprendan el idioma inglés.
Fecha de entrega	15/07/2014
Mantener el formato	Sí
Formato de entrega	PDF

4. PROBLEMAS DE TRADUCCIÓN

En esta sección presentaremos veintiún problemas de traducción con los que tuvimos que lidiar. Estos fueron clasificados según la teoría de Christiane Nord (2005), y se explican en detalle las técnicas (Hurtado, 2007) o estrategias utilizadas para solucionarlos.

Problema 1	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente The V_{\max} value is used, together with the <i>fouling index</i> (Section 11.8.3), to predict the behavior of an industrial filtration process.</p>
	<p>Texto meta El valor de V_{\max} se usa junto con el <i>índice de colmatación</i> (Sección 11.8.3) para predecir el comportamiento del proceso de filtración industrial.</p>
	<p>Estrategia usada Glosarios bilingües, textos paralelos y conocimientos del experto temático</p>
	<p>Justificación Este problema de traducción surgió en la sección 11.2.3 (<i>Filtration with Gradual Clogging of the Pores</i>) y lo clasificamos como problema lingüístico ya que está focalizado en un término especializado particular.</p> <p>Al momento de traducir esta oración del texto, nos encontramos con el término <i>fouling index</i> que, al ser especializado, decidimos buscar su traducción en glosarios temáticos y fue aquí donde surgió el problema.</p> <p>Debido a la poca variedad de glosarios sobre enología, nos vimos en la obligación de recurrir a diccionarios más generales en donde encontramos dos traducciones distintas: por un lado, <i>índice de densidad de sedimentos</i> y, por el otro, <i>índice de ensuciamiento</i>. Para poder definir si estas dos traducciones eran intercambiables, utilizamos textos paralelos y, a pesar de que nos encontramos con otras variantes como <i>ensuciamiento coloidal</i>, llegamos a la conclusión de que sí lo eran y todas se referían, según el Centro Canario del Agua (2012), a un <i>procedimiento para calcular el grado de bloqueo o “ensuciamiento” de las membranas debido a la contaminación en forma de partículas coloidales</i>. Sin embargo, al existir más de dos variantes decidimos consultar con los enólogos para que nos orientaran y nos comentaran qué término es el más recurrente o sus preferencias como clientes.</p> <p>Finalmente, los enólogos nos expresaron que el término que ellos preferían y que utilizaban era <i>índice de colmatación</i>, por lo que nuestra decisión se basó en este último recurso.</p>

Problema 2	<p>Clasificación Problema específico del texto y lingüístico</p>
	<p>Texto fuente The porosity of flat-sheet filters, membranes and filtration adjuvants such as kieselguhr may be as high as 80% <i>or here</i>.</p>
	<p>Texto meta La porosidad de filtros de papel, membranas y coadyuvantes de filtración, tales como el kieselguhr, puede alcanzar el 80% <i>o más</i>.</p>
	<p>Estrategia usada Diccionarios monolingües, textos paralelos, foros de gramática inglesa y hablantes nativos</p>
	<p>Justificación Este problema se originó al traducir la sección 11.4.1 (<i>Properties</i>) y lo clasificamos como un problema específico del texto ya que pudimos identificar que existía un error de escritura en el texto fuente y como un problema lingüístico porque afecta la coherencia del texto.</p> <p>Al hacer una primera lectura del texto, nos percatamos de que el complemento “<i>or here</i>” no era coherente y estaba fuera de contexto, por lo que nuestro primer paso fue indagar en diccionarios monolingües en inglés, revisar textos paralelos y foros de gramática inglesa y consultar con hablantes nativos para establecer posibles usos poco frecuentes de la frase.</p> <p>Los hablantes nativos nos dijeron que no tenía sentido dentro del contexto y que probablemente era un error de tipeo; esto, junto con la investigación que realizamos, nos ayudó a descartar la opción anterior y nuestro segundo paso fue leer nuevamente el texto fuente para extraer el sentido de la oración y, a partir de él, brindar una traducción aproximada de lo que los autores quisieron expresar.</p> <p>Al analizar el contexto de la oración, nos dimos cuenta que existía una comparación inmediatamente antes de la frase problemática en “<i>as high as 80% or here</i>”, donde “<i>high</i>” juega un papel importante al entregarnos el índice de porosidad de los elementos (alto) por lo que, de acuerdo a la documentación y conocimientos previos, concluimos que lo que seguía a esa comparación era “<i>or more</i>”.</p> <p>Nuestro último paso fue la traducción de la frase en contexto que resultó en “<i>o más</i>”.</p>

Problema 3	<p>Clasificación Problema específico del texto y lingüístico</p>
	<p>Texto fuente This process is mainly used for very turbid liquids such as white must, <i>deposits left when must has settled, yeast lees, fining lees</i> (particle concentrations above 3% by volume) and new wines (particle concentrations between 0.5 and 2% by volume).</p>
	<p>Texto meta Este proceso se usa principalmente en los líquidos muy turbios, como el mosto blanco <i>cuando, junto a este, quedan depósitos de lías de levadura y de afinado reposando en el fondo</i> (concentraciones de partículas sobre el 3% por volumen) y los vinos nuevos (concentraciones de partículas entre 0,5% y 2% por volumen).</p>
	<p>Estrategia usada Textos paralelos, hablantes nativos y cambio de puntuación</p>
	<p>Justificación Este problema surgió en la sección 11.3.2 (<i>Determining the Solid Content</i>) y lo clasificamos como específico del texto y lingüístico porque la puntuación del texto fuente dificulta la comprensión y coherencia del mismo y, por consiguiente, la traducción.</p> <p>El problema que se presentó en este párrafo fue específicamente de comprensión debido a que las comas que separan los elementos en “<i>This process is mainly used for very turbid liquids such as white must, deposits left when must has settled, yeast lees, fining lees</i>” dan a entender que las lías (<i>lees</i>) son ejemplos de líquidos muy turbios, lo que no sería imposible dado que estas son contenidos sólidos.</p> <p>Luego de una exhaustiva revisión del párrafo en contexto junto con la información rescatada de textos paralelos, identificamos que el problema era la redacción del texto fuente y comprendimos que estos elementos entre comas (<i>yeast lees</i> y <i>fining lees</i>) era información adicional y su función era ejemplificar la turbidez del mosto blanco.</p> <p>Para estar seguras de que nuestra comprensión del párrafo era la acertada, recurrimos a hablantes nativos para que corroboraran o desestimaran nuestra propuesta.</p> <p>Finalmente, los hablantes nativos confirmaron nuestro planteamiento y decidimos que, para evitar la ambigüedad del texto fuente, reinterpretaríamos la oración, cambiaríamos la puntuación y el orden.</p>

Problema 4	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente Filtration through diatomaceous earth (or kieselguhr) <i>precoats</i></p>
	<p>Texto meta Filtración a través de <i>preplacas</i> de tierra de diatomeas (o kieselguhr)</p>
	<p>Estrategia usada Glosario bilingüe y consulta al experto</p>
	<p>Justificación El problema con este término surgió en el índice del capítulo y lo clasificamos como un problema lingüístico, ya que se enfoca en un término especializado determinado.</p> <p>Durante la traducción del índice nos encontramos con el término <i>precoats</i>. Lo primero que hicimos fue consultar los glosarios que teníamos a disposición y leer distintos textos sobre enología. Como resultado, se encontraron tres equivalentes: “recubiertos”, “preplacas” y “precapas”. Sin embargo, no estábamos seguras de qué término seleccionar para la traducción, por lo que decidimos consultar a un experto del área de enología.</p> <p>Nos comunicamos con distintos expertos de una viña de la zona de San Antonio y les hicimos las preguntas correspondientes. De acuerdo a sus conocimientos, el término más utilizado como equivalente en español es “preplaca”, respuesta en la que basamos nuestra decisión.</p>

Problema 5	<p>Clasificación Problema pragmático y lingüístico</p>
	<p>Texto fuente <i>It has been observed experimentally, and explained theoretically</i> (Serrano, 1981), that the filtration behavior of a not very concentrated suspension, such as wine (particle content less than 1%), obeys different physical laws according to the type of porous material used to remove the solids.</p>
	<p>Texto meta <i>Se ha observado por medio de experimentos y explicado de forma teórica</i> (Serrano, 1981) que el comportamiento de la filtración de una suspensión no tan concentrada, como el vino (contenido de partícula menos del 1%) obedece a distintas normas físicas de acuerdo al tipo de material del poro utilizado para quitar las partículas sólidas.</p>
	<p>Estrategia usada Diccionario de dudas en la lengua meta</p>
	<p>Justificación Este problema surgió en la introducción del capítulo a traducir y lo clasificamos, por un lado, como problema pragmático ya que responde a una diferencia de uso de la estructura de voz pasiva en la lengua del texto fuente (inglés) y en la del texto meta (español) y, por otro lado, como problema lingüístico porque está centrado en la sintaxis.</p> <p>El problema se manifestó en el proceso de edición al tratar de buscar la naturalidad del texto, lo que constituye la parte pragmática del problema. Nuestra primera opción fue cambiar el orden de la oración, lo que constituye la parte lingüística del problema, para utilizar la voz activa en español ya que, de acuerdo con el diccionario que consultamos, es la estructura más natural del español. Sin embargo, la oración es demasiado extensa como para realizar este cambio por lo que nuestra segunda opción fue mantener la voz pasiva. A pesar de que en español existe la voz pasiva perifrástica (como la que se presenta en este ejemplo del texto fuente), en este caso no lograba la naturalidad que buscábamos y, finalmente, decidimos utilizar la voz pasiva refleja ya que le proporciona fluidez al texto en español, se logra una traducción adecuada y no altera de forma significativa el texto meta con respecto al original.</p>

Problema 6	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente It is supplemented with biphenyl (0.015% in ethanol) to prevent mold development and <i>0.01% chloramphenicol</i> to inhibit bacterial growth.</p>
	<p>Texto meta Se le agrega bifenilo (0,015% en etanol) para prevenir el desarrollo de moho y <i>cloranfenicol al 0,01%</i> para inhibir el crecimiento de bacterias.</p>
	<p>Estrategia usada Textos paralelos y expertos temáticos</p>
	<p>Justificación Este problema surgió en la sección 11.3.4 (<i>Microbiological Analyses</i>) y lo clasificamos como un problema lingüístico porque se trata de una frase especializada relacionada con las diferencias estructurales de cada lengua, pero que se origina a partir de una dificultad de traducción por problemas de comprensión.</p> <p>Al momento de traducir “<i>0.01% chloramphenicol</i>” nos encontramos con una dificultad de traducción porque no comprendíamos lo que quería decir el texto fuente. Nuestras opciones propuestas eran dos: “cloranfenicol al 0,01%” y “0,01% de cloranfenicol” y aunque sabíamos que existía una diferencia preposicional entre las dos lenguas (inglés y español), no teníamos claridad de las diferencias de significado, si es que existían.</p> <p>Para resolver este problema decidimos documentarnos para luego recurrir a los expertos temáticos, quienes nos señalaron que la opción correcta era la primera mencionada y que se refería a la disolución de cloranfenicol en un volumen de agua determinado, mientras que la segunda opción se refería al porcentaje de cloranfenicol en la estructura de otro compuesto total.</p> <p>Finalmente, utilizamos la propuesta que los expertos nos indicaron y la segunda opción la eliminamos debido a que no era coherente con el contexto.</p>

Problema 7	<p>Clasificación Problema debido a normas convencionales</p>
	<p>Texto fuente It is expressed in <i>Darcy units</i>. One Darcy corresponds to the permeability of a filter material 1 cm thick with a surface area of 1 cm² that lets through 1 ml/s of a liquid with a viscosity of 1 centipoise under a differential pressure of 1 bar.</p>
	<p>Texto meta Esta propiedad se mide en <i>micras</i>, unidad de medida que indica la permeabilidad de un material de filtro de 1 cm de grosor y con un área superficial de 1 cm², que permite el paso de 1 ml/s de un líquido que tiene una viscosidad de 1 centipoise y con una presión diferencial de 1 bar.</p>
	<p>Estrategia usada Documentación y expertos temáticos</p>
	<p>Justificación El problema surgió en la sección 11.4.1 (<i>Properties</i>) y evidentemente corresponde a la clasificación de las normas convencionales, debido a las diferencias de uso de las medidas existentes entre la lengua del texto fuente y la del texto meta.</p> <p>En un comienzo, nos documentamos para saber en qué consistían los “<i>Darcy units</i>” y saber si eran parte del sistema internacional de unidades. A partir de la búsqueda y de lo estudiado descubrimos que “darcy” se utilizaba en textos en español, por lo que decidimos mantener el término original. Sin embargo, preferimos consultar al especialista para respaldar la decisión que tomamos y nos explicó que esta unidad de medición no se usa en el país; en cambio, para medir la permeabilidad se utilizan las micras o micrómetros. Entonces, preferimos localizar el término y cambiarlo por micras para que además coincidiera con el encargo de traducción.</p>

Problema 8	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente A study of various chemical problems in wine showed severe clogging due to turbidity produced by <i>ferric casse</i> in white wines, protein flocculation caused by heating and precipitation of coloring matter in red wines.</p>
	<p>Texto meta Un estudio sobre los diferentes problemas químicos en el vino mostró una obstrucción grave debido a la turbidez provocada por la <i>quiebra férrica</i> en los vinos blancos y, por floculación de proteínas causada por el calor y la precipitación de materia colorante en los vinos tintos.</p>
	<p>Estrategia usada Glosarios, documentación y expertos temáticos</p>
	<p>Justificación Este problema se originó en la sección 11.5.2 (<i>Effect of the Type of Turbidity</i>) y lo clasificamos como un problema lingüístico porque se centra en un término determinado.</p> <p>Al traducir este párrafo nos encontramos con el término especializado “<i>ferric casse</i>” y nuestro primer paso fue buscar su traducción en glosarios. Al no aparecer su equivalente, decidimos documentarnos y buscar en textos tanto en inglés como en español para descubrir su significado y deducir una traducción aproximada para así buscar específicamente en la lengua meta.</p> <p>Durante la investigación, nos dimos cuenta que la unidad “<i>casse</i>” es de una tercera lengua, francés, lo que nos dificultó la búsqueda ya que la mayoría de la información relacionada a este término se encontraba en este idioma. Sin embargo, fue en este proceso en donde surgió el término “caseína” en un texto sobre la clarificación del vino por lo que, debido al contexto y su parecido en forma, lo utilizamos como el equivalente.</p> <p>Para asegurarnos de que ese era el equivalente, lo consultamos con expertos temáticos que nos señalaron que el término correcto era “quiebra férrica”, ya que “<i>casse</i>” es un defecto químico afecta la turbidez de los vinos y “<i>ferric</i>” es por las sales ferrosas que contienen todos los vinos las que, al entrar en contacto con el aire, se oxidan.</p> <p>A partir de lo anterior, nos dimos cuenta que utilizamos el término “caseína” a modo de falso cognado debido a la falta de conocimiento del tema. Por lo tanto, nuestra traducción se basó en las indicaciones de los expertos.</p>

Problema 9	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente <i>Filter trays</i> are usually made of stainless-steel mesh, but sometimes of synthetic fabric, metal cartridges or cellulose sheets.</p>
	<p>Texto meta <i>Las bandejas de filtro</i> por lo general están hechas de mallas de acero inoxidable, aunque a veces son de telas sintéticas, cartuchos metálicos o papeles de celulosa.</p>
	<p>Estrategia usada Glosario, documentación, consulta al experto</p>
	<p>Justificación Este problema pertenece a la sección 11.6.3 (<i>Filtration Equipment</i>) y, según la clasificación de Nord, lo identificamos como un problema lingüístico pues comparando las estructura de los textos existen diferencias en base a las dos lenguas.</p> <p>En una primera instancia, buscamos algún equivalente en un glosario, pero no tuvimos buenos resultados. Si bien, teníamos conocimiento previo de que “<i>tray</i>” significaba “bandeja” en el área de minería, no teníamos ningún respaldo de que también se podía utilizar en el área de la industria vitivinícola. Por lo tanto, decidimos documentarnos más sobre el tema del equipamiento que se utiliza en el proceso de filtración y las partes que componen estos equipos. Durante esta etapa, encontramos varias páginas web sobre empresas que se dedican a la fabricación de filtros y equipamiento relacionados con la producción del vino, de hecho, fue la primera instancia en que nos aproximamos al término “bandeja de filtro”, visualizamos una imagen de dicha tecnología y entendimos cuál era su aplicación: “El filtro de bandeja es adecuado para el lavado y/o secado de una amplia gama de tipos de lodo líquido, como de tratamiento de efluentes o ácidos pulidos en una amplia gama de industrias”. Finalmente, para corroborar la información que encontramos decidimos consultar con el experto, quien ratificó el término propuesto.</p>

Problema 10	<p>Clasificación Problema pragmático y lingüístico</p>
	<p>Texto fuente The fouling capacity of <i>the Botrytis cinerea</i> glucane is shown by the graph in Figure 11.5.</p>
	<p>Texto meta En la Figura 11.5, un gráfico muestra la capacidad de colmatación que tiene el glucano de <i>la Botrytis cinerea</i>, la que depende de la concentración de alcohol y de las condiciones bajo las que se procesan las uvas (Sección 9.4.2).</p>
	<p>Estrategia usada Documentación y expertos temáticos</p>
	<p>Justificación Este problema se presentó en la sección 11.5.2 (<i>Effect of the Type of Turbidity</i>) y lo clasificamos como problema pragmático y lingüístico.</p> <p>Debido al carácter científico de esta sección del capítulo a traducir, decidimos mantener el término en griego “<i>Botrytis cinerea</i>”, hongo que se hospeda principalmente en la uva, y el problema surgió a partir de la determinación del género de este término.</p> <p>Por un lado, el pragmático, no sabíamos el género del término por lo que no podíamos decidir cuál era el artículo definido correspondiente. Luego de investigar y documentarnos obtuvimos la clasificación y la definición del término y llegamos a la conclusión de que si era un hongo, el artículo debía ser masculino: “El hongo <i>Botrytis</i>”; sin embargo, cuando le planteamos la inquietud a los enólogos, nos comentaron que, en la práctica, el término va acompañado de un artículo femenino: “La <i>Botrytis</i>” ya que se hace referencia a la “enfermedad, plaga o podredumbre de <i>Botrytis</i>”. La clasificación como problema pragmático se fundamentó absolutamente por el uso de este término en la práctica, y, finalmente, fue esto lo que determinó que artículo usaríamos.</p> <p>Por el otro lado, el lingüístico, al no saber la correspondencia de género del término ya mencionado, tuvimos dificultad al traducir el párrafo para que fuera coherente para la audiencia especialista. Por lo que la clasificación lingüística se basó en el grado de coherencia que el uso del artículo correspondiente le da al párrafo.</p>

Problema 11	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente The retention of particles by a filter layer depends on two mechanisms, <i>screening</i> and adsorption.</p>
	<p>Texto meta La retención de partículas mediante una capa de filtración depende de dos mecanismos: <i>tamizado</i> y adsorción.</p>
	<p>Estrategia usada Documentación, diccionarios monolingües y textos paralelos</p>
	<p>Justificación Este problema surgió en la sección 11.4.5 (<i>Flat-sheet Filters and Lenticular Modules</i>) y lo clasificamos como un problema lingüístico porque se centra en un término determinado.</p> <p>Al momento de traducir esta sección del texto, nos encontramos con el término “<i>screening</i>” y, al no saber su significado, buscamos en diccionarios bilingües para tener una idea aproximada del término. En este proceso nos encontramos con que “<i>screening</i>” tenía más de una acepción, lo que nos complicó aún más. Investigamos cuál término era el adecuado para la temática en la que trabajamos y aún así no pudimos decidirnos por uno en particular debido a la falta de especialización. Comparamos con variados textos paralelos hasta encontrar uno muy específico de enología en el cual se referían al “tamizado” como un mecanismo paralelo a la adsorción.</p> <p>Finalmente, para asegurarnos de que nuestra opción era la correcta, optamos por consultarlo con una experta en el tema la que corroboró nuestra decisión.</p>

Problema 12	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente The operating parameters are as follows: (a) transmembrane differential pressure, (b) temperature, which affects viscosity, (c) flow rate and (d) <i>retentate outlet rate</i>.</p>
	<p>Texto meta Generalmente, estas membranas tienen larga vida útil y fáciles de limpiar y desinfectar. Los parámetros de operación son los siguientes: (a) presión diferencial transmembrana, (b) temperatura, la que afecta la viscosidad, (c) tasa de flujo y (d) <i>tasa de salida del material retenido</i>.</p>
	<p>Estrategia usada Glosario especializado, documentación y textos paralelos</p>
	<p>Justificación Este problema pertenece a la sección 11.4.6 (<i>Membranes</i>) y, según la clasificación de Nord, lo identificamos como un problema lingüístico, pues surge por las diferencias existentes a nivel estructural entre las dos lenguas.</p> <p>En primer lugar, buscamos el término “<i>retentate outlet rate</i>” en glosarios especializados bilingües y no obtuvimos ningún resultado satisfactorio, ya que una de las dificultades para poder resolver este problema fue que los recursos terminológicos relacionados con el área de la industria vitivinícola son limitados. Debido a que no encontramos ningún equivalente, decidimos documentarnos sobre las características y funciones principales de las membranas, pero de igual forma fue difícil encontrar textos de la lengua origen que traten específicamente este tema.</p> <p>A continuación, decidimos buscar el significado de “<i>retentate</i>” por separado y averiguamos que es la fracción del líquido que no atraviesa la membrana durante la filtración. Una vez conscientes de esta información, insistimos en obtener un equivalente del término y encontramos dos traducciones distintas: retenido y material retenido. Luego de discutir las opciones disponibles, optamos por el término “material retenido” ya que entrega una idea más completa de lo que quiere expresar el texto fuente. En relación a los términos <i>outlet</i> y <i>rate</i>, como grupo teníamos conocimiento previo con respecto a sus significados, por lo que la selección de los equivalentes fue sencilla.</p> <p>Finalmente, se determinó que la traducción es “tasa de salida del material retenido”.</p>

Problema 13	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente The horizontal trays are spun to eject the <i>earth cake</i>, which is then removed through a hatch at the bottom of the bell.</p>
	<p>Texto meta Las bandejas horizontales giran para expulsar la <i>torta de filtración</i>, que se saca a través de una apertura al fondo de la campana.</p>
	<p>Estrategia usada Textos paralelos, glosarios bilingües y documentación</p>
	<p>Justificación Este problema surgió en la Sección 11.6.3 (<i>Filtration Equipment</i>) y lo clasificamos como un problema lingüístico porque guarda relación con un término especializado.</p> <p>En primer lugar, buscamos el equivalente del término en un glosario especializado bilingüe; sin embargo, no tuvimos resultados positivos. En segundo lugar, decidimos investigar en textos en inglés para saber el significado del término y poder extraer el contexto de uso y en este paso fue en donde nos dimos cuenta que este término, “<i>earth cake</i>”, se utilizaba como sinónimo de <i>filtration cake</i> (en español, torta de filtración) en inglés y ambos se refieren a las acumulaciones de residuos a causa de los procesos de filtración, con la diferencia de que el primero se utiliza en la filtración por medio de tierras.</p> <p>En tercer lugar, comparamos textos paralelos con una traducción literal del término (“torta de tierra”), pero no encontramos coincidencias con esta traducción y pudimos observar que, en español, el término especializado que hace referencia a las acumulaciones antes mencionadas es “torta de filtración”.</p> <p>Finalmente, llegamos a la conclusión de que en español no existe un término equivalente que demuestre la diferencia que hay entre “<i>earth cake</i>” y “<i>filtration cake</i>”, por lo que nuestra opción de traducción se basó en nuestra investigación porque, a pesar de no ser específico como en inglés, es el término correcto en español.</p>

Problema 14	<p>Clasificación Problema pragmático y lingüístico</p>
	<p>Texto fuente <i>Azote</i> (Fig. 11.7)</p>
	<p>Texto meta <i>Nitrógeno</i> (Fig. 11.7)</p>
	<p>Estrategia usada Diccionarios monolingües, textos paralelos y documentación</p>
	<p>Justificación Este problema surgió en la Figura 11.7 (<i>Azote</i>) y lo clasificamos como un problema lingüístico debido a que tiene relación con un término y su equivalente en español. Además, es un problema pragmático, ya que tuvimos que tomar una decisión respecto a cuál término usar basándonos en el uso del mismo.</p> <p>Al encontrar el término “<i>azote</i>” en la Figura 11.7, inmediatamente pensamos que provenía de la palabra en español y buscamos si el término tenía alguna acepción relacionada con el campo de la química, pero en los diccionarios en español no aparecía nada al respecto. Por lo tanto, decidimos buscar en diccionarios monolingües de inglés y en documentos donde pensamos que el término podría aparecer. De esta manera descubrimos que “<i>azote</i>” es término utilizado para referirse al nitrógeno, pero está obsoleto.</p> <p>Una vez que supimos a qué se refería “<i>azote</i>” en texto original, investigamos cuál podría ser un término equivalente en español. La respuesta obvia era nitrógeno, pero, ya que “<i>azote</i>” es un término obsoleto, decidimos investigar en textos en español para saber si existía un término igualmente obsoleto para referirse al nitrógeno y descubrimos que el nitrógeno solía ser conocido como “<i>ázoe</i>” y su símbolo químico era Az.</p> <p>Habíamos dado con un término equivalente, pero nos preguntamos si era adecuado utilizar un término ya obsoleto en un texto dirigido a especialistas. Finalmente, llegamos a la conclusión de que debido a que era un texto que hablaba sobre las técnicas modernas de tratamiento del vino y a que está dirigido a especialistas, y basándonos en el hecho de que “<i>ázoe</i>” hace mucho tiempo dejó de ser utilizado por la comunidad científica, lo más adecuado era usar el término moderno, que es “nitrógeno”.</p>

Problema 15	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente Industrial trials showed that it was possible to use the same sheets for several days, provided that the filter was emptied at the end of the day, cleaned and fully sterilized by <i>running hot water</i> at 85°C through the entire system for 20 min, either in the same direction as the filtration flow or as a backwash.</p>
	<p>Texto meta Las pruebas industriales demostraron que fue posible utilizar los mismos papeles de filtro durante varios días, siempre y cuando el filtro se vacíe al final de la jornada, limpie y esterilice completamente <i>dejando fluir agua</i> a 85°C por todo el sistema durante 20 min, ya sea en la misma dirección del flujo de la filtración o a contracorriente.</p>
	<p>Estrategia usada Textos paralelos, glosarios, consulta a hablante nativo y técnicas de ampliación lingüística y de elisión</p>
	<p>Justificación Este problema de traducción surgió en la sección 11.7.3 (<i>Selecting Filtration Parameters</i>) y lo clasificamos como problema lingüístico porque está focalizado en un término particular.</p> <p>Al momento de traducir, nos encontramos con este problema que, en una primera instancia, tradujimos como “agua corriente”. Sin embargo, al momento de revisar y de analizar bien la oración, nos dimos cuenta de que en este contexto quizás no se hacía referencia al agua que sale de la llave, sino al agua que corría o fluía constantemente.</p> <p>Recurrimos a buscar en glosarios, en donde nos encontramos con el primer equivalente que teníamos para “<i>running water</i>”: “agua corriente”. Debido a que la mayoría de nosotras pensábamos que esa no era la traducción adecuada, optamos por buscar en textos paralelos lo que nos ayudó en cierta medida a disipar la duda de si estábamos en lo correcto o no y nos incentivó a indagar más.</p> <p>Por último, decidimos consultar con una hablante nativa para ver si corroboraba nuestra versión. Ella nos comentó que para que fuera agua corriente la frase tendría que ir precedida por la preposición “<i>with</i>” y no por “<i>by</i>” como es el caso de esta oración.</p> <p>Finalmente, decidimos que la traducción correcta resultaría de la ampliación lingüística “dejando fluir agua” ya que hace referencia a una corriente de agua y de la elisión de la unidad “<i>hot</i>”, ya que la traducción como “dejando fluir agua caliente a 85°C” sería repetitiva en español porque se entiende que a esa temperatura el agua está caliente.</p>

Problema 16	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente V_{\max} (Gaillard, 1984) is calculated using the same formula as that used for flat-sheet filtration (Section 11.7.2), although the experimental method is different. The volume <i>throughput</i> of the membrane at a pressure of 1 bar is noted after 2 and 5 mn.</p>
	<p>Texto meta V_{\max} (Gaillard, 1984) se calcula usando la misma fórmula para la filtración por medio de papel (Sección 11.7.2), a pesar de que el método experimental es diferente. La <i>producción</i> del volumen filtrado de la membrana a una presión de 1 bar se observa entre 2 y 5 min después.</p>
	<p>Estrategia usada Diccionarios monolingües y textos paralelos</p>
	<p>Justificación Este problema de traducción surgió en la sección 11.8.3 (<i>Preparing Wines for Filtration: Filtration Tests</i>) y lo clasificamos como problema lingüístico porque está focalizado en un término particular y su equivalente en español.</p> <p>En la etapa de edición, nos encontramos con el término “producción” como equivalente para “<i>throughput</i>”, lo que llamó nuestra atención porque en entregas anteriores habíamos utilizado el término “rendimiento” en la traducción.</p> <p>En primer lugar, buscamos la definición de los tres términos en los diccionarios monolingües correspondientes. Por un lado, según la tercera edición del <i>New Oxford American Dictionary</i> el término “<i>throughput</i>” significa “<i>the amount of work that is done, or the number of people that are dealt with, in a particular period of time</i>” y, por el otro lado, según la Real Academia Española el término “rendimiento” significa “proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados”, y el término “producción” significa “acción de producir”. Crear cosas o servicios con valor económico. Fabricar, elaborar cosas útiles.”</p> <p>En segundo lugar, revisamos el texto fuente para extraer el contexto en que el término estaba inserto y decidimos investigar en textos paralelos los dos términos en español. De este proceso pudimos rescatar que “rendimiento” se asocia con calidad y el término “producción” con cantidad.</p> <p>En tercer lugar, luego de discutir las opciones, llegamos a la conclusión de que el término “producción” era el que más se adecuaba al contexto del término en el texto fuente, ya que este se refiere a una cantidad específica; al contrario de otras secciones del texto meta en donde “<i>throughput</i>” aparece como “rendimiento”, por ejemplo en el tercer párrafo de la sección 11.7.1 (Introducción), ya que en ese contexto se refiere a la calidad de distintos tipos de papeles de filtro.</p>

Problema 17	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente If wines are properly prepared, these flow rates may be maintained for 8 hours, without the differential pressure in the filter exceeding <i>0.5–0.7 bar</i> (Serrano, 1981). If this is not the case, filtration will have to stop after only 4 or 5 hours. An excessive increase in pressure may even be required to continue filtering for that length of time. The effectiveness of the filter sheets is guaranteed up to 3 bar for clarifying sheets and 1.5 bar for sterilizing sheets. Clarification quality may be good at these high pressures, but they should be avoided as they tend to cause liquid to leak from the filter.</p>
	<p>Texto meta Si los vinos son preparados adecuadamente, estas tasas de flujo pueden mantenerse por 8 horas, sin que la presión diferencial en el filtro exceda el rango de <i>0,5 a 0,7 bares</i> (Serrano, 1981). De no ser este el caso, la filtración tendrá que detenerse después de solo 4 o 5 horas. Incluso podría ser necesario un aumento excesivo en la presión para que la filtración continúe por ese período de tiempo. La efectividad de los papeles de filtro está garantizada para alcanzar los 3 bares en el caso de los papeles de clarificación y 1,5 bares en el caso de los papeles de esterilización. La calidad de la clarificación puede ser buena bajo estas altas presiones, pero se deben evitar ya que tienden a causar fugas de líquido desde el filtro.</p>
	<p>Estrategia usada Documentación, foros y diccionarios de dudas</p>
	<p>Justificación Este problema de traducción se presentó en la sección 11.7.3 (<i>Selecting Filtration Parameters</i>) a raíz de la falta de experiencia como traductoras. Lo clasificamos como un problema lingüístico porque la complejidad surgió a partir de la notación de esta unidad.</p> <p>Nuestra primera traducción fue “...el rango de 0,5 a 0,7 bar...” y, en la etapa de revisión, nos dimos cuenta que la forma de la unidad de medida “<i>bar</i>” la habíamos calcado del inglés, lo que nos produjo inseguridad debido a que el valor de los números decimales era inferior a 1. Sabíamos que “1 bar” es singular y que “2 bares” es plural; sin embargo, se hace una diferencia entre el discurso hablado, en donde se expresa con claridad la pluralidad de, por ejemplo, 0,7 cm (cero coma siete centímetros) y el discurso escrito, en donde la notación de centímetros es “cm”.</p> <p>Para estar completamente seguras de nuestro equivalente, decidimos documentarnos principalmente con textos en español para verificar el uso del término y buscamos en foros la manera apropiada de escribir las unidades de medidas y los números en español. Según la primera edición del Diccionario Panhispánico de Dudas, “el sustantivo cuantificado por una expresión numérica decimal, incluso si esta designa cantidad inferior a la unidad, debe ir en plural.”</p> <p>Como grupo, decidimos guiarnos por el DPD, ya que de lo contrario la traducción hubiese estado errada.</p>

Problema 18	<p>Clasificación Problema debido a normas convencionales</p>
	<p>Texto fuente In order to achieve good results with membrane filters, the larger impurities must first be removed from the wine to reduce its fouling index, so that the flow rate will be satisfactory. This may involve filtration through a diatomaceous earth precoat. However, the ‘coarse earth’ (<i>1.5 Darcy</i>) systems, suitable for preparing wines for flatsheet filtration, are not effective in this instance. Membrane filter flow rates (on the order of 150 l/h/m²) are too low, even at high pressures (3 bar), and the filter clogs rapidly. Relatively fine earths (0.06 Darcy) must be used for prefiltration to ensure satisfactory flow rates (400 l/h/m²) during membrane filtration.</p>
	<p>Texto meta Para obtener buenos resultados con los filtros de membrana, primero se deben eliminar las impurezas más grandes del vino para reducir su índice de colmatación, de este modo, la tasa de flujo será satisfactoria. Este proceso podría requerir de la filtración por medio de una preplaca de tierra de diatomeas. Sin embargo, los sistemas de “tierra gruesa” (<i>1,48 μm²</i>), que son los apropiados para preparar los vinos para la filtración por medio de papel, no son efectivos para este proceso. Las tasas de flujo de los filtros de membranas (aproximadamente de 150 l/h/m²) son muy bajas, incluso a altas presiones (3 bares), y el filtro se obstruye rápidamente. Las tierras relativamente finas (<i>0,05 μm²</i>) se deben usar en la prefiltración para garantizar tasas de flujo satisfactorias (400 l/h/m²) durante la filtración por medio de membranas.</p>
	<p>Estrategia usada Documentación y consulta a expertos temáticos</p>
	<p>Justificación Este problema surgió en la sección 11.8.3 (<i>Preparing Wines for Filtration: Filtration Tests</i>) y lo clasificamos como un problema debido a normas de convención porque se focaliza en la conversión de unidades de medidas para que el texto se adecue a la lengua meta. Como ya lo habíamos mencionado en la primera entrega, la unidad de medida “darcy” se debe convertir a “micras”. Sin embargo, al convertir los “<i>1.5 Darcy</i>” de este párrafo, encontramos en documentos que las micras resultantes debían ser elevadas a 2, según la siguiente equivalencia del sistema internacional de unidades: “<i>One darcy (the traditional unit) equals 0.986 923 μm²</i>”, lo que nos confundió ya que nosotras no lo habíamos hecho en las otras conversiones. Para asegurarnos, investigamos y nos dimos cuenta que en casi ningún texto del área de enología se utilizaban las micras al cuadrado. Para disipar las dudas, consultamos con un experto temático quien nos explicó que, a pesar de que las micras sean una unidad de longitud, es correcto que el resultado de la conversión esté al cuadrado ya que están expresando una unidad de área, en este caso, el área que existe entre las partículas de tierras más finas o las partículas de tierras más gruesas. Por lo tanto, tuvimos que regirnos por la conversión del sistema internacional de unidades y corregir las conversiones anteriores.</p>

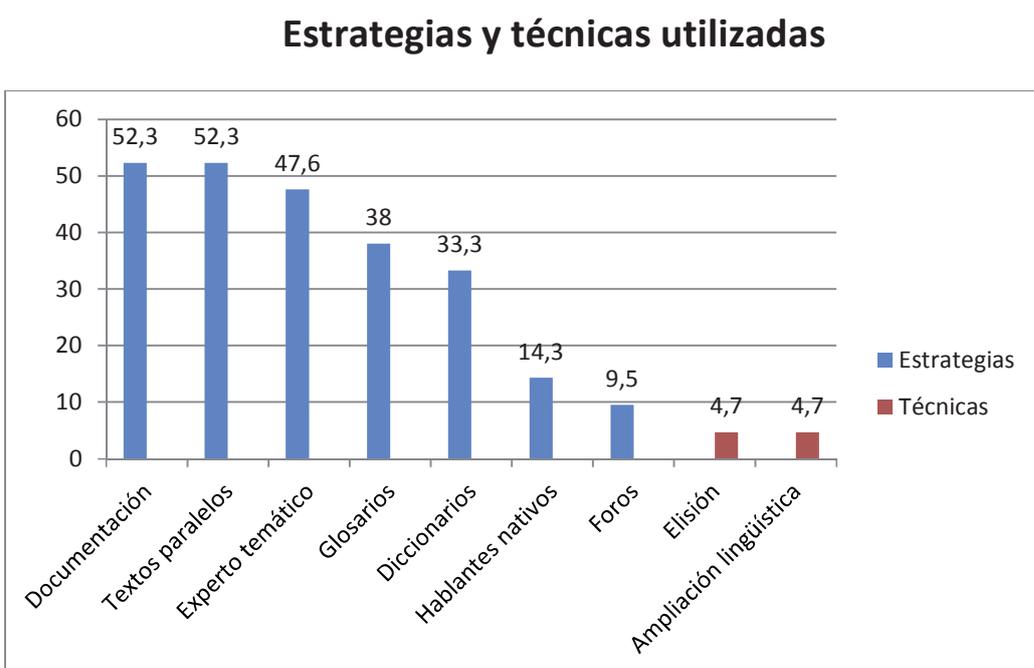
Problema 19	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente Modules are available in two sizes: 284 mm (12 inches) in diameter with a filter area of 1.8 m² and 410 mm (16 inches) in diameter with a filter area of 3.7 m². It is possible to install one to four modules in the same <i>case</i>, to adapt the filter area to the required flow rate.</p>
	<p>Texto meta Los filtros se encuentran disponibles en dos tamaños: 284 mm (12 pulgadas) de diámetro con un área de filtro de 1,8 m² y 410 mm (16 pulgadas) de diámetro con un área de filtro de 3,7 m². Es posible instalar de uno a cuatro filtros en la misma <i>carcasa</i>, para adaptar el área de filtro a la tasa de flujo requerida.</p>
	<p>Estrategia usada Consulta al experto, documentación</p>
	<p>Justificación Este problema de traducción surgió en la sección 11.7.5 (<i>Lenticular Module Filtration</i>) y lo clasificamos como problema lingüístico porque está focalizado en un término particular y su equivalente en español.</p> <p>En la primera versión, se tradujo la oración como “en el mismo caso”, pero al momento de editar, nos dimos cuenta de que la frase no tenía sentido en este contexto. De modo que, llegamos a la conclusión de que el término “<i>case</i>” debía tener otra acepción, una aplicable al tema de la enología y los filtros.</p> <p>Al buscar en glosario bilingües, no encontramos ningún equivalente que sirviera en este caso. Por lo tanto, decidimos recurrir a las imágenes y a partir de eso, a otros términos que tenían una definición similar, como “<i>casings</i>”, que aparece más adelante en el texto fuente, para encontrar el término correcto en español. Esta búsqueda nos permitió llegar a la conclusión de que el equivalente para el término “<i>case</i>” es <i>carcasa</i>.</p> <p>Para estar seguras de que la decisión que tomamos era la correcta, consultamos con el experto, quien confirmó que el término que se utiliza es <i>carcasa</i>.</p>

Problema 20	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente Flat-sheet filters (Section 11.4.5) <i>are supplied</i> as cardboard cartons, 40, 60 or 100 cm square.</p>
	<p>Texto meta Los filtros de papel (Sección 11.4.5) <i>están disponibles</i> en cajas de cartón de 40 cm², 60 cm² o 100 cm².</p>
	<p>Estrategia usada Diccionario monolingüe y bilingües, textos paralelos, discusión grupal</p>
	<p>Justificación Este problema de traducción surgió en la sección 11.7.1 (<i>Introduction</i>), y lo clasificamos como problema de carácter lingüístico, debido a las diferencias estructurales y lexicológicas que tienen ambas lenguas.</p> <p>Luego de utilizar algunas herramientas, al traducir esta sección decidimos emplear el término “son suministrados”, ya que es el equivalente que normalmente usamos en otras traducciones. Sin embargo, durante la edición nos percatamos de que el texto carecía de fluidez y que el término no tenía sentido en ese contexto. Por lo tanto, decidimos buscar otras alternativas y variantes en textos paralelos, pero los textos que pudimos documentar no tenían relación con el área de nuestra traducción y los contextos eran distintos.</p> <p>Al no encontrar respuestas satisfactorias, decidimos analizar el problema de manera grupal para encontrar una respuesta en base a nuestros conocimientos.</p> <p>Finalmente, luego de discutirlo como grupo, surgió la solución “disponible” ya que nos pareció apropiado para el contexto y le da más naturalidad al texto.</p>

Problema 21	<p>Clasificación Problema lingüístico</p>
	<p>Texto fuente Fig. 11.12. Diagram of a system used to determine filtration characteristics: 1, compressed air source; 2, feed vat; 3, pressure gauge; 4, valve; 5, <i>single disk filter</i> (surface area of 22 cm²); 6, purge valve; 7, graduated container.</p>
	<p>Texto meta Fig. 11.12. Diagrama de un sistema que se utiliza para determinar las características de la filtración: 1, fuente de aire comprimido; 2, tanque de alimentación; 3, manómetro; 4, válvula; 5, <i>filtro de disco único</i> (área superficial de 22 cm²); 6, válvula de purga; 7, contenedor graduado</p>
	<p>Estrategia usada Documentación, glosarios, consulta a experto</p>
	<p>Justificación Este problema de traducción surgió en la sección 11.7.2 (<i>Preparing Wines for Flat-sheet Filtration</i>) y lo clasificamos como problema lingüístico porque está focalizado en un término en particular.</p> <p>Como primera estrategia para resolver este problema, nos documentamos sobre máquinas de filtro en inglés y buscamos imágenes en las que pudiéramos apreciar las partes de la maquinaria; sin embargo, no encontramos dicho término tal y como aparece en el texto fuente. En vista de que no tuvimos éxito con la búsqueda, recurrimos a glosarios especializados del tema y buscamos “<i>disk filter</i>” para incrementar las posibilidades de la búsqueda y encontrar el término adecuado, pero esta búsqueda tampoco dio resultados.</p> <p>Finalmente, tuvimos que recurrir al experto porque no encontrábamos una opción convincente y al mostrarle la imagen y la documentación que habíamos recolectado nos respondió y nos dijo que se usaba el término “disco de filtro único”.</p>

5. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS PROBLEMAS DE TRADUCCIÓN

A continuación se presentan dos gráficos que representan (1) los problemas de traducción clasificados según la teoría de Christiane Nord (2005) y (2) las técnicas clasificadas según la teoría de Amparo Hurtado (2007) y estrategias que se encontraron a partir de un análisis cuantitativo de la sección anterior.



6. CONCLUSIÓN

Este proyecto se basó principalmente en la aplicación de la teoría de la traducción (Nord, 2005; Hurtado, 2007) en un trabajo práctico en el área de enología mediante la clasificación, solución y justificación de veintiún problemas planteados. De forma paralela, se desarrolló un taller de gestión profesional en el que simulamos ser una agencia de traducción con el fin de prepararnos para el futuro laboral y poder aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

En la parte teórica del trabajo, a modo de análisis utilizando la clasificación de Christiane Nord (2005), pudimos rescatar que la mayoría de los problemas que surgieron fueron lingüísticos (66,7%), seguidos por los problemas pragmáticos-lingüísticos (14,3%) y, por último, los problemas específicos del texto-lingüísticos y problemas debido a normas convencionales (9,5% cada uno). En lo referente a la solución de estos problemas, fundamentándose en las técnicas de Amparo Hurtado (2007) y en la utilización de estrategias variadas, pudimos constatar que la utilización de las estrategias fue la siguiente: documentación y textos paralelos, presentes en el 52,3% de las soluciones; consultas a expertos temáticos, presentes en el 47,6% de las soluciones; glosarios bilingües, en el 38%; diccionarios, en el 33,3%; consultas a hablantes nativos, en el 14,3%; consultas en foros, en el 9,5% y la utilización de las técnicas de elisión y ampliación lingüística, en el 4,7% cada una.

De lo anterior, concluimos que el hecho de que la mayoría de los problemas fueran lingüísticos y que las estrategias de resolución más usadas fueran la documentación, los textos paralelos y las consultas a los expertos temáticos se debió a la falta de experiencia en el área temática, ya que fue la primera traducción que realizamos en ese campo. y, por lo tanto, surgieron muchas dudas sobre términos especializados que para poder entenderlos necesitamos mucha documentación, contextualización y explicaciones. Sin embargo, a medida que avanzábamos en la traducción, los problemas lingüísticos fueron disminuyendo considerablemente porque estos términos se repetían a lo largo del texto.

En cuanto a los porcentajes bajos de los problemas debido a normas convencionales, específicos del texto y pragmáticos, esto se debió a que según el encargo de traducción, el texto meta debía mantener, dentro de lo posible, el mismo estilo, tono y situación del texto fuente y, por consiguiente, no hubo grandes cambios.

En la parte práctica, la metodología que utilizamos como grupo fue la misma que hemos estado usando desde hace tres años. Consiste en que cada integrante del grupo realice todas las funciones del proceso de traducción al mismo tiempo, es decir, cada una fue documentadora, terminóloga, traductora, editora y revisora. La organización consta de plazos o fechas de entrega para cada parte del proceso, lo que nos permite trabajar de forma más ordenada. Al momento de revisar, todas damos nuestras opiniones sobre las dudas o complicaciones que se presentan y discutimos de forma grupal cuál es la mejor opción para

cada situación. No se presentan mayores complicaciones ya que conocemos la forma y ritmo de trabajo de cada una.

Otro aspecto que queremos resaltar dentro de ambas partes mencionadas es el de la teoría de la traducción. Si bien tuvimos cursos de teorías en donde nos presentaron a Eugene Nida (1964), Reiss y Vermeer (1984), Katharina Reiss (1970), Christiane Nord (2005), Amparo Hurtado (2007), entre otros, y de los que adquirimos los conocimientos necesarios, el uso de la teoría de la traducción fue prácticamente un proceso inconsciente del que nos percatamos al momento de revisar que de traducir y fue más bien utilizada en la sección de los problemas de traducción.

En el taller de gestión profesional pudimos acercarnos más a lo que será nuestro futuro profesional, trabajar en equipo, bajo presión y responder a un superior que no fuera un profesor, sino un cliente exigente.

En cuanto a nuestra experiencia con este proyecto y lo que aprendimos de él en términos personales es que nos hizo ser más conscientes de nuestras fortalezas y debilidades. Una de las principales fortalezas que identificamos fue que el haber trabajado como grupo durante los últimos tres años nos permitió avanzar más rápido porque ya contábamos con una metodología de trabajo y conocíamos los ritmos de cada una de las integrantes. Otra fortaleza relevante fue el haber trabajado anteriormente en la identificación de este tipo de problemas en otros cursos, por lo que, en esta ocasión, el planteamiento y las soluciones dadas se mejoraron. La última fortaleza que consideramos importante mencionar fue tener el apoyo constante de expertos temáticos para resolver las dudas, en su mayoría relacionadas con términos específicos, ya que nos orientaron, contextualizaron y nos brindaron su ayuda en todo lo que les pedimos.

La debilidad más notoria que tuvimos fue nuestra inexperiencia en la traducción de textos sobre enología. Si bien contamos con la ayuda de especialistas, algunas secciones del texto eran muy complejas y presentaban tópicos que requerían conocimientos previos de, por ejemplo, química, provocando retrasos en la solución de problemas por invertir más tiempo en investigaciones variadas. Otra debilidad que tuvimos fue la de encontrar fuentes confiables dedicadas al tema. La última debilidad como grupo fue la de hacer coincidir los horarios para realizar el proyecto ya que todas trabajamos con horarios distintos.

Si bien pudimos rescatar experiencias diferentes de las tres partes que conforman el taller de titulación, de forma general, este proceso nos sirvió a nivel académico no solo para optar a un título, sino para lograr un mejor manejo de las propuestas teóricas como una parte esencial del respaldo o justificación de nuestro trabajo. También de manera personal y profesional para conocernos mejor y crear lazos con futuros colegas.

7. GLOSARIO

Clarificación	<i>Clarification</i>	Operación dirigida a hacer que el vino sea más claro y límpido. Aparte de la clarificación por sedimentación natural de los posos y partículas en suspensión en un vino, se obtiene también por encolado y filtraje, con el objetivo de hacer que el vino sea límpido. El colado se hace añadiendo materias proteicas, como la clara de huevo batida, que flocula con otras proteínas en suspensión. El nuevo compuesto formado, más pesado, se precipitará naturalmente en el fondo de la tina o bodega. Una filtración suave puede contribuir también, por acción mecánica, en la clarificación definitiva con finalidad de crianza.
Coadyuvantes	<i>Adjuvants</i>	Es una sustancia o materia, excluidos aparatos y utensilios, que no se consume como ingrediente alimenticio por sí misma y que se emplea intencionadamente en la elaboración de materias primas, alimentos o sus ingredientes, para lograr alguna finalidad tecnológica durante el tratamiento o la elaboración, pudiendo dar lugar a la presencia no intencionada, pero inevitable, de residuos o derivados en el producto final.
Ésteres	<i>Esters</i>	Los ésteres se forman por reacción entre un ácido y un alcohol. La reacción se produce con pérdida de agua. Se ha determinado que el agua se forma a partir del OH del ácido y el H del alcohol. Este proceso se llama esterificación. Pueden provenir de ácidos alifáticos o aromáticos. Se nombran como sales, reemplazando la terminación de los ácidos por “-oato” seguido del nombre del radical del alcohol.
Filtro de bandeja	<i>Tray filter</i>	El filtro de bandeja es adecuado para el lavado y/o secado de una amplia gama de tipos de lodo líquido, como de tratamiento de efluentes o ácidos pulidos en una amplia gama de industrias. Es totalmente resistente a la corrosión y la temperatura. También se presta a las aplicaciones incluidas con un gas inerte y puede ser manual o automático.

Lías	<i>Lees</i>	<p>Sustancias sólidas (sobre todo restos de levaduras) acumuladas en el fondo de los depósitos tras la fermentación del vino.</p>
Manómetro	<i>Pressure gauge</i>	<p>El manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local.</p> <p>En la mecánica la presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie.</p> <p>La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el sistema internacional de unidades (SI), la presión se expresa en newtons por metro cuadrado; un newton por metro cuadrado es un pascal (Pa). La atmósfera se define como 101.325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional.</p> <p>Cuando los manómetros deben indicar fluctuaciones rápidas de presión se suelen utilizar sensores piezoeléctricos o electrostáticos que proporcionan una respuesta instantánea.</p> <p>Hay que tener en cuenta que la mayoría de los manómetros miden la diferencia entre la presión del fluido y la presión atmosférica local, entonces hay que sumar ésta última al valor indicado por el manómetro para hallar la presión absoluta. Cuando se obtiene una medida negativa en el manómetro es debida a un vacío parcial.</p>
Micras	<i>Darcy</i>	<p>Una unidad de medida estándar de la permeabilidad. Un Darcy describe la permeabilidad de un medio poroso a través del cual se produce el pasaje de un centímetro cúbico de fluido que tiene un centipoise de viscosidad y fluye en un segundo bajo una presión diferencial de una atmósfera, donde el medio poroso posee un área en sección transversal de un centímetro cuadrado y una longitud de un centímetro.</p>
Mosto	<i>Must</i>	<p>Zumo fresco de uva que no ha iniciado la fermentación. En Jerez y algunas otras zonas se denominan mostos los vinos ya fermentados, antes de ser sometidos a crianza. Mosto flor o mosto yema: es el mosto que fluye de la uva estrujada por simple gravedad, sin presión mecánica alguna.</p>

Perlita	<i>Perlite</i>	<p>La perlita es una roca vítrea de origen volcánico, perteneciente al grupo de las riolitas. De composición análoga a la del vidrio, la misma está compuesta por silicato de aluminio conteniendo 1 a 2 p. 100 de agua químicamente fijada.</p> <p>Para ser utilizada en enología, esta roca debe ser secada a 150 °C, molida, y sufrir luego una “expansión” por precalentamiento entre 200 y 400 °C, seguida de una proyección de la perlita en una flama a temperatura elevada de 800 °C a 1100 °C, que provoca un hinchamiento de la perlita, pudiendo ésta crecer hasta llegar a 60 veces el volumen inicial.</p> <p>Se presenta bajo forma de un polvo blanco, cuya granulometría final es obtenida por una molturación luego de la expansión.</p> <p>Constituye un coadyuvante de filtración de los vinos.</p> <p>La perlita no debe comunicar y olor ni gusto extraño al vino.</p> <p>Debe ser conservada en lugares secos bien ventilados en bolsas herméticas, en locales templados.</p>
Poliamida	<i>Polyamide</i>	<p>Compuesto químico formado por condensación múltiple de ácidos y amidas que se utiliza como fibra o plástico.</p>
Quiebra férrica	<i>Ferric Casse</i>	<p>Insolubilización de sales de hierro presentes en el vino por reacción con otros compuestos (ácido fosfórico, tanino). Otras quiebras son la quiebra proteica y la quiebra cúprica.</p>
Tierra de diatomeas	<i>Diatomaceous earth</i>	<p>La tierra de diatomeas o diatomita o tierra de diatomacea o kieselgur o más modernamente Sílice de Diatomea, es una roca sedimentaria que consiste principalmente de restos fósiles de las diatomeas, una planta microscópica y unicelular emparentada con las algas. La membrana celulósica a de su célula, es decir, la frústula, capta el sílice que se encuentra disuelto en el agua y se impregna de él. Cuando estos microorganismos mueren, se depositan en el fondo de la masa de agua que constituye su hábitat (Mar, Lago, etc.) y forma entonces a través de millones de años los yacimientos. Estas tierras se caracterizan por su alta pureza y por su infinita variedad, tamaño y formas</p>

Torta	<i>Cake</i>	Partículas sólidas retenidas sobre el medio filtrante que van formando un lecho poroso, a través del cual circula el fluido. A medida que avanza el proceso de filtración, aumenta el espesor de la torta por lo que la resistencia al paso de fluido es cada vez mayor. La torta actúa como un medio filtrante en la filtración por torta.
Trasiego	<i>Racking</i>	Operación en bodega que consiste en airear el vino y separarlo de las lías que se depositan en los envases de almacenamiento o crianza.
Vino de prensa	<i>Press wine</i>	Es el que se obtiene después de prensar el hollejo de la uva que se ha sacado del depósito tras la operación del descube.

8. BIBLIOGRAFÍA

Agrovin (2014). Principal fabricante y distribuidor de productos enológicos a nivel mundial [recuperado en] <http://www.agrovin.com/>

_____ (2010). Stargel. Acción clarificante con respeto del carácter varietal [recuperado en] http://www.agrovin.com/agrv/pdf/enologia/clarificantes/es/STARGEL_es.pdf

Angus Stevenson y Christine A. Lindberg (2010). *New Oxford American Dictionary*. Oxford University Press.

Centro Canario del Agua (2012). Cálculo del Índice de Ensuciamiento de las Membranas (SDI) [recuperado en] http://www.fcca.es/static_media/file_uploads/SDI1.pdf

C&D Ingeniería (2012). Centrífugas de platos [recupera en] <http://www.centrifugesdecanter.com.ar/Centrifdeplato.htm>

Diccionario del vino (2014). Diccionario del vino [recuperado en] <http://www.diccionariodelvino.com/>

Enartis (s/f). Productos: Coadyuvantes de filtración [recuperado en] <http://www.enartis.com/esp/index.cfm?mode=prodotti&id=3>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2014). Definiciones para los fines del Codex Alimentarius [recuperado en] <http://www.fao.org/docrep/w5975s/w5975s08.htm>

Flanzy, C. (2003). *Enología: fundamentos científicos y tecnológicos*. AMV ediciones.

Freshman, A. (s/f). Diccionario de Geoquímica [recuperado en] <http://www.geofisica.cl/English/pics9/Geoquimica.htm>

Galiotti, H. (s/f). Filtración [recuperado en] http://campus.fca.uncu.edu.ar:8010/pluginfile.php/653/mod_resource/content/0/APUNTE_FILTRACION_07.pdf

García, J. (2008) *Maridaje, Enología y Cata de vinos*. Málaga: Innovación y Cualificación Ediciones.

Glosario IDVIP. Instituto del Vino y del Pisco [recuperado de] <http://www.idvip.edu.pe/glosario?chr=Q>

Hidalgo, J.(2013). *Leyes de la Filtración del Vino* [recuperado en] <http://urbinavinos.blogspot.com/2013/06/leyes-de-la-filtracion-del-vino.html>

- Hopp, V. (1994). *Fundamentos de tecnología química*. Barcelona: Reverte.
- Hurtado, A. (2007). *Traducción y Traductología: Introducción a la Traductología*. Madrid: Catedra.
- Industrias Vinicas (s/f). Productos Filtrantes [recuperado en] http://www.vinicas.cl/pdf/tierra_diatomea_celatom.pdf
- Lovay, M.; Peretti, G.; Romero, E. y Marqués, C. (2013). Tolerancia a fallas en un filtro de alto orden mediante una estrategia de hardware evolutivo [recuperado en] http://uea2013.frbb.utn.edu.ar/wp-content/uploads/S7_3.pdf
- Macanás, J. (2006). Desarrollo de nuevas membranas compuestas para la separación de iones metálicos y aplicaciones electroquímicas. Memoria presentada para postular al grado de Doctor en Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Membrane Specialists (2014). Innovative, Customized Membrane Solutions [recuperado en] <http://www.membranespecialists.com/index.php>
- Molina, R. (2000). *Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas*. Madrid.
- Montejo (s/f). Servicios a bodegas [recuperado de] <http://serviciosdelvino.com/servicios-a-bodegas.html>
- Nord, C. (2005). *Text Analysis in Translation: Theory, Methodology, and Didactic Application of a Model for Translation Oriented Text Analysis*. New York: Rodopi.
- _____(1997). *Translating as a Purposeful Activity: Functionalist Approaches Explained*. Manchester: St. Jerome.
- Proz.com (2014). Proz [recuperado de] <http://www.proz.com/search/>
- Real Academia Española (2011). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid: RAE.
- _____(2005). *Diccionario Panhispánico de Dudas*. Madrid: RAE.
- Ribéreau-Gayon, P. y otros (2006). *Handbook of Enology*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Schluemberger (2014). Oilfield Glossary [recuperado en] <http://www.glossary.oilfield.slb.com/es/Terms/d/darcy.aspx?p=1>
- Society of Petroleum Engineers (1992). The SI Metric System of Units and SPE metric standard [recuperado en] http://www.spe.org/authors/docs/metric_standard.pdf

Tenova Delkor (2014). Filtros de Bandeja [recuperado en]
<http://www.delkorglobal.com/es/home.aspx>

Troncho, C. (s/f) Estabilización y filtración de los vinos. *Revistas Enate* [recuperado en]
<http://www.enate.es/enaesp/actividades/revistas/Enateca%2037/Bodega.pdf>

Vielhaber, L. (2002). Tecnología de los Esmaltes. Barcelona: Reverté [recuperado en]
<http://books.google.cl/books?id=6nCCBpi15UgC&pg=PA136&dq=turbidez+perturbaci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ei=Go4vU-ulLYbZkQfF44HwAg&ved=0CE8Q6AEwBg#v=onepage&q=turbidez%20perturbaci%C3%B3n&f=false>

Vinopediatv (2010). Glosario [recuperado en] <http://www.vinopedia.tv/?s=Glosario&cat=1>

Vinos y Viñedos (2012). Mecanismos de la filtración del vino [recuperado en]
<http://urbinavinos.blogspot.com/2012/01/mecanismos-de-la-filtracion.html>

Viramontes, R. y Pérez, R. (2014). Levaduras vínicas, *Revista de enología* [recuperado en]
http://www.acenologia.com/correspondencia/levaduras_vinicas_cor0214.htm

Zamora, L. (2011). *Análisis de problemas y aplicación de técnicas de solución en la traducción del texto "Globalization and the Politics of translation Studies" de Anthony Pym*. Cali.

9. ANEXOS

9.1 Texto fuente

11

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

11.1 Principles of filtration	333
11.2 Laws of filtration	334
11.3 Methods for assessing clarification quality	336
11.4 Filtration equipment and adjuvants	338
11.5 How filter layers function	342
11.6 Filtration through diatomaceous earth (or kieselguhr) precoats	346
11.7 Filtration through cellulose-based filter sheets	351
11.8 Membrane filtration	356
11.9 Tangential filtration	358
11.10 Effect of filtration on the composition and organoleptic character of wine	361
11.11 Centrifugation	364

11.1 PRINCIPLES OF FILTRATION

Filtration is a separation technique used to eliminate a solid in suspension from a liquid by passing it through a filter medium consisting of a porous layer that traps the solid particles. 'Filtering' generally refers to the clarification of a liquid, while 'filtration' is more often used to describe the technical

process. However, both words are often used to mean the same thing.

The first problem in filtering wine is that of ensuring clarification quality (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1977; Gautier, 1984; Molina, 1992; Guimberteau, 1993). All the particles must be retained, without causing any modifications in chemical structure likely to affect flavor. Other major issues

are filtration throughput and the clogging of filter surfaces. These criteria control the efficiency of the operation, its cost and, consequently, its practicability.

There are several types of filtration, using different filter media mounted on appropriate equipment. The following are used in winemaking:

1. Filtration through a diatomaceous earth precoat (kieselguhr) formed by continuous accretion.
2. Filtration through cellulose sheets or lenticular modules. These are permeable boards consisting of cellulose fibers with incorporated granular components (diatomaceous earth, perlite, cation resins, polyethylene fibers, etc.)
3. Filtration through synthetic polymer membranes, with calibrated pores.
4. Tangential filtration through inorganic or organic membranes. Unlike the standard clarification technique with frontal flow, the liquid flows parallel to the filter surface in tangential filtration, thus minimizing clogging.

An untreated wine is not usually perfectly clarified in a single operation—only tangential filtration (Section 11.9) is capable of achieving this result. Filtration through fine filter media leads to rapid clogging, whereas, if the medium is too coarse, all the particles are not removed. Each filtering operation fits into an overall clarification strategy, including the other techniques that contribute towards ensuring total clarity (spontaneous sedimentation, fining, centrifugation, etc.).

Wines that are barrel-aged for several months, or even years, have fairly low turbidity by the time they are bottled, but are still often capable of causing significant clogging. A single sheet filtration is generally sufficient. In the case of great red wines, some winemakers take the risk of not filtering at all. Their reservations about this technique, alleged to make wine taste thinner, are probably excessive.

Wines that are bottled relatively young are subjected to a greater number of clarification operations. Wine may be filtered through a diatomaceous earth precoat one or more times to prepare it for

bottling. Sheet, lenticular module or possibly membrane filtration are used, resulting in low microbe levels, or even totally sterile wines. All these operations are not always necessary. Clarification techniques should be adapted to each wine and kept to a minimum.

11.2 LAWS OF FILTRATION

11.2.1 Introduction

The flow rate of a non-clogging liquid circulating through the pores of a filter medium is governed by Poiseuille's law:

$$q = \frac{dV}{dt} = K \frac{SP}{E}$$

K is a constant, proportional to the pore diameter multiplied by a power of 4 and the number of pores per unit area, but inversely proportional to the viscosity of the liquid, S is the surface of the filter layer, E is the thickness of the filter layer and P is the filtration pressure. This law simply expresses the proportionality between the flow rate and surface area, on the one hand, and pressure, on the other hand. It also shows that the flow rate is inversely proportional to the thickness of the filter layer.

It has been observed experimentally, and explained theoretically (Serrano, 1981), that the filtration behavior of a not very concentrated suspension, such as wine (particle content less than 1%), obeys different physical laws according to the type of porous material used to remove the solids. A mathematical model expresses the variations in volume filtered over time, at constant pressure, for each of these laws. The behavior of a given product in industrial filtration may be predicted on the basis of laboratory tests, by applying the corresponding equation.

These laws of filtration take the following parameters into account:

V = instantaneous volume filtered at time t

V_{\max} = maximum volume that can be filtered before total clogging

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

t = filtration time

$q = \frac{dV}{dt}$ = instantaneous flow rate at time t

$q_0 = \left(\frac{dV}{dt}\right)_0$ = initial flow rate at time t_0

The flow rate remains constant provided that none of the filter pores are blocked.

11.2.2 Filtration with Sudden Clogging of the Pores

This is the simplest case. The filter behaves like a series of capillary tubes that are gradually blocked by individual particles. Filtration under these conditions is governed by the equation:

$$q = -K_1 V + q_0 \quad (11.1)$$

The results may be plotted in a straight line, indicating the variation in flow rate according to the volume filtered.

In the case of filtration at constant pressure, flow volume recordings over time are used to calculate the flow rates. The origin of the vertical axis represents q_0 and, as V_{\max} corresponds to a zero flow rate:

$$V_{\max} = \frac{q_0}{K_1}$$

This law of filtration does not apply to filtering wine.

11.2.3 Filtration with Gradual Clogging of the Pores

Particles deposited inside the pores during filtration cause a gradual decrease in their diameter. A filtration process governed by the law of gradual clogging of the pores is governed by the equation (Figure 11.1):

$$\frac{t}{V} = K_2 t + \frac{1}{q_0} \quad (11.2)$$

Filtering wine with sheet or lenticular module filters, as well as standard membrane systems, is governed by this law under clearly defined operating conditions. The volume that can be

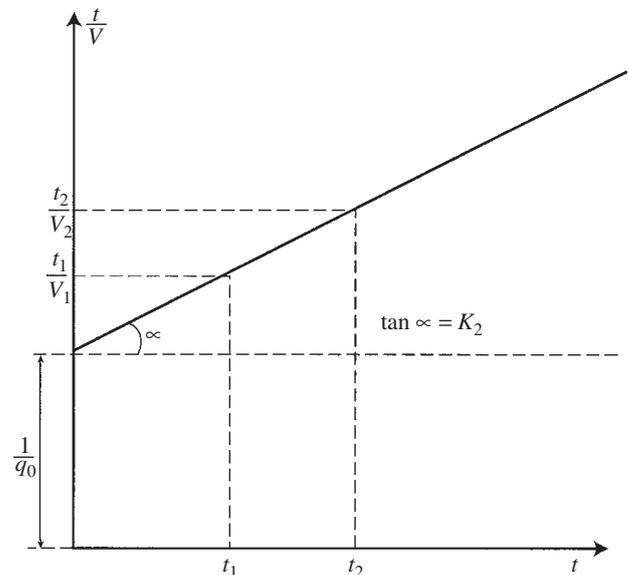


Fig. 11.1. Graph $t/V = k_2 t + 1/q_0$

filtered in a given length of time through a given filter medium may be predicted from the results of a laboratory test carried out at constant pressure.

The maximum volume that can be filtered before clogging is calculated using Eqn (11.2):

$$\frac{1}{V} = K_2 + \frac{1}{q_0 t}$$

When time t tends towards infinity, $1/q_0 t$ tends towards zero, and V tends towards $1/K_2$, which is the cotangent of angle α :

$$V_{\max} = \frac{t_2 - t_1}{t_2/V_2 - t_1/V_1}$$

The V_{\max} value is used, together with the fouling index (Section 11.8.3), to predict the behavior of an industrial filtration process.

11.2.4 Deep-bed Filtration

In this type of filtration, the particles are trapped in the mass of a filter cake, which constantly increases in thickness due to the continuous addition of filter medium. It has been demonstrated (Serrano, 1981) and experimentally verified that the variation

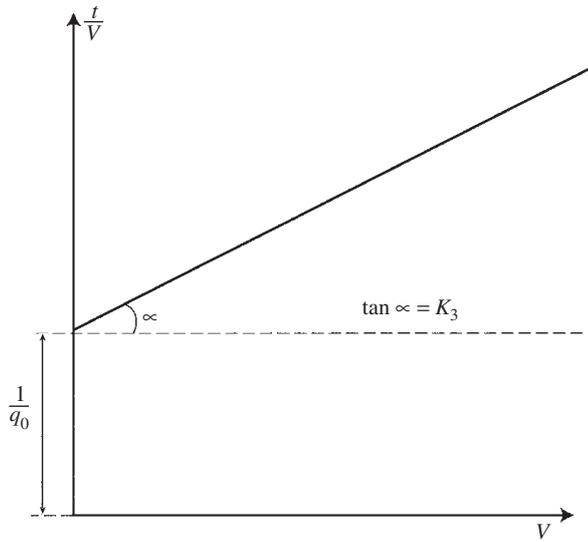


Fig. 11.2. Graph $t/V = k_3V + 1/q_0$

t/V is proportional to V , at constant pressure (Figure 11.2):

$$\frac{t}{V} = K_3V + \frac{1}{q_0} \quad (11.3)$$

Of course, filtering wine through a diatomaceous earth precoat follows this law. Although the principle is different, the same law also governs tangential filtration (Mietton-Peuchot, 1984), where the particles, concentrated along the membrane, behave like a cake.

In the special case of filtration through a precoat with continuous accretion, the metal frame of the filter layer has a negligible resistance to flow, so q_0 is very large and $1/q_0$ tends towards 0. Equation (3) becomes

$$\frac{t}{V} = K_3V$$

or

$$\log V = \frac{1}{2} \log t + Cste$$

Volume throughput over time may be recorded in a laboratory test carried out at constant pressure. Plotting the straight line ($\log V = \frac{1}{2} \log t + Cste$) on logarithmic paper gives a direct readout of the volume filtered over a given time.

It is thus possible to optimize an industrial filtration process in the laboratory and compare the

effectiveness of diatomaceous earths with different permeabilities used to filter the same wine.

11.2.5 Filtration with Intermediate Clogging of the Pores

It is generally accepted that there is an intermediate empirical law, between deep-bed filtration and filtration with gradual clogging of the pores. This situation is characterized by a linear graph, at constant pressure, of $1/q$ over time. The equation is as follows:

$$\frac{1}{q} = K_4t + \frac{1}{q_0} \quad (11.4)$$

This law is apparently not applicable to the filtration of wine.

11.3 METHODS FOR ASSESSING CLARIFICATION QUALITY

11.3.1 Measuring Turbidity

The effectiveness of filtration processes may be assessed by measuring various parameters indicative of clarity.

Turbidity is measured by appreciating the disturbance in the diffusion of light caused by contact with particles in a liquid. A turbidimeter measures the intensity of the diffused light. A turbidimeter that makes measurements at a 90° angle is also known as a nephelometer. These apparatus are calibrated in NTU (nephelometric turbidity units).

These simple measurements, requiring only inexpensive equipment, are being increasingly used. Table 11.1 shows a scale of correspondences between turbidity measurements and visual inspections. Between the two extreme values, wines may be considered clear, cloudy or dull.

Table 11.1. Correspondence between turbidity measurements (NTU) and appearance

	Brilliant	Turbid
White wine	<1.1	>4.4
Rosé wine	<1.4	>5.8
Red wine	<2.0	>8.0

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

All the various clarification treatments (fining, centrifugation and filtration through precoats) leave wines brilliant, with a turbidity rating of 1 or lower. Sheet or membrane filtration just before bottling results in values between 0.10 and 0.65 NTU. Independently of the possible aim of totally eliminating microorganisms from the wine, clarification to these levels may be necessary in view of the regular increase in turbidity during bottle aging, even if there is no later contamination.

11.3.2 Determining the Solid Content

This defines the quantity of particles, by weight or volume, as a percentage of the total volume. The solids may be collected by: (a) centrifugation, (b) filtration through a glass fiber membrane, (c) filtration through a 0.45 μm membrane that retains colloids or (d) by evaporating dry in order to determine the total quantity of dry matter.

The process normally used in winemaking is centrifugation at 3000 rpm for 5 min, in a special test tube, directly graduated in percentage of total volume. This process is mainly used for very turbid liquids such as white must, deposits left when must has settled, yeast lees, fining lees (particle concentrations above 3% by volume) and new wines (particle concentrations between 0.5 and 2% by volume).

11.3.3 Particle Counts

This technique is used to assess the respective quantities of particles of various sizes (above 0.5 μm). Different types of special measuring apparatus are based on various principles: electrical conductivity, X-ray absorption, laser light diffusion and laser diffraction. Currently available systems are expensive and, consequently, restricted to research laboratories. Furthermore, most of them are incapable of counting particles smaller than 0.5 μm , although these also affect clarity.

11.3.4 Microbiological Analyses

These analyses are essential, not only as they provide a good assessment of the effectiveness of clarification but also due to the fact that residual yeast and bacteria are likely to affect biological stability.

The total number of microorganisms was formerly counted under a microscope using a blood-counting chamber (Malassez cell) either directly, if the population is sufficiently large or after concentration by centrifugation. If centrifugation is used, the technique is rather long and inaccurate.

A viable microorganism count used to be the most useful analysis.

Techniques for counting yeasts and bacteria (Lafon-Lafourcade and Joyeux, 1979) are based on the microorganisms' capacity to develop on specific agar nutrient media. Colonies that develop in Petri dishes are counted visually, while individual cells are counted using an epifluorescence microscope.

Agar gel is added to the nutrient medium to culture yeast prior to counting. It is supplemented with biphenyl (0.015% in ethanol) to prevent mold development and 0.01% chloramphenicol to inhibit bacterial growth. Cycloheximide (0.1%) may be added to select "*non-Saccharomyces*" (*Brettanomyces*, etc.) yeasts, as they alone survive this treatment. The incubation period is around 2–3 days for the *Saccharomyces* genus and 7–10 days for "*non-Saccharomyces*" yeasts, at a constant temperature of 25°C.

Dubois medium is used for bacteria counts. Pimaricine (0.01%) is added to eliminate any yeast cells.

For selective counts of acetic bacteria, the lactic bacteria are inhibited by adding 0.001% penicillin. Incubation time: 5–7 days.

For selective counts of lactic bacteria, the acetic bacteria are inhibited by incubating the sample in Petri dishes under anaerobic conditions (with CO₂ under pressure). Incubation time varies from 7 to 12 days, depending on the species under investigation. Incubation temperature: 25°C.

Each sample was diluted in decimal stages to ensure the reliability of the end result. The dilute solutions were seeded evenly on the surface of the Petri dishes with sterile beads. This technique is necessary if the cells are to be identified by DNA/DNA hybridization (Volume 1, Section 4.3.5) on colonies or PCR (Volume 1, Section 4.3.6). If the wine contains very few microorganisms, it is filtered onto a 0.45- μm membrane, which is then deposited on the specific

culture medium. Samples with 30–300 colonies are ready for counting. Counts are expressed in Colony Forming Units (CFU)/ml, which does not correspond exactly to the number of living cells.

Cell counts by epifluorescence microscopy are carried out on a filter membrane, using markers. This protocol is based on the Chemeunex system. A 10/ml sample of the medium to be analyzed is filtered on a 0.4- μ m membrane. The organisms collected are then incubated at 30°C for 15–30 minutes on a non-fluorescent substrate that penetrates the cells. The substrate is then split by an intracellular enzyme system, releasing a fluorochrome, which then accumulates. This molecule emits green fluorescence when it is excited by light of the appropriate wavelength. The intensity of the fluorescence depends on membrane integrity and metabolic activity in the cells. No fluorescence is emitted by dead cells. The marked cells are then analyzed using an epifluorescence microscope. The results are obtained by counting the microorganisms in 20 fields, each containing 30 to 100 cells. Counts are expressed in viable cells per ml (cells/ml). Epifluorescence is being increasingly widely used, as it provides a very rapid evaluation of cultivable and even non-cultivable viable populations (Millet *et al.*, 2000). This distinction is based on evidence (Millet *et al.*, 2000; Millet and Lonvaud-Funel, 2000) that some bacterial cells are viable but non-cultivable (VNC). They cannot be cultured in Petri dishes under experimental conditions, but they are capable of developing in wine and causing turbidity problems. This distinction is essential when microbiological analyses are carried out during the wine-aging process (Volume 1, Section 6.3.2).

Immediately after the end of fermentation, there is a viable population on the order of 10^6 /ml of microorganisms. This value decreases rapidly to 10^3 or 10^4 /ml due to the effects of settling and racking. After filtration through a diatomaceous earth precoat, wines generally have viable populations on the order of 10^2 /ml. Populations may remain quite large in wines that receive no preliminary clarification treatment.

The final sheet, lenticular module or membrane filtration just before bottling is conventionally described as ‘low microbe’ if the residual

population is below 1 cell per 100 ml and ‘sterile’ if there are fewer than 1 viable microorganisms per bottle. Of course, filtration must be carried out under extremely clean, germ-free conditions to achieve this level of purity.

11.4 FILTRATION EQUIPMENT AND ADJUVANTS

11.4.1 Properties

Two parameters define the performance of a filter medium: porosity and permeability. Porosity expresses the percentage of empty space in a porous structure, in relation to total volume. Porosity is an indication of the total volume likely to trap impurities. The more porous the filter, the greater its capacity to retain contaminants.

Furthermore, porosity is directly related to the pressure drop in the filter and, therefore, to the energy required to force the liquid through the filtration medium. High porosity results in double savings by lengthening the operational life of the filter and reducing operating costs. The porosity of flat-sheet filters, membranes and filtration adjuvants such as kieselguhr may be as high as 80% or here.

Permeability describes the property of a filter medium to let liquid through at higher or lower speeds. It is expressed in Darcy units. One Darcy corresponds to the permeability of a filter material 1 cm thick with a surface area of 1 cm² that lets through 1 ml/s of a liquid with a viscosity of 1 centipoise under a differential pressure of 1 bar. Filter materials have varying permeability and the following values are given as an indication:

Sterilizing flat-sheet filter	0.017 Darcy
Fine clarifying flat-sheet filter	0.15 Darcy
Coarse clarifying flat-sheet filter	1–2 Darcy
Kieselguhr	0.5–5 Darcy
Rapid filter medium	2–7 Darcy

This property is mainly used to categorize kieselguhr.

Another characteristic of filter media is their cutoff, indicating the size of particles that their pores are capable of retaining. In the case of

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

membranes, there is an absolute cutoff, which corresponds to the largest size particle that can pass through the filter. The expression 'nominal cutoff' is also used, taking into account the heterogeneous distribution of different-sized pores. This indicates the size of particles normally trapped, although a few larger particles may come through.

In the case of membranes, the reduction ratio (RR) is also calculated from measurements of the proportion of microorganisms retained under perfectly defined operating conditions:

$$RR = \frac{\text{number of microorganisms before filter}}{\text{number of microorganisms after filter}}$$

Pall membranes used in winemaking, with a cutoff of 0.65 μm , have an RR of 10^5 for *Leuconostoc oenos* (*Oenococcus oeni*).

11.4.2 Cellulose

Cellulose is a macromolecule resulting from the polymerization of a large number of glucose molecules. It consists of long chains of elementary molecules with a periodic structure, mostly aligned in one direction to form small fibers.

The cellulose mixtures used in filtration are made from wood (pine, birch and beech) subjected to special shredding and chemical breakdown treatments to dissolve the lignin and release the fibers. The raw wood pulp is washed with water and then undergoes several additional stages of purification. The purified pulp is formed into sheets and dried. The fibers are isolated by mechanical treatment and may be broken up into powder. A range of different particle sizes and filtration efficiencies are produced by varying the intensity of the mechanical processing.

The cellulose used in filtering wines is in fiber form, and is commercially available as filter sheets or powder. The latter may be used alone or mixed with other filter media to prepare precoat.

This cellulose is relatively pure, but may contain traces of cations. Although cellulose is theoretically neutral, it is advisable to wash the filter with water to avoid any paper flavor that may be communicated to the wine.

Until 1980, cellulose with a negative electrokinetic charge was mixed with asbestos to filter

liquids. This decreased the porosity of the cellulose, which has rather large channels, and increased the filter surface. These two factors improved retention of microorganisms and colloidal particles in suspension. Since the banning of asbestos for hygiene reasons in 1980, flat-sheet filters have been made with pure cellulose. Adjuvants such as diatomaceous earth, perlite and polyethylene may be used, in which case the cellulose must have a positive electrokinetic charge.

11.4.3 Kieselguhr or Diatomaceous Earth

Diatomite is a siliceous sedimentary rock, resulting from the accumulation of microscopic fossil algae shells, or diatomaceous earth, with dimensions ranging from a few μm to several hundred μm . Each diatom consists of a single cell covered with a siliceous shell that becomes impregnated with the silica dissolved in water. When the cells die, the hydrated silica shells are left behind and accumulate to form a soft rock known as diatomite. These rocks have different microscopic compositions depending on their marine or lacustrine origins, and are thought to be from 60 to 100 million years old. There are many deposits in the United States, especially California, as well as in Europe and North Africa. There are widespread deposits in France, located in ancient lake beds in the Massif Central. These fossil earths are ground up to produce a siliceous powder, known as diatomaceous earth, infusorial earth or kieselguhr ('small silica particle' in German).

Diatomaceous earth has been used as a filtration adjuvant since the late 19th century, due to the extreme porosity of the powder obtained by processing the rock. The filter layer represents 80% of the total mass, with a surface of 20–25 m^2/g . These characteristics are highly favorable for filtration. Around 1920, a new treatment process was developed for making high-permeability diatomaceous earths.

Three types of diatomaceous earth are currently used:

1. Natural diatomaceous earth, gray in color, is crushed and dried to form fine particles.

Filtration is very fine with good clarification, but throughput is very low and this medium is hardly ever used today. It may also contain residues of organic matter.

2. Diatomaceous earth calcined at 1000°C, pink or red in color, is crushed and sorted to produce powders free of organic matter, with coarse particles that are capable of fine filtration at satisfactory flow rates.
3. Fritted diatomaceous earth, i.e. activated by calcination at 1100/1200°C in the presence of a flux (calcium chloride or carbonate) is sorted to produce a white powder with even larger particles and looser structure. Filtration is less fine but faster.

There are different qualities of kieselguhr, differentiated by particle size, which controls permeability (Section 11.4.1), i.e. the rate at which a liquid passes through the material. In wine filtration, a practical distinction is made between 'coarse kieselguhr', above 2 Darcy, and 'fine kieselguhr', below 1 Darcy.

It is important to store kieselguhr in a dry place. It must also be kept away from odoriferous products, as it may easily fix volatile substances that could later be released into wine.

11.4.4 Perlite

This consists of spherical, pearl-shaped, aluminum silicate particles, made by processing volcanic rock. This rock contains 2–5% interstitial water and occluded gases, giving it the property of expanding 10–20 times on heating to 1000°C. This treatment reduces the density of the powder and increases its porosity. After grinding and sorting, a range of light, white powders of varying particle sizes is obtained by adjusting the processing conditions.

Perlite makes it possible to run longer filtration cycles as it is much more porous than diatomaceous earth and its low density (20–30% lower) reduces the weight of adjuvant required. However, perlite has a lower adsorbent capacity and is most efficient in a fine precoat.

Perlite is used to filter must and liquids with a high solid content. It is abrasive and may cause rapid wear to injection pumps.

11.4.5 Flat-sheet Filters and Lenticular Modules

Deep flat-sheet filters consist of permeable boards made of plant cellulose fibers combined with granular compounds, such as diatomaceous earth or perlite, and possibly cation resins to increase the electrical charge.

Asbestos was widely used in flat-sheet filters for many years, as it was highly effective. It reduced the cutoff and increased the separation capacity. Current technology is capable of producing sheets with the same level of performance without asbestos, which has been banned for hygiene reasons. The inhalation of asbestos fibers, naturally very widespread in air, is thought to be carcinogenic.

Flat-sheet filters may be mounted on tray filters or built into closed filters that prevent leaks. These are known as 'lenticular modules'.

Depending on the cutoff required, cellulose fibers are ground coarsely or finely, the granular components are added and the preparation is suspended in water. The manufacturing system consists of a belt filter for vacuum-filtering the suspension, which is constantly agitated by vibration. The layer of filter material is dried and cut to the required dimensions. Variations in the composition of the initial mixture and the machine settings produce sheets with different cutoffs, permeability levels and physical strengths.

The filter pores are distributed asymmetrically, with the largest on the input side. This structure is comparable to a three-dimensional sieve, with a large number of very fine channels. The pore volume represents 70–85% of total filter volume. This means that the liquid moves relatively slowly through the many channels where the particles, microorganisms and colloids are retained not only by screening, but also by adsorption due to the difference in electrokinetic potential between the positively charged pore walls and negatively charged particles. This phenomenon enhances the

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

retention achieved by mechanical screening. This specific retention, attributed to the existence of an electrokinetic potential, is known as the zeta potential. It depends on pH, temperature, filtration rate and electrokinetic charge.

These filters have large internal surfaces capable of retaining considerable volumes of turbid liquid (up to 3 l/m²), achieving performance levels unequaled by membranes.

11.4.6 Membranes

Synthetic membranes with calibrated pores are used for various operations in the wine industry: ultrafiltration, front-end microfiltration, tangential microfiltration and reverse osmosis. Electrodialysis and pervaporation, special separation techniques described elsewhere in this book (Section 12.5.1), also make use of membranes.

Reverse osmosis is used to separate solutes with molecular dimensions comparable to those of the solvent (approximate pore diameter 0.001–0.01 μm). Solute molecules ten times larger than those of the solvent are separated by membrane ultrafiltration (approximate pore diameter 0.002–0.1 μm). Microfiltration (approximate pore diameter 0.1–10 μm) is used to eliminate even larger particles. In practice, it is not easy to distinguish between ultrafiltration and microfiltration membranes. On the one hand, the pores of ultrafiltration membranes may be distorted under strong pressure and allow particles larger than the nominal size to pass through. On the other hand, impurities may form a polarization layer on the surface of microfiltration membranes, gradually clogging the pores and stopping finer and finer particles under ever-increasing pressure. Membranes may also be defined by their absolute and nominal cut-offs (Section 11.4.1).

Pore sizes are expressed in μm for microfiltration membranes (1.2, 0.65 and 0.45 μm are standard for wine filters). Pore diameter is less well-defined and less consistent in ultrafiltration membranes, which are more frequently identified by their cutoff: the size of the smallest molecules they trap (expressed as molecular weight in Dalton).

Membrane characteristics include:

- (a) separation efficiency, i.e. a well-defined cutoff and a known, homogeneous pore diameter,
- (b) a high permeate flux,
- (c) good physical, chemical and heat resistance.

Microfiltration membranes consist of a thin filter layer deposited on a base of the same (asymmetrical membranes) or a different type (asymmetrical and composite membranes).

The first membranes used, based on cellulose acetate, were not very resistant to microorganisms, shocks, temperature or pH. Second-generation membranes, made from polysulfone or polyacrylonitrile polymers, were much tougher. Current third-generation inorganic membranes have good chemical, physical and heat (temperature >100°C) resistance characteristics. They have almost unlimited lifetimes and are easily cleaned and disinfected. The operating parameters are as follows: (a) transmembrane differential pressure, (b) temperature, which affects viscosity, (c) flow rate and (d) retentate outlet rate.

These membranes are manufactured by evaporating a solvent that creates pores through the surface of the material. Their porosity depends on the number and size of these holes. In reality, these membranes are more like sponges than sieves. Membranes are pleated to increase their surface and assembled into modules, which may have a relatively large surface area (0.82 m²). Several modules (1–4) may be assembled to form a strong, perfectly airtight cartridge. After sterilization, these filtration systems are neutral in terms of their effect on flavor and do not require any special preparation.

There are various types of synthetic membranes:

1. Cellulose ester membranes (diacetate or triacetate): these membranes are highly permeable, so they have a good filtration capacity. They are inexpensive and easy to implement. However, they have a few drawbacks: sensitivity to temperature and pH, and risk of degradation by microorganisms. Cellulose acetate and nitrate

blends are biologically inert, autoclavable and chemical resistant.

2. Polyamide/polyimide membranes: these have greater stability to heat and chemicals, as well as better physical strength than the preceding type. Membranes made of nylon 66 are well known in winemaking.
3. Polyvinylidene fluoride membranes: these membranes, consisting of dihalogen fluoroalkane, have good temperature, chemical and physical stability.
4. Polytetrafluoroethylene membranes: these microporous membranes, used in microfiltration, are obtained by drawing or extruding partially crystallized, polymerized films. They have good temperature, chemical and physical stability and may be heat-sterilized.
5. Polypropylene membranes: the structural depth of this material provides a number of filtration levels within the thickness of the membrane. It is also used for prefilters.
6. Glass fiber membranes: these may be used for prefiltration and final filtration. Cutoffs range from 1 to 40 μm . They are physically strong (4 bar pressure differential at 80°C). The cutoff may be lowered by coating the fibers with food-grade resins.
7. Inorganic ceramic membranes: the advantage of these membranes is that they are inert and imperishable. The filter unit consists of a macroporous base on which superimposed layers of ceramics of varying particle sizes and thickness are deposited, providing great physical strength and low resistance to the flow of liquid. The outside layer is the most active in terms of particle retention and has the smallest diameter pores. The smaller the pores, the thinner this layer will be (a few μm). These membranes may be used for tangential filtration. These inorganic membranes are made from a wide variety of materials (aluminum, zirconium and titanium oxides, sintered metal, etc.). Inorganic membranes are used for microfiltration and ultrafiltration.

11.5 HOW FILTER LAYERS FUNCTION

11.5.1 Filtration Mechanisms

The retention of particles by a filter layer depends on two mechanisms, screening and adsorption. It is quite obvious that, in general, both of these mechanisms operate concurrently.

When a yeast suspension is filtered through a layer of cellulose at low pressure, the fractions collected become decreasingly clear. This is a good example of adsorption. The yeast cells have a smaller diameter than the pores so they are adsorbed inside the filter. When the adsorption capacity is saturated, the yeast is no longer retained and the liquid is still turbid at the filter outlet. If the same filtration is carried out at higher pressure, compression of the cellulose reduces the size of the pores, so a screening phenomenon is involved in retention of the yeast. The fractions collected are much less turbid over time.

Asbestos is an ideal material for filtration by screening. When the same yeast solution is filtered through asbestos, the liquid remains clear until the filter becomes clogged. The flow rate is much lower than it would be with a cellulose filter. In this case, the yeast cells are larger than the filter pores, so they cannot penetrate inside. When all the pores are blocked by yeast the filter is clogged. Following the banning of asbestos, the same results have been obtained using mixtures of cellulose and positively charged kieselguhr.

Filtration through diatomaceous earth involves both adsorption and screening.

The various mechanisms for retaining particles in wine filtration are summarized in Figure 11.3. They may operate simultaneously.

11.5.2 Effect of the Type of Turbidity

The type of particles responsible for turbidity affect both clarification quality and filtration flow rates, especially clogging. It has been observed that wines behave in different ways. Some cause very little clogging, and it is possible to filter several hundred hectoliters on a 5 m² filter using a kieselguhr precoat. Other wines, not necessarily

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

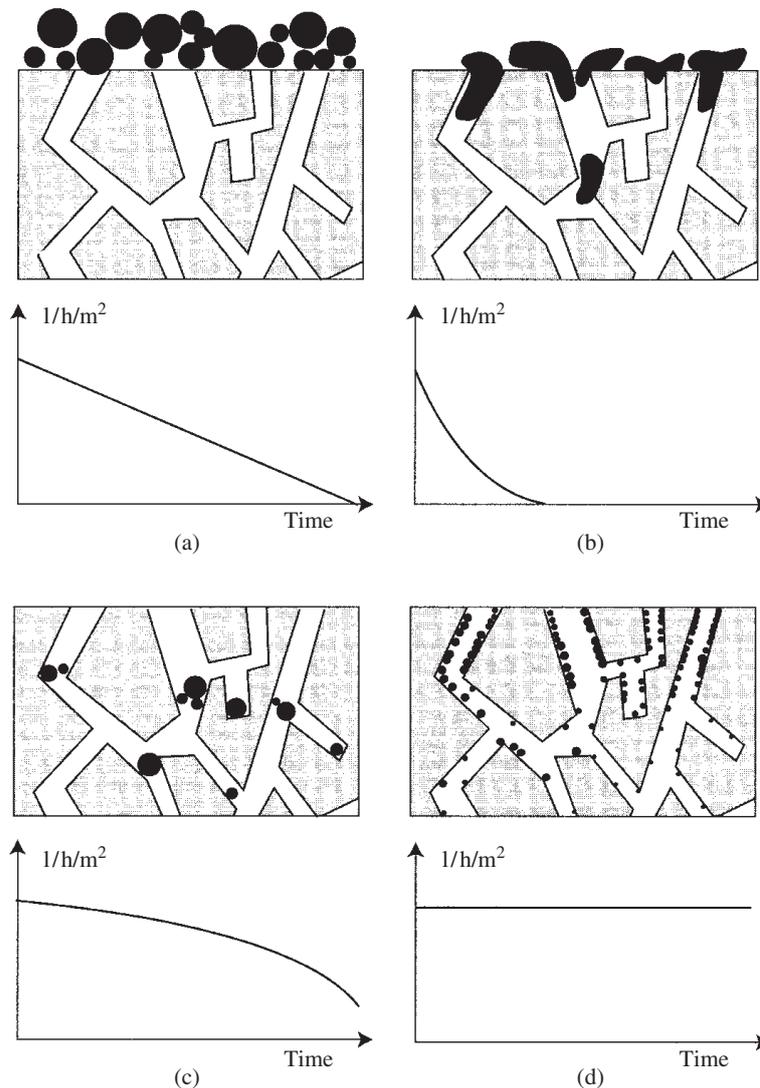


Fig. 11.3. The filtration mechanism (after Ribéreau-Gayon *et al.*, 1977). (a) Screening: the solid particles are rigid and larger than the channel diameter. A porous cake is formed on the surface and gradually clogs the filter. The volume filtered decreases gradually until it reaches zero. (b) Screening: the particles are the same size as those in the previous example, but deformable (under high pressure). They penetrate inside the channels and block them. The flow rate decreases rapidly and the system is soon completely clogged. (c) Adsorption and screening: the particles penetrate inside the pores and are then trapped, either by adsorption on the inside surface or mechanically by building up at certain sites. The empty spaces slowly fill up until the filter is blocked, but filtration continues for a relatively long time. (d) Adsorption: small particles penetrate the filter layers quite easily. They are adsorbed on the insides of the channels. When all of the adsorption sites are saturated, the wine can still flow through the filter, but it is almost as turbid at the outlet as it was initially

the most turbid, clog the filter after only a few hectoliters of wine have been processed.

Each wine has a specific clogging behavior, even if the same filter surface is used under the same conditions. No correlation has been observed between a wine's turbidity and its

'fouling capacity'. Wines with low turbidity are not necessarily more easily filtered. It is possible to measure a conventional 'fouling index' for different types of filtration and, thus, to predict the behavior of certain industrial filtration operations (Section 11.8.3).

Clogging depends more on particle size than the intensity of the turbidity. Coarse particles form a porous layer on the filter surface and cause little clogging. Finer particles penetrate the filter layer and block it rapidly.

When yeast is added to an ultrafiltered wine, little clogging occurs. It may be concluded from this observation that the difficulty in filtering new wines is due to the presence of mucilaginous colloids rather than yeasts. Bacteria have a variable fouling capacity, but it may be rather high. Some acetic and lactic bacteria (ropy wines) produce polysaccharides and mucilaginous matter with a high fouling capacity.

A study of various chemical problems in wine showed severe clogging due to turbidity produced by ferric casse in white wines, protein flocculation caused by heating and precipitation of coloring matter in red wines. Some substances responsible for turbidity cause less fouling if they have been flocculated by preliminary fining. However, the lees of certain fining agents, especially bentonite, clog filters quite rapidly.

In view of the involvement of polysaccharide colloids in these fouling phenomena, pectolytic enzymes have been used in an attempt to improve filtration throughput. It may be assumed that they do not decompose the clogging colloids, but rather destroy the pectin layer that coats them and which acts as a protective colloid. Good results have been obtained in clarifying certain young red wines, press wines and wines made from heated grapes (the natural enzymes have been destroyed by heat). Traditional fining is ineffective. Filtration is hindered by low flow rates and rapid clogging. Treatment with pectolytic enzymes (approximately 4 g/hl) increases the volume filtered through cellulose sheets, per unit time, by approximately a factor of 4.

Wines made from grapes affected by rot are also difficult to clarify due to highly clogging colloids. It has been known for many years that *Botrytis cinerea* secretes a colloid of this type into grapes and that the resulting wines are particularly difficult to clarify by filtration. The colloid in question is a polysaccharide that has been known in winemaking for many years. It belongs to the family of dextrans

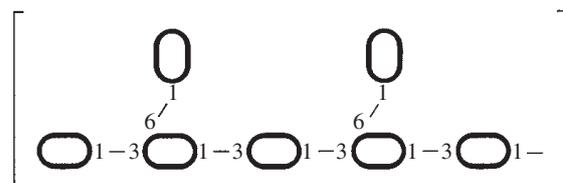


Fig. 11.4. Structural unit of the glucane molecule in *Botrytis cinerea* (or cinereane) showing the concatenation of glucose molecules (Dubourdieu, 1982)

that consist of a chain of glucose molecules linked by $\alpha(1 \rightarrow 6)$ bonds. Dubourdieu (1982) demonstrated that the polysaccharide produced by *Botrytis cinerea*, responsible for problems in clarifying wines, is a glucane consisting of a principal chain with glucose molecules linked by $\beta(1 \rightarrow 3)$ bonds. Branches consisting of a single glucose molecule are fixed at $\beta(1 \rightarrow 6)$, leaving one or two non-branched glucose molecules that alternate along the principal chain. This polysaccharide consists of repeats of the basic unit shown in Figure 11.4. Its molecular weight is on the order of 9×10^5 .

The fouling capacity of the *Botrytis cinerea* glucane is shown by the graph in Figure 11.5. It depends on the alcohol concentration and the conditions under which the grapes are processed (Section 9.4.2). It also depends on temperature. At 4°C and below, the macromolecules grow larger as flocculation starts, so they are more easily trapped. Filtration cycles can continue longer and clarity is improved. At normal and especially at high temperatures ($30\text{--}40^\circ\text{C}$), the colloidal particles are smaller, less likely to flocculate and clog the filter more rapidly.

Research was carried out to find a solution for removing excess glucane from wine. Prior filtration, even on a coarse filter, decreases the wine's fouling capacity, especially at low temperatures, but it may be rather time consuming.

Ultradispersion, a rough physical treatment, improves filtrability by breaking down the colloidal aggregates, but it is not sufficiently effective. The best solution is to use glucanase, produced from a *Trichoderma* culture and marketed by Novo (Switzerland) as Novozyme 116. It is authorized by European Community legislation.

Figure 11.6 shows the effect of adding glucanase on the filtrability of a white wine made from grapes

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

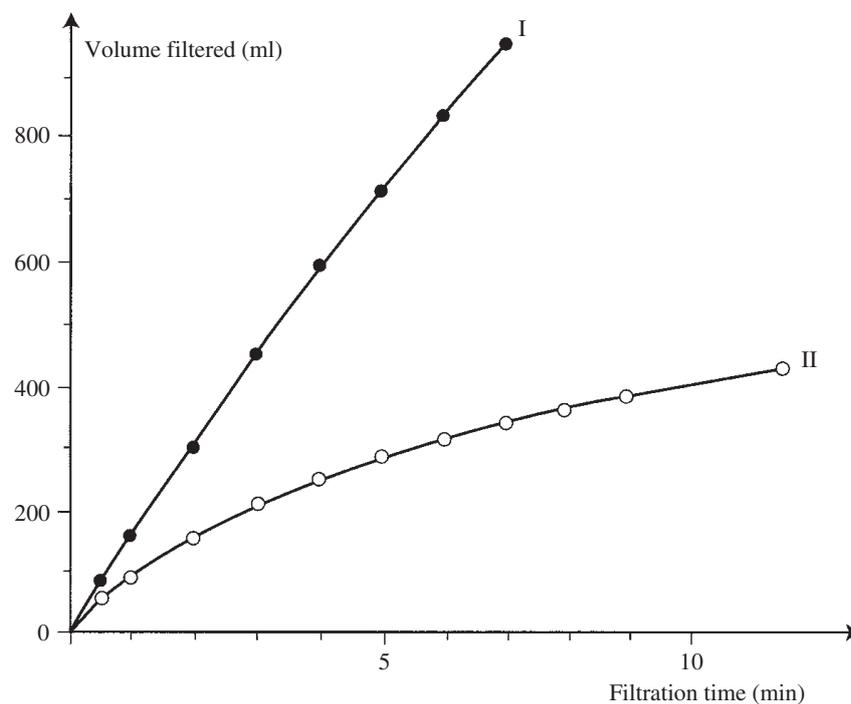


Fig. 11.5. Effect of glucane from *Botrytis cinerea* on flat-sheet filtration (Dubourdiou, 1982) I. Dry white wine made from healthy grapes. II. The same wine +200 mg/l of glucane

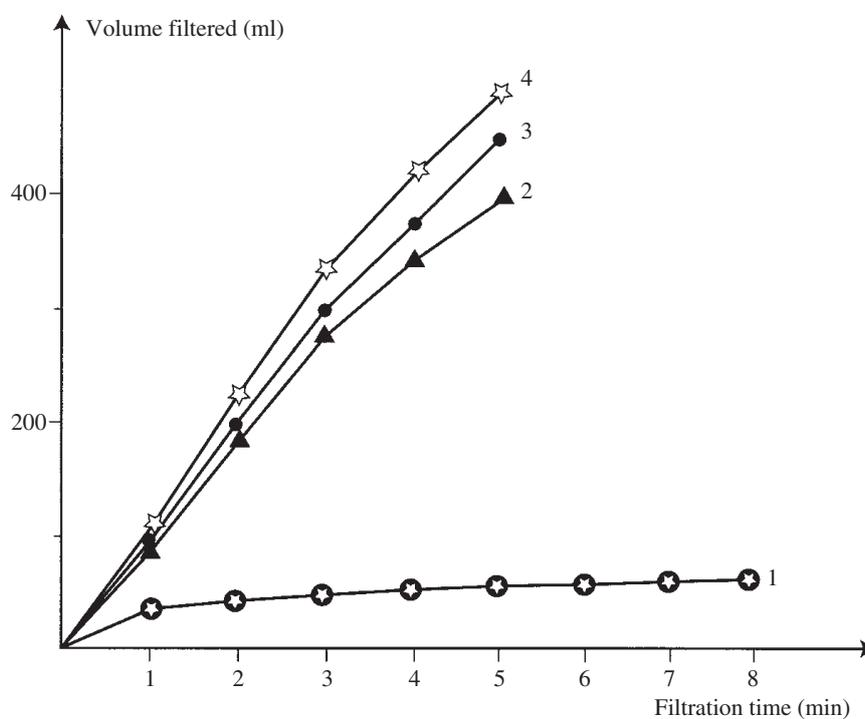


Fig. 11.6. Effect of adding various doses of glucanase SP 116 during fermentation on the filtrability through a flat-sheet filter of a white wine made from grapes affected by rot (Dubourdiou, 1982). 1, Control; 2, addition of 2 g/hl of SP 116; 3, addition of 4 g/hl of SP 116; 4, addition of 6 g/hl of SP 116

affected by rot. Even repeated fining with organic fining agents or bentonite cannot eliminate the protective colloids, so clogging is not alleviated.

11.6 FILTRATION THROUGH DIATOMACEOUS EARTH (OR KIESELGUHR) PRECOATS

11.6.1 Introduction

'Earth filtration' has been widely used to clarify wines for many years. Initially, this involved pre-coating a filter cloth. The diatomaceous earth, in suspension in wine or water, was deposited on the surface of the cloth, thus constituting the filter layer. Filtration really started when this stage was completed. This process has now been replaced by considerably more advantageous continuous accretion techniques, where diatomaceous earth is continuously added to the turbid wine before it enters the filter. The filter layer grows thicker throughout the process, the impurities are distributed through the mass and the outside layer is never blocked.

Diatomaceous earth of varying permeability, as well as mixtures of diatomaceous earth and cellulose, make filtration through precoats suitable for a wide range of applications. Table 11.2 shows the clarification of a turbid white wine filtered through three different types of earth. Filtration behavior may be predicted by laboratory tests (Section 11.6.2). This type of filtration is generally restricted to untreated wines, as one of the first stages in clarification. However, currently available fine earths may also be used to prepare

wines for bottling. Table 11.3 indicates the quality of diatomaceous earth used in various situations and the quantities required at various stages in filtration.

One disadvantage of this type of filtration is that it involves discharging large volumes of diatomaceous earth that represent a source of environmental pollution. Furthermore, staff handling these filters work in an atmosphere contaminated with dust. Tangential flow microfiltration (Section 11.9.1) may be a suitable replacement technique.

11.6.2 Laboratory Filtration Tests

The equipment in Figure 11.7 is used to measure the volume filtered over time, at a constant pressure. According to the theoretical equation for deep-bed filtration (Section 11.2.4),

$$\log V = \frac{1}{2} \log t + Cste$$

If the filter's surface area is known, the straight line giving the volume filtered during a normal industrial filtration cycle may be plotted on logarithmic paper from two or three experimental points.

A method for measuring the fouling index will be described elsewhere (Section 11.8.3). It is not, however, usable at this stage in clarification, as the wine generally has an excessively high fouling capacity.

11.6.3 Filtration Equipment

Precoat filtration equipment consists of vertical or, more frequently, horizontal trays, which are

Table 11.2. Characteristics of a white wine after filtration on three diatomaceous earths with different permeabilities (Serrano, 1993)

	Diatomaceous earth filtration		
	Coarse (1.5 Darcy)	Average (0.35 Darcy)	Fine (0.06 Darcy)
Average throughput (hl/h/m ²)	20	15	7
Fouling index	250	50	22
Turbidity (NTU)	1.33	1.04	0.36
Viable yeasts (per 100 ml)	5000	4500	500
Viable bacteria (per 100 ml)	7700	3000	1500

Control wine: turbidity (NTU) = 21, viable yeasts (per 100 ml) 270 000, viable bacteria (per 100 ml) 180 000.

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

Table 11.3. Precoat filtration: quantity and quality of adjuvants required to treat different products (Paetzold, 1993)

Products to be filtered	First precoat (time: 10–20 min)		Second precoat (time: 10–20 min)		Continuous accretion		Flow rate (hl/h/m ²)
	Quality (Darcy)	Quantity (kg/m ²)	Quality (Darcy)	Quantity (kg/m ²)	Quality (Darcy)	Quantity (g/hl)	
New wine, first filtration (December)	2–3	0.5–1	2–3	0.5	2–3	200–300	5
Press wine	2–3	0.5–1	2–3	0.5	2–3	200–400	5
Wine aged for at least one winter	1–2	0.5	1–2	0.5	1–2	50–200	10
Wine sheet or lenticular module filtered before bottling	1	0.5	0.4–1	0.5	0.4–1	20–50	15
Wine membrane filtered before bottling	1	0.5	0.06–0.4	0.5	0.06–0.4	20–50	15

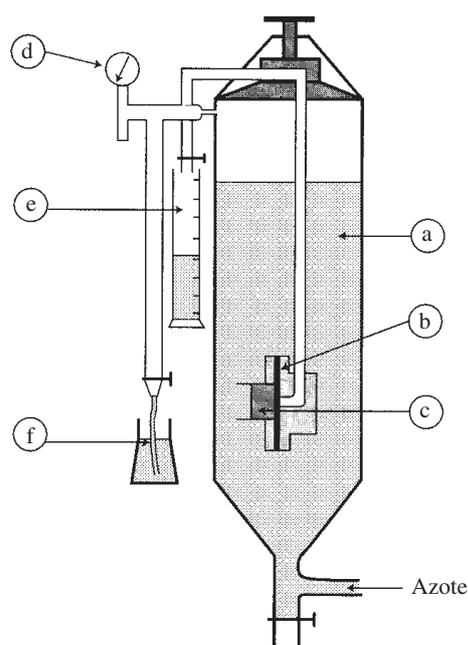


Fig. 11.7. Diagram of a 4 l test chamber capable of withstanding up to 7 bar pressure, used for filtration tests through diatomaceous earth. The useful surface area of the filter medium varies from 4 to 20 cm². It is used to compare the behaviors of different samples of diatomaceous earth (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1977): (a) mixture of wine and diatomaceous earth, (b) stainless-steel cloth, (c) layer of diatomaceous earth and filtration cake, (d) pressure gauge, (e) recovering and measuring filtrate volume. A nitrogen stream maintains pressure and keeps the diatomaceous earth in suspension. Bubbling is adjusted and pressure maintained using a bubbler (f)

easier to clean. Filter trays are usually made of stainless-steel mesh, but sometimes of synthetic fabric, metal cartridges or cellulose sheets. The filter is also equipped with a feed pump and a metering pump for injecting the diatomaceous earth suspension into the wine before it enters the filter.

Modern filters are equipped with a residual filtration unit, used to filter and recover any wine remaining in the filter bell at the end of the cycle. They are also equipped with systems for dry extraction of the filtration residues, recommended to avoid pollution. Most systems use centrifugal force. The horizontal trays are spun to eject the earth cake, which is then removed through a hatch at the bottom of the bell.

Modern filters are all made of stainless steel, which facilitates cleaning and maintenance, especially when it is kept polished.

11.6.4 Preparing Filter Layers and Operating Filters (Figure 11.8)

A two-layer precoat must be prepared on the filter rack prior to starting filtration. The second layer activates the filtration cycle. The first, mechanical, layer is made using a coarse adjuvant (permeability above 1 Darcy), with the possible addition of 10% of a cellulose-based product. The quantities

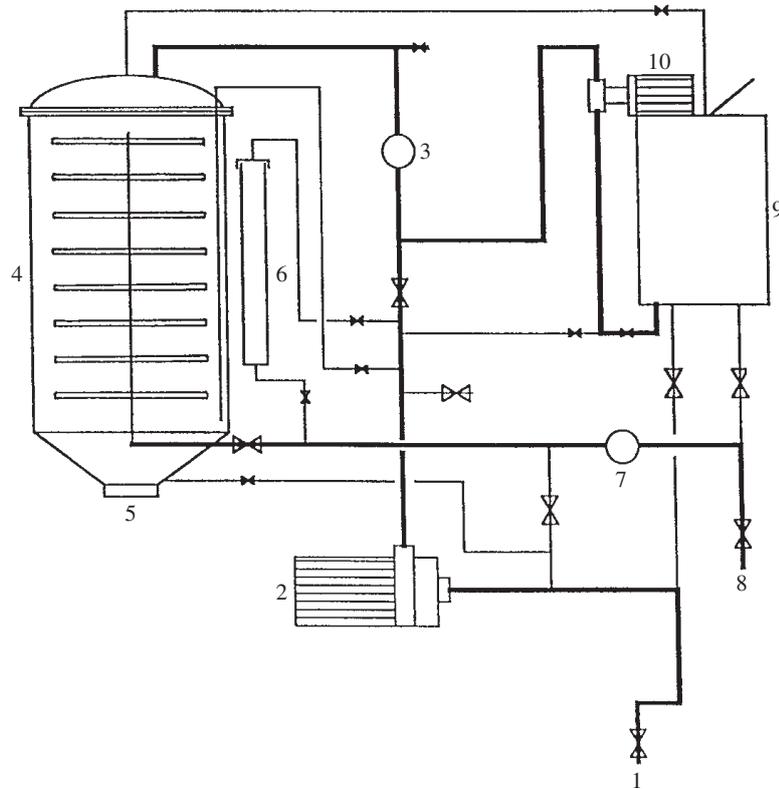


Fig. 11.8. Diagram of the circuits in a diatomaceous earth filter with continuous accretion: 1, inlet of wine to be clarified; 2, main feed pump; 3, inspection glass for wine to be clarified; 4, filtration vat with horizontal filter units; 5, filter cake removal; 6, external residual filtration unit; 7, inspection glass for clarified wine; 8, clarified wine outlet; 9, tank containing the filtration adjuvant in suspension; 10, filtration adjuvant metering pump

required are shown in Table 11.3. This mechanical layer acts as a base for the filter layer. Filtration efficiency depends on the proper preparation of this layer. Sudden changes in pressure, produced by quickly opening and closing the valves, are recommended during the preparation phase, as the precoat will be more stable, with a less compressible structure. However, such pressure changes should be avoided during the filtration process.

It is recommended that both precoats should be prepared with water or filtered wine. Filtration of the wine may start as soon as the filter precoat has been prepared. The outer surface of the filter layer is constantly renewed by continuous accretion, generally with the same adjuvant or mixture of adjuvants. This prevents rapid clogging of the precoat and increases the length of the filtration cycle.

When wine is filtered just before bottling, it may be advisable to use a finer earth for accretion than

the grade used in the precoat (Table 11.3). The quantity of earth added ranges from 20 to 200 g/hl, and may exceptionally be higher when clarifying very turbid wines.

The differential pressure is initially low and increases gradually, depending on adjustments to the accretion process. Optimum filtration conditions require a pressure increase of 0.1–1 bar per hour throughout the cycle.

When accretion is insufficient, filter efficiency is low: clogging occurs, pressure increases sharply and the filtration cycle is shortened. If accretion is excessive, pressure rises slowly, but the cycle is also shortened by unnecessary filling of the filtration chamber. Filtration flow rates according to the type of diatomaceous earth are shown in Table 11.3.

Clarification quality monitoring is recommended throughout the entire filtration process. This

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

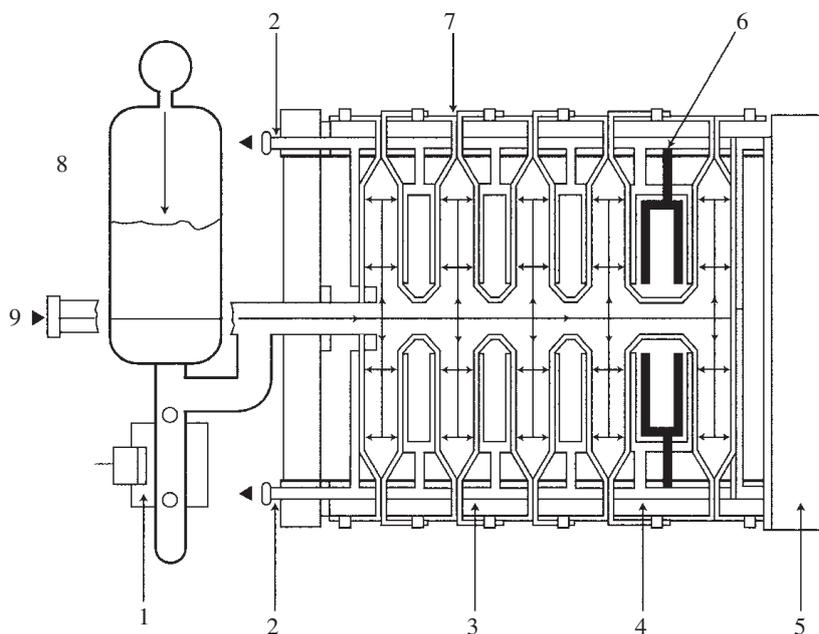


Fig. 11.9. Schematic diagram of a filter press: 1, piston pump; 2, filtrate collector; 3, standard tray; 4, membrane tray; 5, solid stainless-steel frame; 6, compressed air circuit; 7, polypropylene cloth; 8, tank with pneumatic buffer; 9, central input of product to be clarified

operation may be automatic. The major cause of insufficient clarification is that the adjuvant is too coarse and does not trap all the finer particles. Sudden changes in pressure, combined with errors in handling the filter, may damage the filter layer, releasing particles that increase the turbidity of the wine leaving the filter. Insufficient clarification may also be caused by clogging of the filter trays, as the liquid no longer circulates and the precoat does not form in the clogged areas. When the pressure rises, the obstruction is forced out, and wine goes through these areas of the filter without being clarified, as the filter layer is nonexistent.

At the end of each cycle, the filter is cleaned and dried, after filtration of the residual wine from the bell. Regular chemical cleaning and tartrate removal is essential.

11.6.5 Operating a Filter Press

This system is used to clarify liquids containing large quantities of solid particles, such as the deposits resulting from static settling of white must, fermentation lees or even the fining agents recovered after wines have been fined and racked.

A filter press (Figure 11.9) consists of a set of trays, generally made of polypropylene, set in a steel (or, preferably, stainless steel) frame, held tightly together by a hydraulic jack. These trays are covered with cloth and designed to form filtration chambers between the trays that receive the turbid liquid, thus making it possible to collect the filtered liquid. The filter is fed by a high-pressure piston pump. At the end of the operation, a compressed air circuit dries the filtration residues.

The wine to be clarified requires no particular preparation prior to processing in the filter press. An adjuvant (Table 11.4) is added and the mixture is fed into the filter. The impurities, mixed with the adjuvant, are directly retained by the cloth. This is a self-regulating filtration system, as the impurities retained by the cloth act as a filter layer. The filtrate is drained off through internal collectors. Extremely turbid liquids are clarified reasonably well, but it is not possible to achieve very low turbidity. Table 11.4 gives an indication of flow rates observed. In order to filter 240 hl in 8 hours, with a flow rate of 1 hl/h/m², a 30 m² filter is required, or approximately 45 (80 cm × 80 cm) trays.

Table 11.4. Filtration adjuvants in a filter press (Paetzold, 1993)

Products to be filtered	Adjuvant used	Permeability (Darcy)	Quantity (kg/hl)	Average throughput (hl/h/m ²)
Sediment from white must	Perlite	2–5	1–2	0.5–2
Sediment from protein fining	Kieselguhr	1–3	0.5–2	1.5–3
Bentonite lees	Kieselguhr	1.2	0.5–2	1.5–3
Lees from racking after fermentation	Kieselguhr	1–3	0.5–2	0–1

This type of very robust filter is easily adaptable, by adding or removing trays, and is capable of providing a large filtration surface. It is easy to operate and gives good results in clarifying turbid liquids.

Cleaning used to be considered a difficult operation, but has been greatly improved and it now takes only 20–80 min to clean a 30–100 m² filter. This operation may also be fully automated.

11.6.6 Operating a Rotary Vacuum Filter

This equipment has the same applications as a filter press in filtering turbid liquids. It is more complex and difficult to use, requiring a certain level of technical expertise.

The flow rate is constant and relatively high throughout the filtration cycle, thanks to the constant renewal of the filter layer. There are, however, grounds for concern that the vacuum may cause changes in the composition of the product, especially the loss of volatile compounds. In particular, decreases in concentrations of free SO₂ and carbon dioxide have been observed.

A rotary filter (Figure 11.10) consists of a cylindrical drum covered with a perforated sieve which supports a filter cloth. The drum rotates around its horizontal axis at adjustable speed, in a tank equipped with an agitating device to homogenize the liquid and keep the filtration adjuvant in suspension during preparation of the filter layer. Diatomaceous earth may be used, but perlite also gives good results at lower cost. A vacuum, created inside the drum by a vacuum pump, draws the liquid in. A layer of filtration adjuvant is deposited on the drum during each

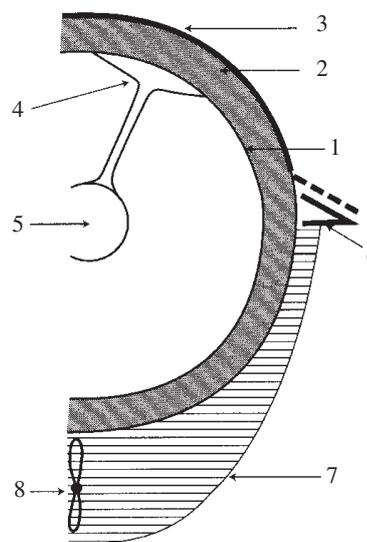


Fig. 11.10. Cross-section diagram of a rotary filter, used for must or wine lees: 1, metal filter cloth; 2, filter layer of diatomaceous earth or perlite; 3, film of trapped impurities; 4, vacuum cups distributed across the entire surface; 5, axis and filtered liquid outlet; 6, adjustable scraper blade; 7, tank containing the liquid to be filtered; 8, agitator maintaining the diatomaceous earth in suspension

rotation, building up a prefilter medium that may be 5–10 cm thick. Preparation of the precoat takes 60 min.

During filtration, any impurities are retained on the surface of the filter layer. These impurities are regularly eliminated by a scraper blade that constantly removes a fine layer of adjustable thickness (a few tenths of a millimeter).

The filtration surface is continually renewed and the flow rate is approximately constant throughout the filtration period. The cycle time is limited by the thickness of the filter layer and the forward

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

Table 11.5. Flow rates and adjuvant consumption for various rotary vacuum filter applications (Paetzold, 1993)

Liquid filtered	Flow rates (hl/h/m ²)	Adjuvant consumption (kg/hl)
Wine	4–6	0.20–0.60
Lees	0.5–2	1–2
Sediment	2–3	1–2.5
Must	3–5	0.75–1.5

speed of the scraper knife. Table 11.5 indicates average flow rates and adjuvant consumption in different types of filtration.

11.7 FILTRATION THROUGH CELLULOSE-BASED FILTER SHEETS

11.7.1 Introduction

Flat-sheet filtration is widely used just before bottling, to ensure that wines are perfectly clear and microbiologically stable. Flat-sheet filters (Section 11.4.5) are supplied as cardboard cartons, 40, 60 or 100 cm square. They retain particles by screening and adsorption. A distinction is generally made between ‘clarifying’ and ‘sterilizing’ filter sheets. The latter have a higher specific retention and some are even capable of eliminating all microorganisms, thus achieving absolute sterility. Several manufacturers offer a range of products in each category, with a variety of characteristics.

The properties of flat-sheet filters may be defined (Section 11.4.1) by a nominal cutoff expressed in μm . It is also possible to determine the maximum quantity of microorganisms in suspension likely to be retained per cm^2 of filter surface under specified operating conditions. Bacteria are much less efficiently trapped than yeast cells. The flow rate of the finest ‘sterilizing’ filter sheets is naturally lower than that of ‘clarifying’ sheets and they are also more susceptible to clogging.

The sheets are mounted on standard filters (Figure 11.11), making it possible to vary the total filtration surface by modifying the number

of sheets. This equipment is made of stainless steel, with stainless-steel or plastic trays to hold the flat-sheet filters. Filters with reversing chambers (Figure 11.11) make it possible to use two sets of sheets with different performances on the same system.

11.7.2 Preparing Wines for Flat-sheet Filtration

The wine should be properly clarified prior to flat-sheet filtration at the time of bottling to ensure a satisfactory flow rate. This preliminary clarification may involve spontaneous settling, fining, centrifugation (Section 11.11) or filtration through a diatomaceous earth precoat (Section 11.6).

Flat-sheet filtration is subject to the law of gradual clogging of pores under well-defined conditions. A test (Serrano, 1981) to check a wine’s aptitude for clarification by flat-sheet filtration may be carried out using the apparatus shown in Figure 11.12.

The maximum volume that can be filtered before total clogging (Section 11.2.3) is calculated as follows:

$$V_{\max}(\text{ml}) = \frac{t_2 - t_1}{t_2/V_2 - t_1/V_1}$$

where $t_1 = 1$ hour and $t_2 = 2$ hours, $V_1 =$ volume filtered in 1 hour, $V_2 =$ volume filtered in 2 hours and pressure = 0.5 bar. In most instances, a normal, one-day filtration cycle will be completed without the filter becoming totally blocked, so V_{\max} is never reached.

On the other hand, it is interesting to find out the volume that can be filtered in 8 h in order to assess the operation’s cost-effectiveness. The straight line of the variation t/V over time (Section 11.2.3, Equation 2) is plotted on the basis of three points, obtained after 1 h, 1 h 30 min and 2 h. The volume filtered in 8 hours is then obtained by extrapolation.

The values recommended by manufacturers for an 8-hour cycle are as follows:

- 5600–7200 l/m^2 for clarifying filter sheets
- 2800–4000 l/m^2 for sterilizing filter sheets

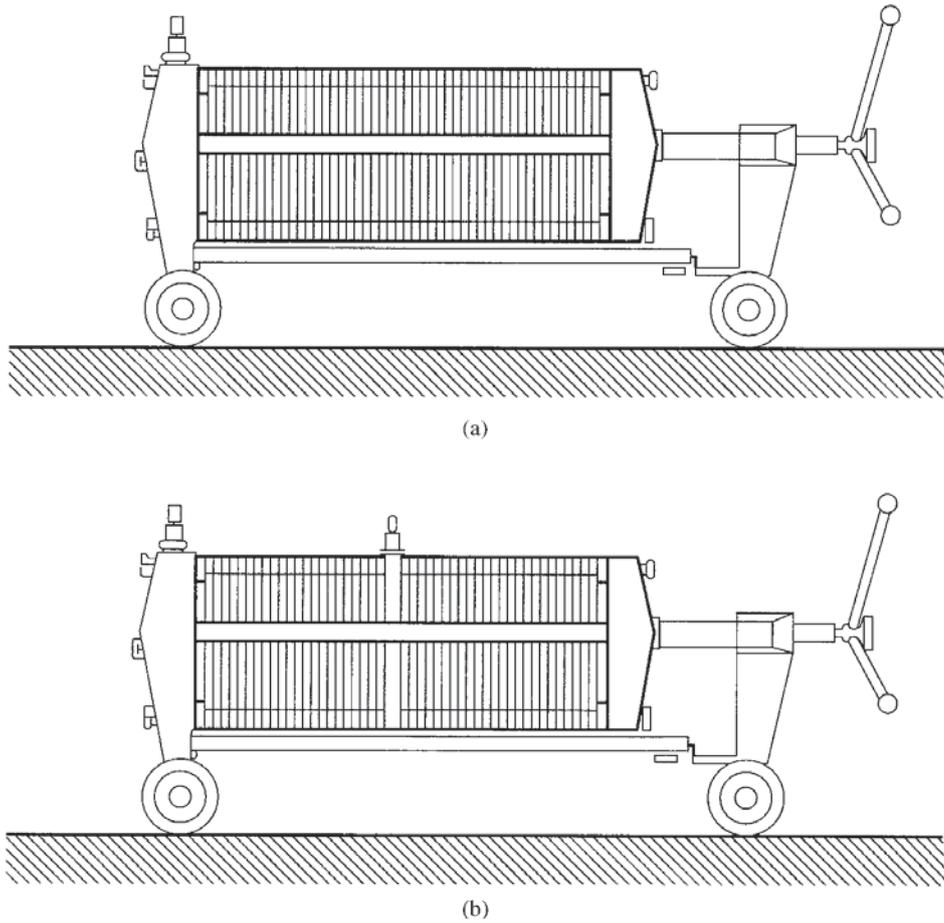


Fig. 11.11. Cellulose flat-sheet filter, (a) without and (b) with reversing chamber

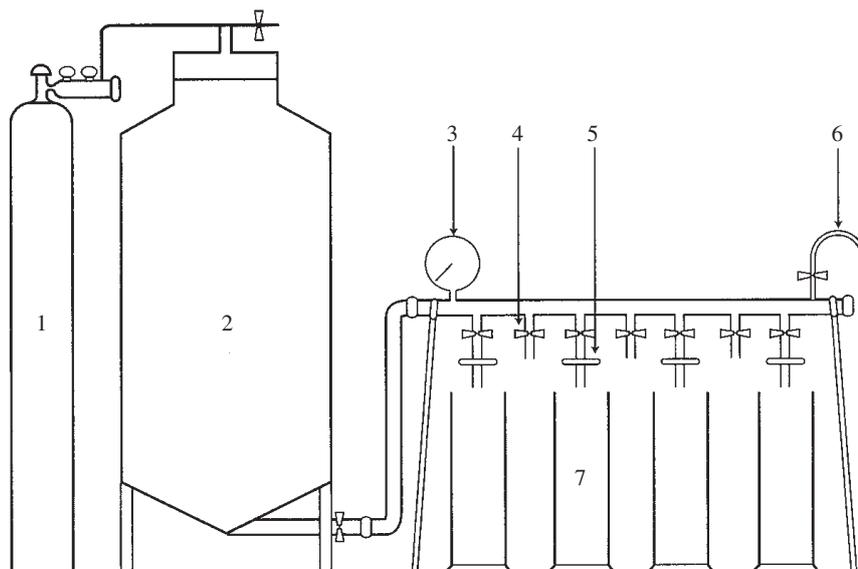


Fig. 11.12. Diagram of a system used to determine filtration characteristics: 1, compressed air source; 2, feed vat; 3, pressure gauge; 4, valve; 5, single disk filter (surface area of 22 cm²); 6, purge valve; 7, graduated container

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

Table 11.6. Contamination of a sweet white wine during storage, after diatomaceous earth filtration (Serrano, 1981)

Sample description	Turbidity (NTU)	Viable yeasts ($10^3/100$ ml)
Immediately after kieselguhr filtration	0.9	2
After 15 days	5.5	320
After 1 month	6.9	480

If these criteria are not satisfied, this means that the wine has not been sufficiently clarified in advance to ensure that flat-sheet filtration will be efficient and cost-effective.

After filtration through a diatomaceous earth precoat, even relatively coarse, it is generally possible to carry out flat-sheet filtration, and possibly sterilizing filtration, with good flow rate and clarification quality. However, during aging, wines undergo modifications, especially in their colloidal structure, that lead to an increase in turbidity and the number of viable germs (Table 11.6). It is advisable to filter the wine through a diatomaceous earth precoat less than one week before flat-sheet filtration.

The heterogeneity of the filter sheets makes it impossible to obtain a direct result for sheet filtration, so the fouling index measurement on membranes (Section 11.8.3) may be used. Wines

should have the following characteristics to be ready for flat-sheet filtration:

- Turbidity: <1.0 NTU (Section 11.3.1)
- Fouling index: $IC < 200$
- Number of viable microorganisms: <100 per 1 ml

These criteria are necessary to ensure that flat-sheet filtration will provide proper clarification and a satisfactory elimination of microorganisms, combined with an adequate flow rate (Table 11.7).

11.7.3 Selecting Filtration Parameters

Table 11.8 shows an example of industrial filtration, assessing the quality of clarification and, consequently, making it possible to select the filter sheets best adapted to this process. The results show that it is indispensable to use sufficiently fine filters to achieve perfect clarification just before bottling. The resulting loss of polysaccharides, a negative effect of filtration on quality, is negligible.

In order to ensure a satisfactory flow rate with fine filter sheets, the wine must be properly prepared, as described earlier in this chapter. If this has not been done, the wine may be filtered twice in a single operation, using a filter equipped

Table 11.7. Successive stages in the clarification of a sweet white wine until almost total sterility is obtained, using sterilizing filter sheets (Serrano, unpublished data)

	Untreated wine, before filtration	Filtration through diatomaceous earth precoat	Filtration through sterilizing filter sheets
Fouling index	Not measurable	250	24
Average filtration throughput ($l/h/m^2$)		2000	420
Turbidity(NTU)	21	1.33	0.33
Viable yeasts ($10^3/100$ ml)	270	5	<1
Viable bacteria ($10^3/100$ ml)	180	8	<1

Table 11.8. Filtration trial to find the best type of filter sheet for clarifying a specific red wine (Serrano, unpublished data)

	Before filtration	Clarifying filter sheet no. 3	Clarifying filter sheet no. 5	Clarifying filter sheet no. 7	Clarifying filter sheet no. 10	Sterilizing filter sheet
Turbidity(NTU)	1.0	0.78	0.69	0.44	0.34	0.34
Viable yeasts (cells per 100 ml)	800	50	15	5	<1	<1
Viable bacteria (cells per 100 ml)	9500	2100	900	130	<1	<1
Polysaccharides (% reduction)		0	0	0	5	5

with a reversing chamber (Figure 11.11) (Serrano and Ribéreau-Gayon, 1991). The first filtration eliminates the larger particles and makes it possible to achieve a sufficiently high flow rate during the second filtration through fine filter sheets to produce the required clarity.

It is advisable to eliminate holding vats between the filter and the bottle filler to avoid microbial contamination. The filter must, therefore, operate at a constant flow rate, governed by the throughput of the bottle filler. The values generally recommended by manufacturers are as follows:

- Clarifying filter sheets: 700 l/h/m² or 100 l/h per 40 × 40 cm sheet
- Sterilizing filter sheets: 350 l/h/m² or 50 l/h per 40 × 40 cm sheet

Newer designs operate effectively at higher flow rates, i.e. 900 l/h/m² for clarifying plates and 500 l/h/m² for sterilizing plates.

If wines are properly prepared, these flow rates may be maintained for 8 hours, without the differential pressure in the filter exceeding 0.5–0.7 bar (Serrano, 1981). If this is not the case, filtration will have to stop after only 4 or 5 hours. An excessive increase in pressure may even be required to continue filtering for that length of time. The effectiveness of the filter sheets is guaranteed up to 3 bar for clarifying sheets and 1.5 bar for sterilizing sheets. Clarification quality may be good at these high pressures, but they should be avoided as they tend to cause liquid to leak from the filter.

The number of sheets required in the filter depends on the throughput of the bottle filler. Calculations show that 23 clarifying sheets or 45 sterilizing sheets (40 cm square) are required for a bottling line with a capacity of 3000 bottles/h.

If wine has been properly clarified prior to filtering, the filter sheets will not be clogged after an 8-hour day and the flow rates will remain satisfactory. There is an obvious economic advantage in using the same filter sheets for several days. This is only possible if no contamination occurs during the night when the system is shut down. Industrial trials showed that it was possible to use the same sheets for several days, provided that the filter was emptied at the end of the day, cleaned and fully sterilized by running hot water at 85°C through the entire system for 20 min, either in the same direction as the filtration flow or as a backwash. Furthermore, this operation unclogs the flat-sheet filters. This is possible when the filter is operating as a prefilter prior to membrane filtration. If this is not the case, and especially if the wine must be absolutely sterile after filtering, the filter sheets really must be changed every day.

11.7.4 Sterilizing Equipment

It is vital to sterilize all equipment, and especially the filter and filter sheets, every morning prior to starting filtration and bottling. Table 11.9 shows the importance of sterilization. In particular, it is necessary in order to achieve perfect yeast retention, which is indispensable for sweet wines. If the system has not been sterilized, the first

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

Table 11.9. Impact of filter sterilization on filtration quality (Serrano, 1984)

	Unsterilized filter	Sterilized filter
Turbidity		
<i>t</i> = 5 min	0.97	0.56
<i>t</i> = 4 h	0.87	0.62
<i>t</i> = 8 h	0.84	0.66
Viable yeasts (cells/100 ml)		
<i>t</i> = 5 min	70	<1
<i>t</i> = 4 h	20	<1
<i>t</i> = 8 h	10	<1

Control wine: turbidity-1.25 NTU, viable yeasts = 500 cells/100 ml.

few liters of wine filtered will pick up any contamination from the equipment.

The system is sterilized with steam or hot water at 90°C, circulating at low pressure (0.2 bar) in the normal direction of filtration. This operation must continue for 20 min, starting from the time the filter reaches sterilization temperature. The filter is then cooled with cold water ($\Delta p < 0.2$ bar). The use of prefiltered fluids is recommended, both for sterilization and cooling. This minimizes the risk of blockage (which might occur if the water contained any particles) and the danger of microbial contamination during cooling. The volume of water used in this operation is generally sufficient to 'prime' the filter sheets as well, thus avoiding any organoleptic deterioration of the wine. However, the elimination of any unpleasant smells or off-flavors must be checked by tasting during cooling.

At the end of the operation, the water is drained from the filter and, at the same time, it is filled with wine. However, after flushing with the quantity of water necessary for sterilization, a 40 cm × 40 cm filter sheet retains approximately 0.85 l of liquid. It is, therefore, essential to eliminate the first wine that is filtered (at least one liter per sheet), as it is highly diluted and may have slight organoleptic defects.

At the end of the day, the filter must be drained, disassembled (unless the same filter sheets are used for several days) and rinsed with hot water. Chemical cleaning should be carried out weekly, using detergent.

All these operations are vital to avoid microbial contamination of the wine, which may easily become a major problem.

11.7.5 Lenticular Module Filtration

In a lenticular module, cellulose-based filter media identical to those in flat-sheet filters are mounted in sealed units, ready for use (Figure 11.13). Implementation is simpler and there is no risk of leaks at high pressure (a common problem in tray filters).

Modules are available in two sizes: 284 mm (12 inches) in diameter with a filter area of 1.8 m² and 410 mm (16 inches) in diameter with a filter area of 3.7 m². It is possible to install one to four modules in the same case, to adapt the filter area to the required flow rate.

In order to maintain reasonable operating costs, the same modules must be able to be used for several days. To obtain satisfactory results, it is necessary to regenerate the filter every evening by running hot water at 45°C through the system in the same direction as filtration. This is followed by sterilization with water at 90°C.

These lenticular filters provide satisfactory clarification in a single operation, even after several days in operation, provided that the wines have already been partially clarified, e.g. barrel-aged red wines. However, sterile filtration of sweet wines is by no means a guaranteed success (Serrano and Ribéreau-Gayon, 1991).

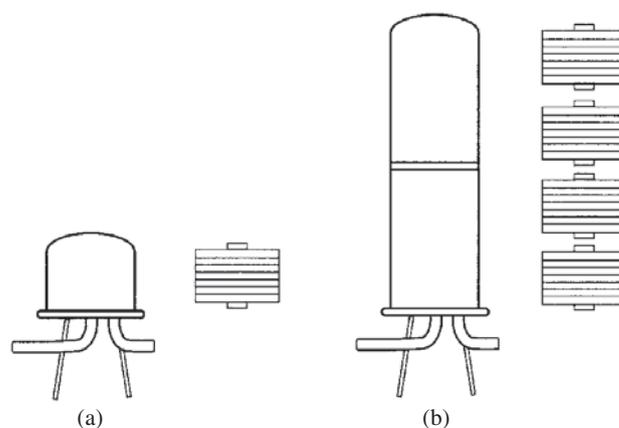


Fig. 11.13. Lenticular filter. Casings fitted with (a) one module and (b) four modules

11.8 MEMBRANE FILTRATION

11.8.1 Introduction

Membrane filtration is used at the time of bottling, mainly in cases where sterile, or at least low-microbe bottling is required (Section 11.3.4). The wine must have been properly prepared so that this operation can be run at a satisfactory flow rate, without excessive clogging.

The composition of the membranes used to filter wine has been presented above (Section 11.4.6). Membrane filters are supplied as ready-to-use cartridges. The flow rate depends on the number of cartridges installed in parallel in each unit.

A membrane's efficiency in trapping particles, or its retention value, depends on pore diameter, i.e. a membrane with a retention value of 0.5 μm will retain all particles with a diameter above 0.5 μm . Wine filters are in the microfiltration range, with pore diameters ranging from 0.45 to 1.2 μm .

A prefilter is normally used to protect the membranes and avoid excessively rapid fouling. An industrial filtration system includes a 'prefilter unit' and a 'final filtration unit', assembled in series on the same base.

11.8.2 Prefilter Cartridges

There are two categories of prefilters. 'In-depth prefilters' are coarse filters consisting of glass fiber or polypropylene, either alone or mixed with diatomaceous earth or cellulose. They trap the particles inside the filter layer by adsorption and screening, and have a high retention capacity.

'Surface prefilters' retain the particles on their surface. They are made from cellulose esters or layers of polypropylene. They also have good specific retention. Prefilters are not always defined by their retention value. The value given, e.g. 3 μm , frequently corresponds to a nominal retention value. In this case, a variable proportion of particles larger than 3 μm in diameter may pass through the filter.

Specific retention is measured using the same procedure and expresses the total quantity of particles that the filter is capable of retaining before it becomes blocked. Specific retention depends on the compactness of the filter: the more tightly packed the fibers, the faster the filter becomes clogged. Capacity and efficiency are two opposing, yet complementary, characteristics.

Prefilters are designed to improve the throughput of final filtration. They cannot guarantee perfect clarification quality or total retention of microorganisms.

11.8.3 Preparing Wines for Filtration: Filtration Tests

In order to achieve good results with membrane filters, the larger impurities must first be removed from the wine to reduce its fouling index, so that the flow rate will be satisfactory. This may involve filtration through a diatomaceous earth precoat. However, the 'coarse earth' (1.5 Darcy) systems, suitable for preparing wines for flat-sheet filtration, are not effective in this instance. Membrane filter flow rates (on the order of 150 l/h/m²) are too low, even at high pressures (3 bar), and the filter clogs rapidly. Relatively fine earths (0.06 Darcy) must be used for prefiltration to ensure satisfactory flow rates (400 l/h/m²) during membrane filtration.

A system similar to that in Figure 11.12 (Section 11.7.2) is used for filtrability tests that predict the wine's behavior during membrane filtration, i.e. the fouling index and V_{max} (maximum volume filtered before clogging).

The fouling index (IC) is obtained by measuring the difference in the time taken to filter 200 and 400 ml wine through a membrane with a pore diameter of 0.65 μm and a surface area of 3.9 cm², at a pressure of 2 bar. The formula is as follows:

$$\text{IC} = T_{400} - 2T_{200}$$

It is not always possible to collect 400 ml of filtrate if the wine clogs the system very rapidly. If this is

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

the case, the volume throughput in 5 mn is noted. Fouling index measurements made on membranes are also used to predict flat-sheet filtration behavior (Section 11.7.2).

V_{\max} (Gaillard, 1984) is calculated using the same formula as that used for flat-sheet filtration (Section 11.7.2), although the experimental method is different. The volume throughput of the membrane at a pressure of 1 bar is noted after 2 and 5 mn. The formula (Section 11.2.3) is the following:

$$V_{\max} = \frac{5 - 2}{5/V_5 - 2/V_2}$$

or

$$V_{\max} = \frac{3(V_5 \times V_2)}{5V_2 - 2V_5}$$

Experience has shown that, in order to obtain good clarification with a satisfactory flow rate, a wine must have a fouling index (IC) lower than 20, or possibly 30, with a V_{\max} higher than 4000 ml or at least 2500 ml.

11.8.4 Selecting Filtration Parameters

Membranes with a pore diameter of 1.2 μm are used when only yeast has to be eliminated, while 0.65 μm or even 0.45 μm membranes are required when both yeast and bacteria must be removed. These membranes are very thin (150 μm). Adsorption may be considered negligible due to their very high porosity. They operate by screening and stop all particles larger than the pore diameter at the membrane surface.

The theoretical flow rate specified by the filter manufacturer for properly prepared wines is 800 l/h/m² or 1440 l/h for a 1.8 m² cartridge (30-inch diameter). However, to increase the life expectancy of the filter medium before total clogging, it is advisable to oversize the system so that it operates at half capacity, i.e. 400 l/h/m² or 720 l/h for a 1.8 m² cartridge. These flow rates may be maintained with a differential pressure below 1 bar. It is advisable to operate at low differential

pressures to minimize clogging, although the membranes are designed to withstand 7 bar.

As in flat-sheet filtration, the constant flow rate of the bottle filler dictates the number of cartridges to use. It has been calculated that three 30-inch cartridges (filter surface of 1.8 m² each, flow rate: 720 l/h) are required to supply a bottling line operating at 3000 bottles/h or 2250 l/h. Filter membranes must be used for several weeks, or even months, before they become completely blocked in order to make this system cost-effective.

The system must be sterilized before filtration starts every morning, as described in the Section on flat-sheet filters (Section 11.7.4). The sterilizing fluid, either steam or hot water at 90°C, is circulated at low pressure in the same direction as filtration. Water must be prefiltered to avoid damaging the membranes. Once the equipment has been sterilized, it is cooled with filtered cold water.

Every day, before the filtration system starts operating, two tests (diffusion test and bubble point test) should be carried out to check the integrity of the damp membranes and to inspect the watertight seals, once the filter has cooled down. Details are given in the membrane manufacturer's instructions. These inspections are indispensable to ensure that the filter media operate at optimum efficiency (Table 11.10).

Membranes must be regenerated after each daily filtration cycle to ensure an optimum lifetime. Filtered hot water at 40°C is circulated through the system for about 15 mins, generally in the same direction as filtration. Water temperature is then increased to 90°C and the filter is sterilized for

Table 11.10. Characteristics of Pall membranes (Gautier, 1984)

Membrane pore diameter (μm)	Bubble point (bar)	Integrity test (bar)
0.45	1.3	1
0.65	1.1	0.9
1.2	0.7	0.6

Table 11.11. Filtering a red wine on prefilter cartridge and membrane (Serrano, unpublished data)

	Fouling index (IC)	Turbidity (NTU)	Viable yeasts (cells/100 ml)	Viable bacteria (cells/100 ml)
<i>First day</i>				
Filter inlet	27	0.28	500	1 100
Prefilter outlet	18	0.17	5	80
Membrane filter outlet	17	0.16	<1	<1
<i>Second day</i>				
Filter inlet	26	0.29	1200	20 000
Prefilter outlet	21	0.21	2	240
Membrane filter outlet	17	0.18	<1	<1
<i>Third day</i>				
Filter inlet	21	0.40	2400	27 000
Prefilter outlet	18	0.24	4	3 800
Membrane filter outlet	16	0.20	<1	1

about 20 mins. Prefilter cartridges are treated in the same way, except that it is possible to backwash for regeneration and sterilization.

When all the preceding operations are efficiently carried out, simultaneous filtration with prefilter cartridges and membranes gives good results in terms of clarification quality (Table 11.11). Quality remains high for several days with satisfactory flow rates. It has, however, been observed that this technique, combined with the necessary preliminary clarification processes, may have a greater effect on the polysaccharide concentration than flat-sheet filtration (Section 11.10.2). It should therefore be used very carefully. Proper operating conditions are essential and filtration results should be carefully monitored.

Membrane filtration should provide perfect clarification before bottling. Filtration is said to be 'low microbe' if the viable residual population is no more than 1 germ per 100 ml. It is considered 'sterile' if this value is reduced to no more than 1 germ per bottle.

11.9 TANGENTIAL FILTRATION

11.9.1 Principles

Standard filtration techniques are known as 'frontal' or 'transversal', as the liquid circulates perpendicularly to the filter surface. The trapped particles form a 'cake' that may be involved in the

clarification mechanism. This 'cake' also causes the filter to become gradually blocked.

In tangential filtration (Guimberteau, 1993; Donèche, 1994), the flow is parallel to the filter surface (Figure 11.14), which consists of a membrane with relatively small pores. This maintains excess pressure in the feed liquid, causing a small quantity to flow through the membrane (3), where it is clarified (4). The solid particles do not accumulate, as they are constantly washed away by the flowing liquid. Clarification efficiency is modulated by adjusting the pressure (2), the flow rate of the liquid to be clarified (1) and the evacuation rate of the filtrate (6). The excess pressure heats the liquid, so refrigeration is required to cool the system (5).

In practice, a certain amount of clogging is inevitable, although this occurs much less often in tangential filtration than in transversal filtration. Clogging may result in a simple accumulation of trapped substances, or these may interact with the membrane surface. As clogging is detrimental to performance, it is minimized by varying the hydrodynamic parameters (circulation rate, temperature, pressure, etc.), the characteristics of the product to be clarified or the type of membranes and their properties. These filters are generally equipped with unclogging systems which operate by reversing the liquid flow.

A distinction is made between tangential ultrafiltration (pore diameter of 0.1–0.001 μm) and

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

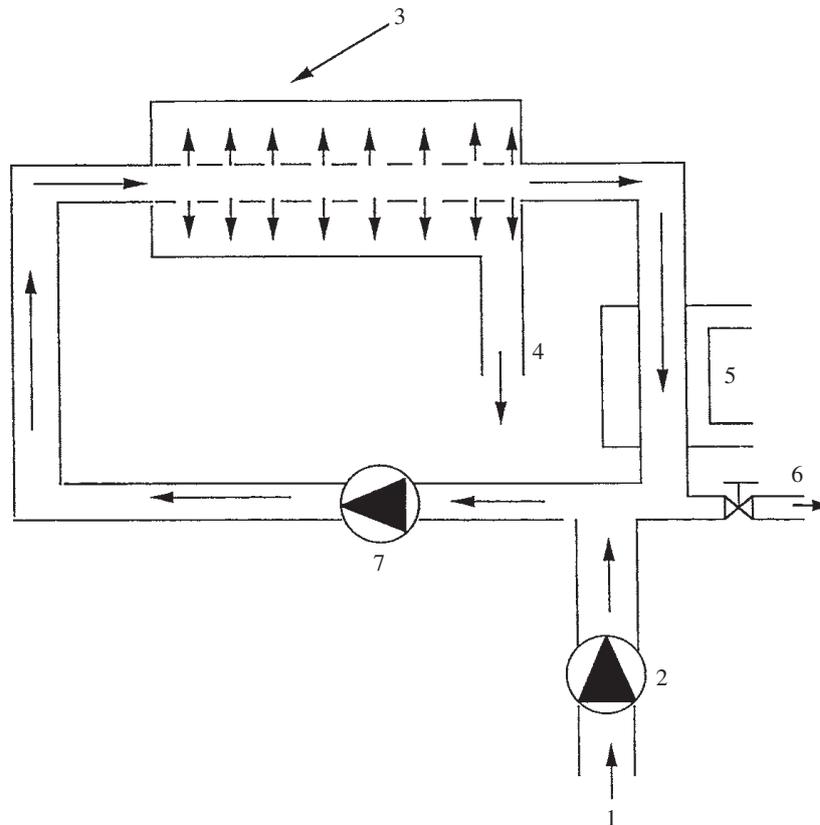


Fig. 11.14. Schematic diagram of tangential filtration: 1, inlet of liquid to be clarified; 2, high-pressure pump; 3, module containing the filtration membrane; 4, clarified liquid outlet; 5, cooling system; 6, adjustable outlet for the concentrate containing the impurities; 7, circulating pump

tangential microfiltration (pore diameter of 10–0.1 μm). In reality, a certain amount of fouling, which tends to reduce the size of the pores, is inevitable. The distinction between these two types of filtration is not, therefore, as clear as it may seem.

The first attempts to apply tangential filtration in winemaking relied on ultrafiltration membranes that were likely to trap not only particles in suspension, but also colloidal macromolecules. In particular, unstable proteins were intended to be eliminated from white wines. However, it very quickly became apparent that the analytical and organoleptic characteristics of white wines were subject to profound modifications under these conditions.

Nevertheless, several enological applications have been developed, using microfiltration membranes with average pore diameters between 0.1

and 1 μm . It is feasible to expect to achieve clarity and microbiological stability in untreated wines, possibly in a single operation, without affecting their composition. Improvements in membrane production techniques and greater diversity in their characteristics have resulted in the availability of equipment suited to a range of different objectives.

11.9.2 Applications in Winemaking

Tangential microfiltration has been used in many wine treatment applications over the past 10 years. Suitable membranes are now available for clarifying must or untreated wines, as well as the final clarification of prefiltered wines. This technique may also provide an alternative to filtration through diatomaceous earth precoats, especially in cases where waste discharges could lead to excessive pollution. Tangential microfiltration is still,

however, subject to two major disadvantages: low hourly throughput per m² of filter surface and its high cost, as compared to traditional filtration methods.

Various applications have been suggested:

1. Removing sediment from white grape must: clarification is excellent. It may even be excessive, leading to difficulties during fermentation. The technical and economic advantages of this technique have not been clearly demonstrated.
2. Preparing low-alcohol beverages from grapes—grape juice, sparkling grape juice and partially fermented beverages: tangential microfiltration results in clear, microorganism-free products that may be stored in sterile vats until they are treated for protein (bentonite treatment) and tartrate (cold stabilization) instability.
3. Clarifying wines: it is now possible to integrate tangential microfiltration into the wine-making process, especially for white wines, which achieve better flow rates than reds.

Tangential microfiltration may be used at the end of fermentation to ensure microbiological stabilization or to prepare wines for bottling. However, certain technical aspects of the process make it incompatible with bottling operations. Winemakers must also be aware of the risk of eliminating high molecular weight carbohydrate and protein colloids that are not only an integral part of a wine's composition but also of its organoleptic characteristics. The phenols in red wines tend to clog membranes and reduce flow rates. Furthermore, there is some concern that these phenols may be modified, resulting in a deterioration of the color.

A comparison of the effectiveness of various types of filtration in clarifying white and red wine after fining (Serrano, 1994) highlights the low flow rates of tangential microfiltration as compared to filtration through kieselguhr (Table 11.12). This is particularly true of red wines. However, flow rates are higher than those observed during early tests. Fouling is by no means negligible and explains why it is possible to have a lower flow rate with a 0.4 µm

Table 11.12. Application of various filtration techniques to a white wine after fining with blood albumin (8 g/hl) and to a red wine after fining with gelatin (8 g/hl) (Serrano *et al.*, 1992)

	Control	Precoat and kieselguhr filtration	Tangential filtration		
			Inorganic membrane 0.2 µm	Inorganic membrane 0.2 µm with reverse flow unclogging	Organic membrane 0.4 µm
Flow rate (l/h/m ²)					
White wine		1 020	137	245	68
Red wine		950	85	150	57
Turbidity (NTU)					
White wine	7.00	0.32	0.26	0.60	0.28
Red wine	3.00	0.51	0.22	0.21	0.10
Viable yeasts (cells/100 ml)					
White wine	30 000	1 400	<1	10	<1
Red wine	200 000	4 200	16	110	5
Viable bacteria (cells/100 ml)					
White wine	7 200	6 500	130	850	50
Red wine	Uncountable	16 000	8 500	12 500	500

Hydrodynamic conditions: transmembrane differential pressure, 0.7–1.3 bar; tangential flow rate between 2 and 3 m/s; eliminated concentrate, less than 0.2%.

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

organic membrane than a 0.2 μm inorganic membrane.

All types of tangential microfiltration produce higher quality clarification than those achieved by filtration through a kieselguhr precoat. However, the filtrates are not always sterile, particularly when unclogging by reversed flow has destroyed the polarization layer.

Analysis shows that concentrations of polysaccharides and volatile fermentation products in white wines are reduced by tangential microfiltration, as compared to filtration through a kieselguhr precoat. Anthocyanins and tannins are affected in red wines. However, in view of the natural modifications that occur in wines during aging, these differences tend to become less marked over time. The standard tests used in organoleptic analysis did not identify any significant differences (threshold of 5%) after samples had been kept for 1, 6, and 12 months.

In fact, this type of tangential microfiltration is not a method for achieving final clarification, but rather an alternative to filtration through a kieselguhr precoat to prepare wines (or at least white wines) for final filtration. Flow rates would need to be improved and operating costs reduced for this technique to develop on a wider, industrial scale. It should also be taken into account that this process produces a liquid residue that requires treatment to avoid excessively polluted discharges, although the absence of kieselguhr makes the waste less polluted than earth filtration residues.

4. Clarifying fining lees: tangential microfiltration, using membranes with pore diameters from 0.2 to 0.8 μm , was compared with a rotary vacuum filter (Serrano, 1994). The flow rates were lower (50–100 l/h/m^2 instead of 350–500 l/h/m^2) but clarification was better, both in terms of much lower turbidity as well as the elimination of microorganisms. Wine losses were also lower: 0.2% instead of 4–6% with rotary filters. Modifications in the chemical composition were less marked, especially carbon dioxide and volatile compounds, which were easily

eliminated by the vacuum in the rotary filter. Tasting tests did not identify any significant differences (threshold 5%).

11.10 EFFECT OF FILTRATION ON THE COMPOSITION AND ORGANOLEPTIC CHARACTER OF WINE

11.10.1 Various Effects of Filtration

Consumer demand insists on wines that are clear and stable. However, wine quality may be affected by too much, ill-advised treatment. Filtration is known to have potentially harmful effects and is particularly criticized for making wines thinner. Filtration just before bottling is sometimes challenged on these grounds, but this criticism is often unjustified. Properly controlled filtration has positive effects on quality, whereas careless or excessive treatment may have a decidedly negative impact. In filtration, as in all other treatments applied to wine, proper conditions and care are essential. Winemakers are responsible for deciding precisely which operations are necessary.

Several possible consequences of filtration should be considered. Besides any changes in chemical composition (described in the next paragraph), filtration may be responsible for secondary phenomena, due to operating techniques or the use of poor-quality filtration equipment. These problems can, and should, be avoided.

The first important point is that contact with air during filtration should be prevented. Negative effects sometimes attributed to filtration are often simply due to the penetration of air during pumping, which is a necessary part of the process. Wine may be saturated with oxygen when it comes out of the filter, while losing carbon dioxide at the same time. This may cause ferric casse or a loss of aroma, especially in wines with a low free SO_2 content. Wine should be protected from these risks by checking that filtration systems are airtight and purging them to remove air.

It should also be emphasized that poor-quality filter media may transmit an earth, paper or cloth taint to the wine. Generally, only the first few liters

of wine are affected, but the defect may be more persistent in certain instances. Off-flavors from cellulose-based filter sheets are the most common. Manufacturers recommend flushing the system with several liters of filtered water per sheet. This operation also cools the filter after sterilization (Section 11.9.4). It is easy to determine whether any off-flavors have been eliminated by tasting. It may be necessary to use 10–20 liters of water per filter sheet to eliminate off-flavors completely.

Cloth, especially cotton, and diatomaceous earth filters can also be responsible for transmitting off-flavors they may have picked up in damp, poorly ventilated storage areas.

11.10.2 Modifications in Wine Composition and their Effect on Flavor

If the preceding precautions are taken, the wine's quality should not be affected as it passes through the filter surface. Filtration, after all, is intended to eliminate turbidity, foreign bodies and impurities that would, in time, form the lees. It would be ridiculous to suggest that these substances make a positive contribution to flavor.

Contrary to a widely held opinion, clear wine always tastes better than the same wine with even

slight turbidity. Furthermore, wines made from grapes affected by rot and press wines lose at least part of their bitterness and roughness after filtering, which results in a definite improvement. Filtration through fine filter sheets or sterilizing membranes does not affect flavor, provided that these operations are carefully controlled. The difference is most significant in young wines with a high particle and microorganism content which become more refined and acquire elegance thanks to early filtration through a diatomaceous earth precoat.

The separation capacity of some filter media, however, enables them to eliminate macromolecules that form an integral part of the wine's structure, together with turbidity. These macromolecules contribute to a wine's character, not only by producing an impression of fullness and softness, but also by acting as aroma fixatives. A wine's aromatic character may well be altered if these substances are eliminated.

Serrano and Paetzold (1994) published experimental results on the influence of different types of filtration on chemical composition (polysaccharides, phenols, higher alcohols, fatty acids and esters) and the impact of these modifications on flavor. A number of their conclusions are given below (Tables 11.13 and 11.14):

Table 11.13. Effects of different types of filtration on the chemical composition of a white wine (results in mg/l) (Serrano and Paetzold, 1994)

	Control	Coarse kieselguhr (2.3 Darcy)	Fine kieselguhr (0.35 Darcy)	Clarifying filter sheet, prefiltered through coarse kieselguhr (2.3 Darcy)	Sterilizing filter sheet, prefiltered through coarse kieselguhr (2.3 Darcy)	Membrane: 0.65 μ m, prefiltered through fine kieselguhr (0.35 Darcy)
OD 420	0.084	0.087	0.083	0.079	0.080	0.078
Tannins	71	69	68	67	68	66
Total polysaccharides	570	540	517	521	518	454
Higher alcohols (total)	317	312	312	308	309	291
Higher alcohol acetates (total)	3.5	3.5	3.4	3.4	3.2	2.9
Volatile fatty acids (total)	14.3	14	12.8	13.8	13.7	12.3
Ethyl esters of fatty acids (total)	4.3	4.2	4.0	4.4	4.0	3.8

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

Table 11.14. Effects of different types of filtration on the chemical composition of a red wine (Serrano and Paetzold, 1994)

	Control	Coarse kieselguhr (1.5 Darcy)	Fine kieselguhr (0.06 Darcy)	Clarifying filter sheet, prefiltered through coarse kieselguhr (1.5 Darcy)	Sterilizing filter sheet, prefiltered through coarse kieselguhr (1.5 Darcy)	Membrane: 0.65 μm , prefiltered through fine kieselguhr (0.06 Darcy)
Free polysaccharides (mg/l)	426	420	389	380	385	342
Total polysaccharides (mg/l)	650	630	607	625	620	562
Phenol compound index (D280)	41	40	39	40	39	37
Tannins (g/l)	2.7	2.6	2.4	2.5	2.4	2.3
Total anthocyanins (mg/l)	252	243	225	240	230	208
Color intensity	0.53	0.54	0.62	0.59	0.59	0.57
Hue	0.81	0.79	0.81	0.78	0.80	0.80

1. Filtration through a coarse diatomaceous earth precoat (2.3 and 1.5 Darcy) did not affect chemical composition. The same operation with fine earth (0.35 Darcy) reduced the polysaccharide and condensed tannin content by 10%. No organoleptic effects were identified when the samples were tasted one month after filtration.
2. Neither clarifying nor sterilizing flat-sheet filters caused any more noticeable changes than fine earth filters. A reduction in fermentation esters was noted, although the terpenols in Muscat wines were unaffected. No significant differences were identified when the wines were tasted.
3. It is not advisable, nor is it useful, to filter wines on a fine diatomaceous earth precoat (0.35 Darcy) prior to flat-sheet filtration.
4. Membrane filtration (0.65 μm) caused a more marked reduction in polysaccharides, phenols and esters than flat-sheet filtration. Muscat aromas were not affected. However, no significant differences were found when the wines were left to rest for one month after filtration and then tasted.
5. The first trials of tangential filtration showed that it had a major impact on wine composition,

especially the color of red wines. Consequently, a drop in quality was noted. Currently available membranes do not have such a harmful effect on wine composition. It is, however, still true that this technique must be used with great care, and ongoing quality control is essential.

6. It is important not to filter wines too many times as each operation can have a detrimental effect. Each wine must be clarified by a well-defined process, keeping treatment to a minimum.

11.10.3 Comparison of the Effects of Fining and Filtration

One clear advantage of filtration over fining is the speed of clarification. Clarity is immediate, even in a turbid wine, provided, of course, that clogging is not excessive. Fining, however, leads to greater stability as it affects unstable colloids. These may still be in solution after the wine is clarified, but are likely to flocculate later, causing turbidity that will lead to the formation of a deposit. Fining is particularly effective at eliminating colloidal coloring matter from red wine and preventing ferric casse.

In practice, when preparing wine for bottling, these two techniques are by no means mutually

exclusive and may, if necessary, be used one after the other. Fining prior to filtration improves filter throughput by flocculating the particles in suspension so that they cause less clogging. Filtration also traps yeasts and bacteria more efficiently when the wine has previously been fined.

It is possible to fine very turbid young wines sooner if they have been filtered, even coarsely. Fining agents are more effective when some of the mucilage and matter in suspension has already been eliminated by filtration.

Of course, fining conditions affect a wine's composition even more than filtration. Fining red wines with protein fining agents or bentonite reduces their color even more than filtration and is more likely to make them seem thinner.

11.10.4 Filtration Prior to Bottling Fine Wines

Fine red wines should not be bottled without filtration unless the necessary precautions are taken. Some wines are still not completely clear after 18–24 months' barrel-aging, especially if they have not been fined. If these wines are bottled without filtration, a sediment of unstable phenolic compounds and, even more importantly, microorganisms, may form on the glass. In some cases, this leads to the development of off-odors. While the presence of acetic and lactic bacteria in the genus *Oenococcus* does not present a real threat to the wine's development, lactic bacteria in the genus *Pediococcus* and yeasts in the genus *Dekkera* (*Brettanomyces*) are much more dangerous (Millet, 2001). Filtration is generally advisable in these cases, depending on residual population levels and the physiological condition of the microorganism cells. If filtration is properly controlled, it should not affect the wine's tasting characteristics (Section 11.10.2)—unsatisfactory results are usually due to poor operating conditions.

It is difficult to envisage bottling great white wines without filtration, as any problem with clarity is immediately obvious. In addition, there is a risk of malolactic fermentation in bottle in wines containing malic acid.

11.11 CENTRIFUGATION

11.11.1 Centrifugal Force

Matter in suspension in wine may be naturally separated out by sedimentation, at a speed proportional to the squared diameter of the particles and the difference between their density and that of the liquid. This speed is also inversely proportional to the viscosity of the medium. Particle sedimentation is also subject to the g factor: acceleration due to the earth's gravitational field.

The aim of centrifugation is to accelerate settling of the sediment by rotating it very fast around an axis. The sediment moves away from the axis due to centrifugal force and, at the same time, the gravitational force is multiplied by a considerable factor, proportional to the speed of rotation squared. The acceleration factor is defined as follows:

$$f = \frac{r\omega^2}{g}$$

where r = particle radius, ω = centrifuge rotation speed, g = acceleration due to gravity (9.81 m/s²).

A particle revolving in a centrifuge at 4000–5000 rpm is subjected to a force several thousand times greater than g . Particle separation is furthermore accelerated by the small distance the sediment has to fall (a few millimeters), as compared to the large distances (several meters) in other wine containers.

The volume of liquid treated is restricted by the capacity of the system, but this limitation is overcome by using continuous centrifuges. The turbid liquid is fed into the centrifuge and its impurities are removed. The centrifuge is only stopped for removal of the sediment and cleaning when the sludge chamber is full.

Particle sedimentation is subject to forces resulting from rotation and the speed of the liquid to be clarified, i.e. its flow rate. In order to operate with a high throughput, systems must have a large separation surface and small sedimentation height. For this reason, centrifuges are partitioned bowls or plates set a few millimeters apart. Separation operations that would have required several days, or even weeks, by spontaneous sedimentation in tall containers take only a few seconds.

11.11.2 Industrial Centrifuges

Centrifuges used to clarify wine are plate separators (Figure 11.15). Inside the bowl, a pile of truncated cones, known as ‘plates’, divide the liquid into a large number of thin layers. This decreases the distance over which the solid particles are separated and accelerates clarification. The liquid to be treated is fed into the center of the bowl and directed towards the periphery. The wine then moves upwards through the spaces between the plates, from the outside towards the center of the bowl. The particles are separated out under the influence of centrifugal force and collected on the underside of the upper plate (Figure 11.16). The clarified liquid outlet is at the top of the bowl. The sediment slips along the plates and is collected in the ‘sludge chamber’ on the outside of the bowl. Sediment may be evacuated continuously through outlets in the bowl. In most systems, sludge is removed at intervals. The feed is cut off and the bowl opened for cleaning by an automated system. This may be controlled in one of three ways: by a solenoid valve connected to an automatic timer operating at fixed intervals, by a nephelometer monitoring clarity at the outlet or by a mechanism that detects clogging in the bowl. The sludge is flushed out with pressurized water or

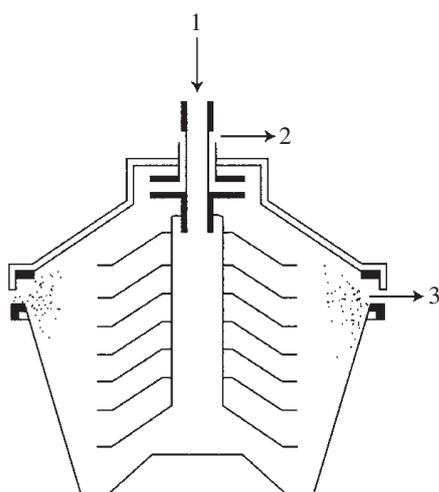


Fig. 11.15. Diagram of a continuous centrifuge with automatically opening bowl for regular removal of the lees; 1, feed; 2, clarified liquid outlet; 3, sediment outlet

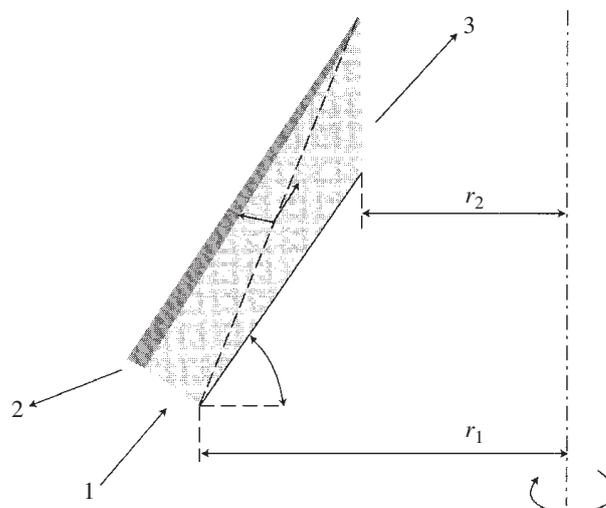


Fig. 11.16. Section diagram of a centrifuge plate: 1, inlet of liquid to be clarified; 2, sediment outlet; 3, clarified liquid outlet

compressed air, which avoids mixing water with the wine and results in a dry by-product that causes less pollution.

Standard centrifuges, with rotation speeds between 5000 and 10000 rpm, have throughputs between 10 and 200 hl/h (up to 300 hl/h). High-performance centrifuges, with rotation speeds of 15000–20000 rpm have a high g factor (14000–15000) and are capable of eliminating the lightest particles (bacteria).

11.11.3 Using Centrifugation to Treat Wine

Centrifuges are universal clarification systems that may be used for must and wine at various stages in winemaking. They are mainly installed in large wineries, in view of their major capital investment cost. Most centrifuges used in winemaking are plate separators, with regular, automatic sludge removal.

This technique is particularly efficient when filtration may not be used directly, especially in white winemaking. It is a rapid method for obtaining wines that are clean, stable and ready to drink, without adding excessive amounts of sulfur dioxide. It also minimizes losses of lees wine, which

is always difficult to process without polluting the environment. Centrifuges must operate under sufficiently air-free conditions to avoid excessive oxidation.

The following are a few applications for centrifuges in white winemaking:

1. Clarifying must after pressing: this is quite effective if the must does not have too high a solid particle content. It may be preferable to centrifuge only the deposits produced by static settling.
2. Clarification during fermentation: by repeating this operation several times, it is possible to stabilize wine permanently through the gradual elimination of yeast and nitrogenated nutrients.
3. Clarification of new white wines at the end of fermentation: this operation is particularly useful for eliminating yeast after brandy has been added to fortified wines. Another desirable effect is a decrease in sulfur dioxide combinations. Furthermore, early centrifugation facilitates later filtration. Centrifugation eliminates yeast as efficiently as filtration, achieving over 99% removal, even at high flow rates. High-performance centrifuges are, however, necessary to achieve a good level of clarity and maximize the elimination of bacteria.
4. Clarifying new red wines just before they are run off into barrels.
5. Clarifying wines after fining: this makes wine perfectly clear in one or two operations, whereas natural sedimentation may take three or four weeks. Fining lees may also be centrifuged.
6. Facilitating tartrate precipitation: simply centrifuging a wine may cause the precipitation of potassium hydrogen tartrate. This may be due to the elimination of protective colloids or the effects of violent agitation. Furthermore, centrifugation has been suggested as

a technique for eliminating tartrate crystals after cold stabilization, especially in the contact process, which involves large quantities of small crystals. In view of the abrasiveness of these crystals, it may not be possible to envisage eliminating all of them by centrifugation. The bulk of the crystals are usually removed using a hydrocyclone separator and clarification is completed in a standard centrifuge.

REFERENCES

- Donèche B. (1994) *Les Acquisitions Récentes dans les Traitements Physiques du Vin*. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.
- Dubourdieu D. (1982) Recherches sur les polysaccharides secrétés par *Botrytis cinerea* dans la baie de raisin. Thèse Doctorat Université de Bordeaux II.
- Gaillard M. (1984) *Vigne et Vin*, 362, 22.
- Gautier B. (1984) *Aspects Pratiques de la Filtration des Vins*. Bourgogne-Publication, La Chapelle de Guinchay.
- Guimberteau G. (1993) La clarification des moûts et des vins. *J. Int. Sci. Vigne et Vin*, hors série.
- Lafon-Lafourcade S. and Joyeux A. (1979) *Conn. Vigne Vin*, 13 (4), 295.
- Mietton-Peuchot M. (1984) Contribution à l'étude de la microfiltration tangentielle. Application à la filtration des boissons. Thèse Docteur Ingénieur, Institut National Polytechnique, Toulouse.
- Millet V. (2001) Dynamique et survie des populations bactériennes dans les vins rouges au cours de l'élevage: interactions et équilibres. Thèse Doctorat, Université Victor Segalen Bordeaux 2.
- Millet V. and Lonvaud-Funel A. (2000) *Lett. Appl. Microbiol.*, 30, 136.
- Molina R. (1992) *Técnicas de Filtración en la Enología*. A. Madrid Vicente Ediciones, Espagne.
- Paetzold M. (1993) La clarification des moûts et des vins (ed. G. Guimberteau). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, hors série, Bordeaux.
- Ribéreau-Gayon J., Peynaud E., Ribéreau-Gayon P. and Sudraud P. (1977) *Sciences et Technique du Vin*, Vol. IV: *Clarification et Stabilization. Matériels et Installations*. Dunod, Paris.
- Serrano M. (1981) Etude théorique de la filtration des vins sur plaques. Thèse Doctorat, Université de Bordeaux II.

Clarifying Wine by Filtration and Centrifugation

Serrano M. (1984) *Conn. Vigne Vin*, 18 (2), 127.

Serrano M. (1993) La clarification des moûts et des vins (ed. G. Guimberteau). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, hors série, Bordeaux.

Serrano M. (1994) *Les Acquisitions Récentes dans les Traitements Physiques du Vin* (ed. B. Donèche). Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.

Serrano M. and Paetzold M. (1994) *Les Acquisitions Récentes dans les Traitements Physiques du Vin* (ed. B. Donèche). Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.

Serrano M. and Ribéreau-Gayon P. (1991) *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 25 (4), 229.

Serrano M., Pontens B. and Ribéreau-Gayon P. (1992) *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 26 (2), 97.

9.2 Informe del taller de gestión profesional

El Taller impartido por la profesora Laura Mora consistió en trabajar como una agencia de traducción y cada integrante del grupo debía representar un rol, entre los que estaban:

- jefe de proyecto
- terminólogo
- documentalista
- traductor
- revisor-maquetador.

Para comenzar con el proceso debíamos seguir un orden, ya que cada rol dependía del otro y si alguien se atrasaba, atrasaba todo el trabajo. Por ejemplo, la documentalista y la terminóloga eran las primeras en hacer su trabajo, ya que así los traductores podían hacer su parte y entregarla a la revisora-maquetadora para que editara. Como traductores nunca habíamos tenido la experiencia de trabajar como agencia de traducción, de modo que esto fue una experiencia nueva.

Se nos asignaron dos encargos de traducción, el primero constaba de los textos *Leading Health and Safety at Work* por HSE y *Effective Workplace Safety and Health Management Systems* por OSHA, los que trataban el tema de la seguridad en el lugar de trabajo. Primero, la documentalista y terminóloga desarrollaron respectivamente sus partes. Por un lado, la documentalista seleccionó varios textos paralelos, artículos de investigación, diccionarios, glosarios y enciclopedias que estaban directamente relacionados con los términos principales de este tema. Por otro lado, la terminóloga elaboró trece fichas terminológicas en base a las unidades lexicológicas especializadas (ULE) que en este caso reflejaban el nivel de especialización de los textos y su tipología textual.

Posteriormente, los traductores llevaron a cabo el proceso de traducción con apoyo de estas herramientas. Ellos se dividieron ambos textos y, en general, se avanzó fácilmente. Sin embargo, hubo un contratiempo debido a la carga de trabajo y el plazo de entrega, por lo que necesitaron un poco de apoyo por parte de los compañeros de grupo. Finalmente, la revisora-maquetadora comparó el texto fuente y texto meta para revisar que no hubieran omisiones o algún otro problema; editó los errores y le dio formato al producto final, haciéndolo lo más parecido posible al texto original.

Si bien todos desempeñamos un buen trabajo individualmente, consideramos que se debería mejorar la comunicación entre los integrantes del grupo, por ejemplo, no todos los avances del proyecto se informaban, ni tampoco nos atrevíamos a criticar el trabajo de otro compañero por mantener una buena relación. A pesar de esto, el producto final fue de muy buena calidad y se entregó en el plazo solicitado.

En el segundo proyecto, se trabajó con los textos *Creating Safety Leaders: Part 2 Building Three Levels of Leadership* por Robert Pater y *Problem Solving, Are Higher-Order Controls Ignored?* por Michael Behm y Demetria Powell. Nuevamente, los textos trataban sobre la seguridad laboral y la prevención de riesgos.

En esta ocasión, se estableció un cronograma más claro, por lo tanto, durante la primera semana la documentalista entregó la información recolectada. Luego, la segunda semana, la terminóloga elaboró sesenta y seis fichas terminológicas, que evidencian la complejidad de los textos, ya que eran más especializados. Enseguida, los traductores se dividieron los textos e iniciaron el proceso de traducción. Ambos pensaron que estos documentos eran más especializados que los anteriores y, por lo tanto, más difíciles de traducir. Uno de ellos entregó el trabajo con más rapidez, ya que el otro consideró que el texto titulado *Creating Safety Leaders: Part 2 Building Three Levels of Leadership* presentaba un mayor nivel de dificultad, por lo que se demoró más en hacer su trabajo. Por último, la revisora-maquetadora se encargó de editar los textos y esta vez le tomó un poco más de tiempo trabajar el formato del producto final, así como también fue más difícil. Por ende, tuvimos que pedirle a la profesora que pospusiera el tiempo de entrega.

Debido a la complejidad de los textos, el grupo en general tuvo una mayor carga de trabajo, sin embargo, todos cumplimos con el tiempo de entrega establecido en un principio. Si bien en esta oportunidad la comunicación mejoró un poco, aún lo consideramos una falencia del grupo.

Algo de los que nos dimos cuenta fue que al tratar con un “cliente” nos sentimos más presionados que al tratar con un profesor. Al discutir sobre esto, llegamos a la conclusión de que esto probablemente se debía al hecho de que los profesores tienden a ser más comprensibles que alguien que no sabe sobre traducción.

Al concluir ambos encargos, todos los integrantes de la agencia de traducción debían realizar una autoevaluación y luego una coevaluación. Esta última parte del proceso fue una de las más complejas, ya que, por un lado tuvimos que realizar una autocrítica y siempre es difícil identificar nuestras fortalezas y debilidades y, por otro lado, es complicado evaluar el desempeño de los demás.

En particular, este trabajo nos ayudó a descubrir nuestras fortalezas y debilidades y pudimos experimentar un poco como es la vida en una agencia de traducción. Entre nuestros puntos fuertes, se encuentran la responsabilidad, la resolución de problemas, la capacidad de entregar buenos productos y entre nuestros puntos débiles, los más mencionados fueron los problemas para concentrarse por un tiempo largo en una misma tarea y la comunicación grupal. Por lo tanto, creemos que gracias a esto podremos ser unas traductoras más seguras de nuestras capacidades profesionales y aprender a trabajar en nuestros defectos.

En conclusión, consideramos que este taller de titulación probó nuestras capacidades y las herramientas que hemos obtenido durante estos dos años de práctica de la traducción. Además, fue una actividad muy beneficiosa para nuestro futuro como traductores, ya que nos permitió saber cómo es el mundo profesional.