

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA

UNIVERSITAT DE LLEIDA



Universitat de
Registre

19 DES. 1997

E: 7260

S:

LA FILTRACIÓN TANGENCIAL EN EL TRATAMIENTO DE VINOS

T E S I S D O C T O R A L

PRESENTADA POR:

Margarita Vilavella Araujo
Ingeniero Agrónomo

DIRIGIDA POR:

Albert Ibarz Ribas
Dr.en Ciencias Químicas

Lleida, diciembre de 1997

1.4 Comportamiento de los equipos de microfiltración tangencial utilizados.

En cada uno de estos vinos blancos se ha recurrido a comparar las funciones que rigen la evolución del caudal en un periodo de tiempo:

En la gráfica de la figura nº60 del caudal medio de distintos vinos blancos filtrados por el equipo de la Vaslin Bucher se observa que todos tienen un comportamiento similar, en la primera hora de trabajo disminuyen los caudales medios, esto se ve acentuado por el sistema de extracción del mosto y la calidad del vino a filtrar. caudal respecto al tiempo.

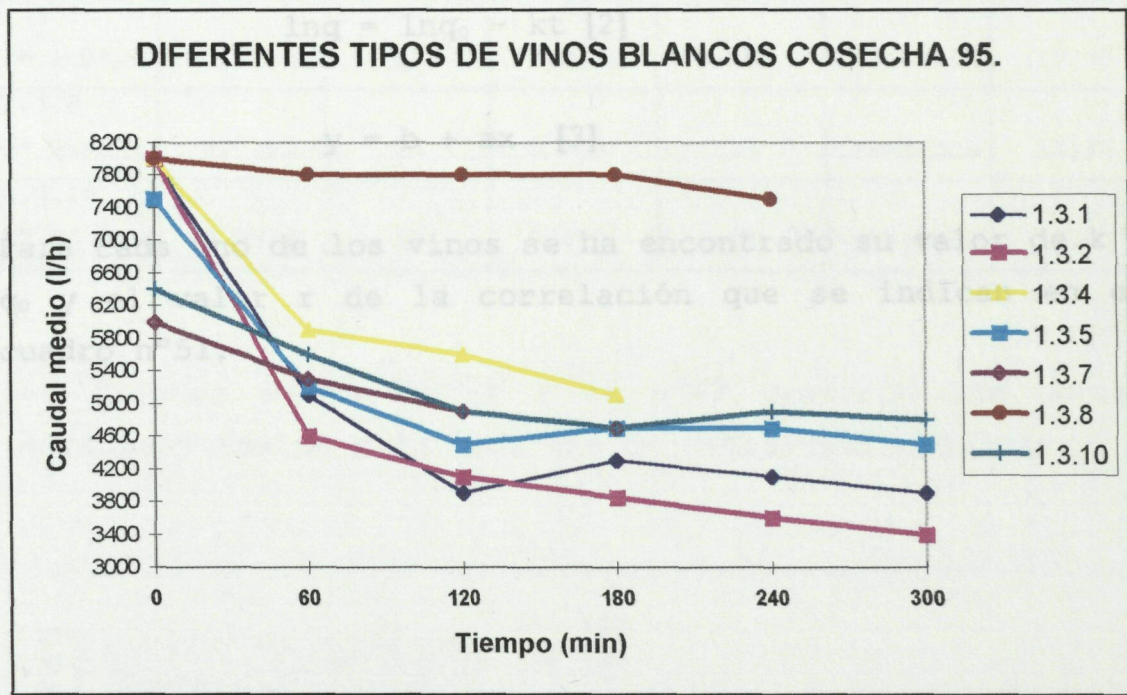


Figura nº60. Comparación de la evolución del caudal medio de diferentes vinos blancos para el equipo Vaslin Bucher.

Para hacer la comparación del comportamiento de la evolución del caudal de cada uno de estos vinos blancos se ha recurrido a comparar las funciones que rigen la evolución del caudal en un periodo de tiempo:

$$q = q_0 \exp(-kt) \quad [1]$$

dado que esta función es exponencial para su solución se trabaja con logaritmo y se convierte la función en una recta donde se hace la correlación de los valores de caudal respecto al tiempo.

$$\ln q = \ln q_0 - kt \quad [2]$$

$$y = b + ax \quad [3]$$

Para cada uno de los vinos se ha encontrado su valor de k y q_0 y el valor r de la correlación que se indican en el cuadro n°51.

Cuadro n°51. Valores de la función de la evolución del caudal

Tipo vino	k (min^{-1})	Q_0 (hl)	r	NTU inic.	Tratamiento	Grado alc.
1.3.1 2 ^a + 3 ^a	-0,1218	64	0,7762	30	trasiegos	11,7
1.3.2 2 ^a	-0,1438	63	0,8444	182	trasiegos	11,3
1.3.4 1 ^a FC	-0,1403	75	0,9297	12	trasiegos	10,62
1.3.5 2 ^a + 3 ^a	-0,0833	63	0,7462	44	clarif.	11,68
1.3.7 1 ^a + 2 ^a	-0,0811	59	0,9751	26	clarif.	10,95
1.3.8 1 ^a Mancha	-0,0151	80	0,9707	19	trasiegos	12,45
1.3.10 2 ^a Pdes.	-0,0521	60	0,8431	25	trasiegos	9,2

Las figuras de la n° 61 a la n°67 grafican las curvas teóricas y reales para cada uno de estos vinos blancos.

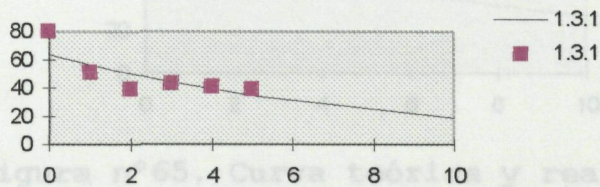


Figura n°61. Curva teórica y real del vino 1.3.1

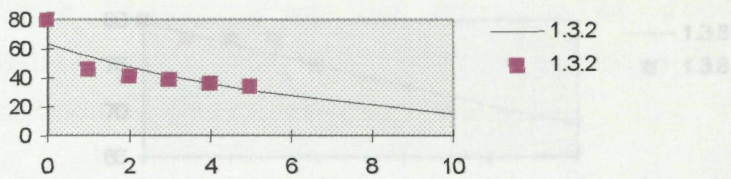


Figura n°62. Curva teórica y real del vino 1.3.2

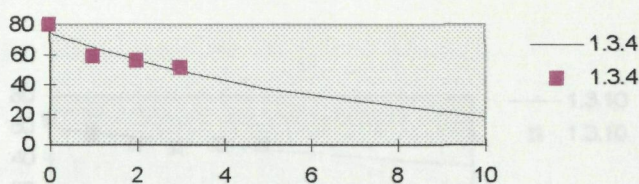


Figura n°63. Curva teórica y real del vino 1.3.4

Figura n°67. Curva teórica y real del vino 1.3.10

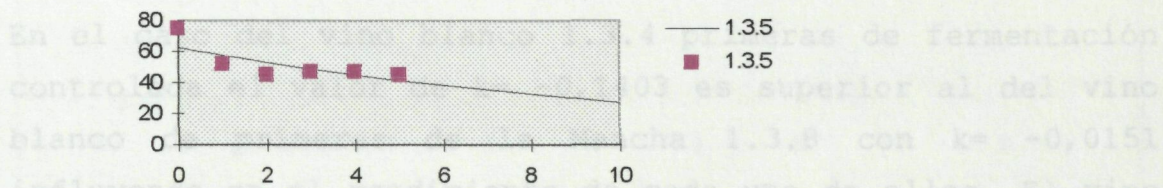


Figura n°64. Curva teórica y real del vino 1.3.5

En el control de la fermentación controlada (10 l/(h.m²)) que el vino blanco de primeras de fermentación controlada (10 l/(h.m²)). El contenido de coloides colmatantes es más importante en el vino blanco de primeras de fermentación controlada (10 l/(h.m²)).

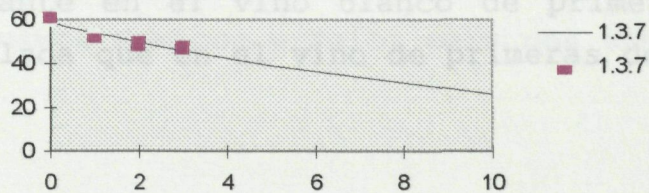


Figura n°65. Curva teórica y real del vino 1.3.7

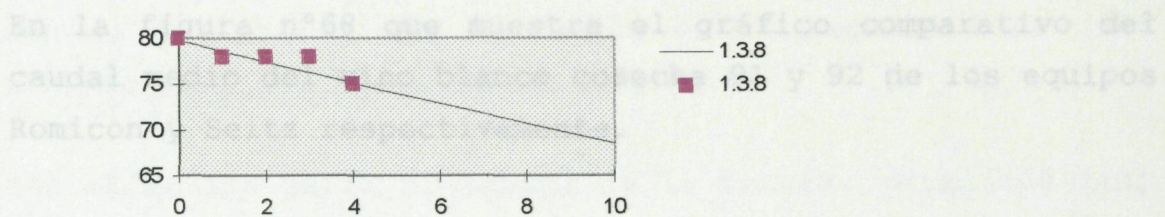


Figura nº66. Curva teórica y real del vino 1.3.8

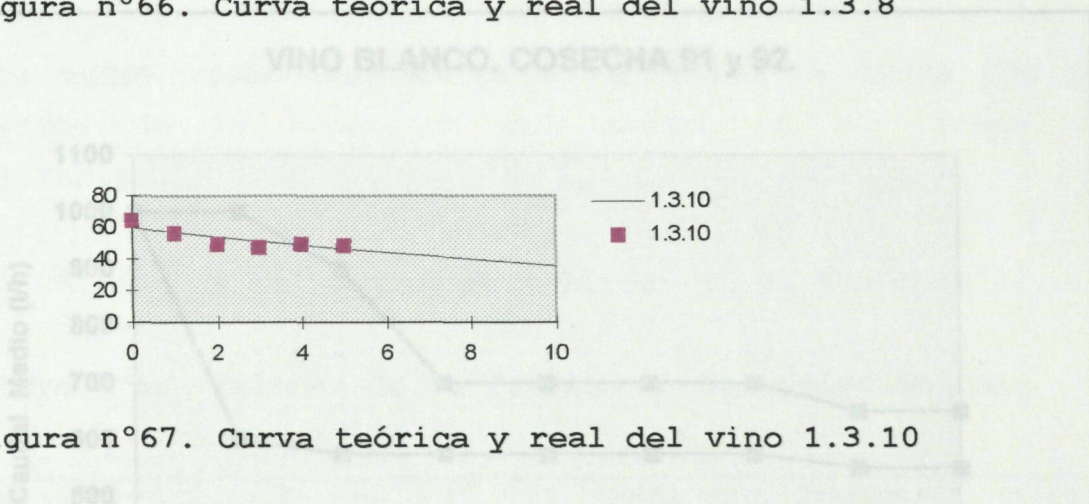


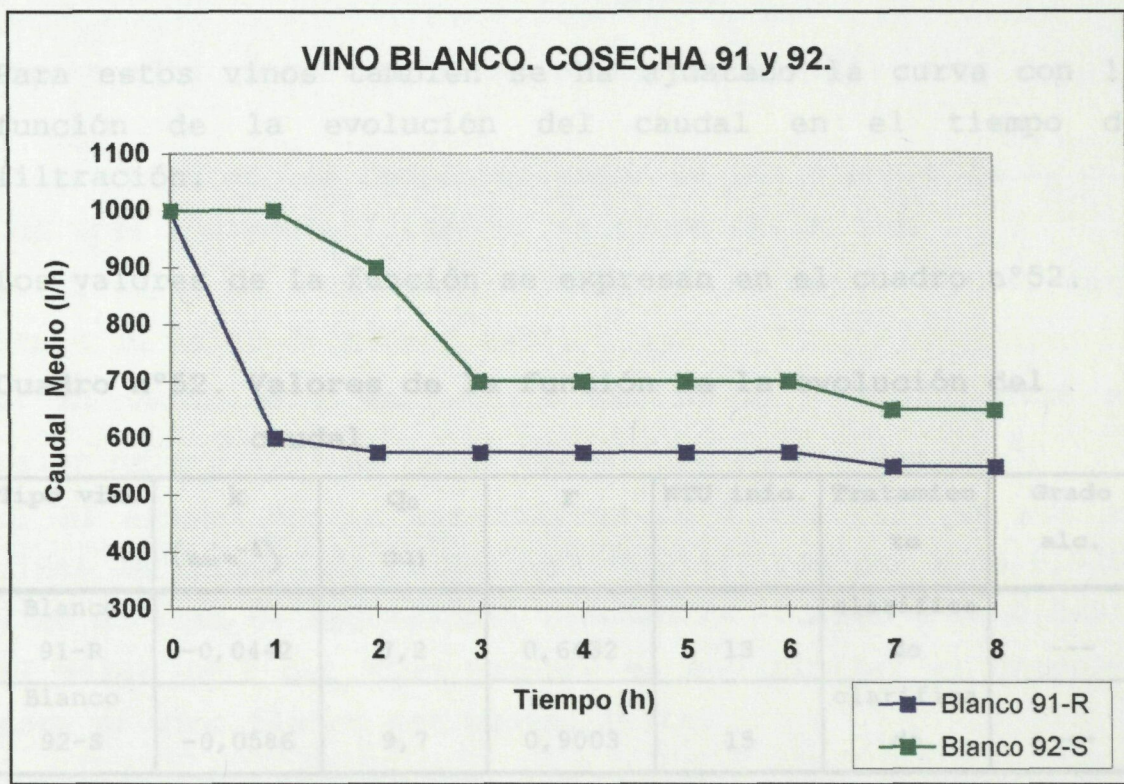
Figura nº67. Curva teórica y real del vino 1.3.10

En el caso del vino blanco 1.3.4 primeras de fermentación controlada el valor de $k = -0,1403$ es superior al del vino blanco de primeras de la Mancha 1.3.8 con $k = -0,0151$ influyendo en el rendimiento de cada uno de ellos. El vino de la Mancha tuvo un mejor rendimiento ($125 \text{ l}/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$) que el vino blanco de primeras de fermentación controlada ($80 \text{ l}/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$). El contenido de coloides colmatantes es más importante en el vino blanco de primeras de fermentación controlada que en el vino de primeras de la Mancha.

Para el vino blanco 91 con el equipo Romicon (91-R) la bajada de caudal en la primera hora es del 40%, para el vino blanco 92 con el equipo Seitz (92-S) se mantiene el mismo caudal inicial y en la segunda hora baja un 10%.

En la figura n°68 que muestra el gráfico comparativo del caudal medio del vino blanco cosecha 91 y 92 de los equipos Romicon y Seitz respectivamente.

Con el equipo Seitz el caudal de la tercera hora (700 l/h) se mantiene hasta la sexta hora.



En la figura n°69 y n°70 se grafican las curvas teóricas y
 Figura n°68. Comparación de la evolución del caudal entre los equipos Romicon y Seitz para dos vinos blancos.

Para el vino blanco 91 con el equipo Romicon (91-R) la bajada de caudal en la primera hora es del 40%, para el vino blanco 92 con el equipo Seitz (92-S) se mantiene el mismo caudal inicial y en la segunda hora baja un 10%.

Con el equipo Romicon el caudal de la segunda hora (575 l/h) se mantiene hasta la sexta hora.

Con el equipo Seitz el caudal de la tercera hora (700 l/h) se mantiene hasta la sexta hora.

Para estos vinos también se ha ajustado la curva con la función de la evolución del caudal en el tiempo de filtración.

Los valores de la función se expresan en el cuadro nº52.

Cuadro nº52. Valores de la función de la evolución del caudal

Tipo vino	k (min ⁻¹)	Q ₀ (hl)	r	NTU inic.	Tratamiento	Grado alc.
Blanco 91-R	-0,0442	7,2	0,6432	13	clarificado	---
Blanco 92-S	-0,0586	9,7	0,9003	15	clarificado	---

En la figura nº69 y nº70 se grafican las curvas teóricas y reales para cada uno de los vinos.

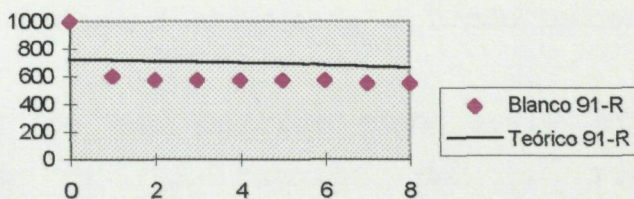


Figura nº69. Comparación curva teórica y real.

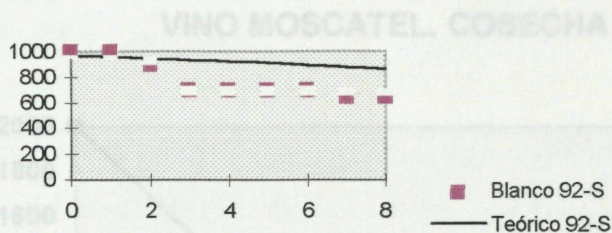


Figura n°70. Comparación curva teórica y real.

Si se comparan los comportamientos de los vinos blancos con los tres equipos utilizados, se puede decir que:

a) El valor de k del equipo Romicon® es bajo - 0,0442 pero tiene un valor de r de 0,6432.

b) El valor de k del equipo Seitz® es - 0,0586 pero el valor de r 0,9003 es mejor que el del equipo Romicon®.

c) El equipo Vaslin los valores de k más bajo se dan en vinos de primera de la Mancha (-0,0151) con una r de 0,9707 y en un vino de segunda del Penedés k = -0,0521 y r = 0,8431. El valor de k del vino Penedés es muy similar al obtenido para el vino blanco del equipo Seitz.

Para el vino moscatel de la cosecha 91 y 92, también se ha hecho una gráfica comparativa del caudal medio para los equipos Romicon y Seitz (figura n°71).

Se observa que a partir de la primera hora de filtración son bastante iguales en cuanto a la pendiente de caída del caudal independientemente del año de cosecha.

También se han buscado para estos vinos de moscatel los valores de la función de la evolución del caudal indicándose estos valores en el cuadro n°53 y graficándose en las figuras n° 72 el moscatel 91-R y en la figura n°73 el moscatel 92-S.

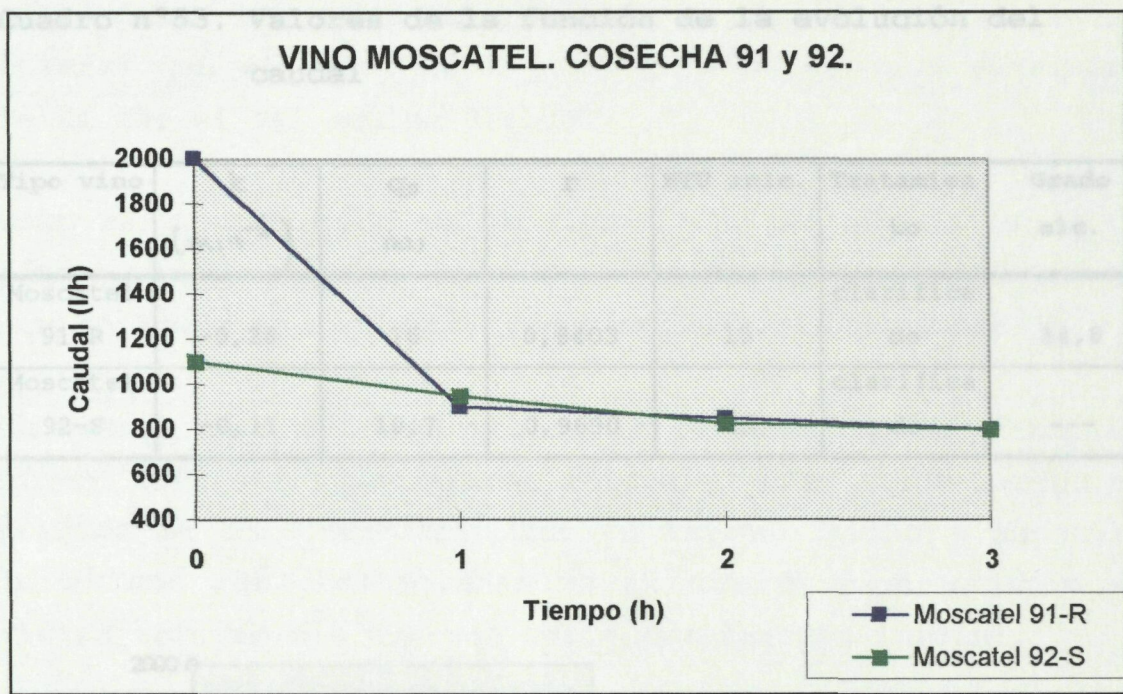


Figura n°71. Gráfico de comparación de la evolución del caudal para el vino moscatel. Equipos ROMICON y SEITZ.

En el vino moscatel 91 en la primera hora el caudal baja a la mitad. En cambio, en el vino moscatel 92 el descenso del caudal en la primera hora es del 15% aproximadamente.

Se observa que a partir de la primera hora de filtración son bastante iguales en cuanto a la pendiente de caída del caudal independientemente del año de cosecha.

También se han buscado para estos vinos de moscatel los valores de la función de la evolución del caudal indicándose estos valores en el cuadro n°53 y graficándose en las figuras n° 72 el moscatel 91-R y en la figura n°73 el moscatel 92-S.

Cuadro n°53. Valores de la función de la evolución del caudal

Tipo vino	k (min ⁻¹)	Q ₀ (hl)	r	NTU inic.	Tratamiento	Grado alc.
Moscatel 91-R	-0,28	16	0,8403	15	clarificado	14,8
Moscatel 92-S	-0,11	10,7	0,9690	15	clarificado	---

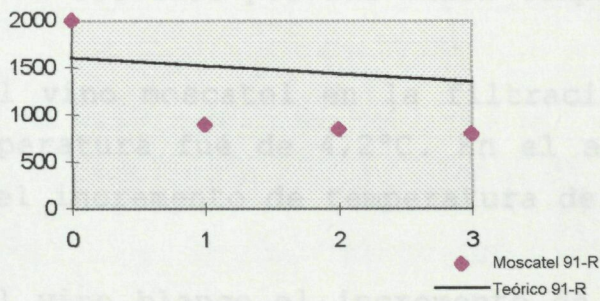


Figura n°72. Comparación de la curva teórica y real.

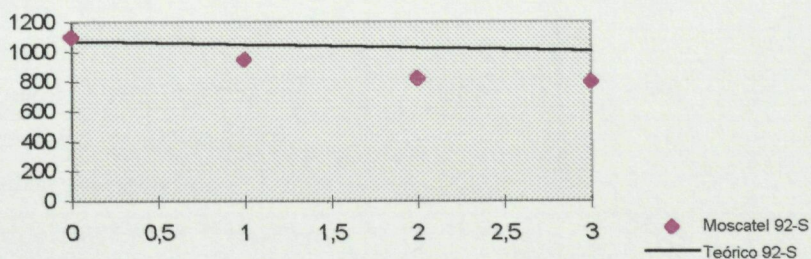


Figura n°73. Comparación de la curva teórica y real.

Si se compara los dos equipos para el vino tipo moscatel se observa que el valor de k y el r es mejor para el equipo Seitz que el del equipo Romicon.

Esto se ve reflejado en la figura n°71 en que la caída de flujo en la primera hora de filtración es mayor en el equipo Romicon al Seitz, luego se estabilizan ambas.

En cuanto al comportamiento de la temperatura del vino, en el año 1992 las temperaturas iniciales eran altas porque el período de funcionamiento fué en verano (julio y agosto). En el año 1993 las pruebas en el mes de mayo y junio se vieron favorecidas por una menor temperatura inicial.

Para el vino moscatel en la filtración de 1992 el aumento de temperatura fué de $4,2^{\circ}\text{C}$. En el año 1993 con el equipo Seitz el incremento de temperatura del vino fué de $1,5^{\circ}\text{C}$.

Para el vino blanco el incremento de temperatura fué mayor ($5,2^{\circ}\text{C}$) en el año 1992 con el equipo Romicon, que en el año 1993 con el equipo Seitz ($4,5^{\circ}\text{C}$).

El año 1992 la temperatura inicial fué más alta que en el año 1993.

Cuadro n° 54. Resumen de las filtraciones efectuadas.

Tipo de Vino	Cantidad filtrada (hl)	Caudal medio (l/h)	Densidad flujo volumétrico (l/(h.m ²))
1. Equipo Romicon WF2 (12 m²)			
Vino Moscatel. Clarificado	17	530	44
Vino Blanco. Clarificado	40	500	42
Vino Rosado 92. Clarificado	21	350	29
Vino Rosado. Clarificado	59	655	55
Vino Tinto. Clarificado	43	535	45
2. Equipo Seitz SX04M (20 m²)			
Vino Rosado. Clarificado	88	1100	55
Vino Blanco. Clarificado	66	735	37
Vino Moscatel. Clarificado	80	665	33
Vino Blanco. Clarificado	120	630	31
3. Equipo Vaslin-Bucher FM60 (60 m²)			
Vino Blanco rama 2 ^a +3 ^a . 3 trasiegos	239	3900	64
Vino Blanco 2 ^a (Mancha y Penedés)	179	3400	57
Vino Tinto doble pasta. 2-3 trasiegos	330	2600	43
Vino Blanco 1 ^a F.C. 3-4 trasiegos	160	5100	85
Vino Blanco 2 ^a +3 ^a . 4 trasiegos. Clarificado carbón	220	4500	75
Vino Rosado dulce. 2 trasiegos	300	3500	55
Vino Blanco 70% primeras + 30% segundas. 4 trasiegos. Clarificado bentonita	160	4700	77
Vino Blanco primera Mancha. 3 trasiegos.	300	7500	125
Vino Tinto. 3 trasiegos	290	4600	76
Vino Blanco 2 ^a Penedés. Rama	270	4700	80

La diferencia de la media de la densidad de flujo volumétrico filtrado entre el equipo Romicon 43 l/h.m² y Seitz 39 l/h.m² puede tener como causa que los vinos blancos y de moscatel de la cosecha 92 filtrados en mayo 93 eran unos vinos bastante problemáticos porque la vendimia del 92 sufrió ataques de podredumbre con lo cual en el mosto y posteriormente en el vino había mayor contenido de coloides colmatantes.

Los dos equipos tienen el mismo material de la membrana, polisulfona, pero con distinta fabricación y diseño del módulo.

La ventaja del filtro Seitz utilizado era su automatismo, el panel de control vigilaba todo el proceso con el consiguiente ahorro de horas/hombre. Otra ventaja el mejor diseño al eliminar el depósito pulmón y permitir decolmataciones continuas de la membrana al aplicar el sistema de parada de bomba por cinco segundos y reinicio de la filtración.

La diferencia de estos dos equipos con el de la Vaslin Bucher probado en el año 1996, es la mejoría en la construcción y automatismo del equipo Vaslin.

Además, el promedio del caudal medio alcanzado es un 47% más en el filtro Vaslin comparado con el Seitz.

El material de la membrana es diferente en el equipo Vaslin de las que constituyen los módulos de los equipos Romicon Y Seitz. En el caso del equipo Vaslin es de polietersulfona y en los otros es polisulfona.

Cuadro n°55. Resumen de los valores de turbidez de los vinos con los diferentes equipos utilizados.

Tipo de Vino	Lectura turbidez inicial (NTU)	Lectura turbidez final (NTU)	% Variación
1. Equipo Romicon WF2			
Vino Moscatel. Clarificado	9	2,5	72%
Vino Blanco. Clarificado	13	3,5	73%
Vino Rosado 92. Clarificado	8,3	1,8	78%
Vino Tinto. Clarificado	37	4	89%
2. Equipo Seitz SX04M			
Vino Blanco. Clarificado	15	3	80%
Vino Rosado. Clarificado	4,8	1,6	67%
Vino Moscatel. Clarificado	13	3	77%
3. Equipo Vaslin-Bucher FM60			
Vino Blanco rama 2 ^a +3 ^a . 3 trasiegos	30	1,7	94%
Vino Blanco 2 ^a (Mancha y Penedés)	182	2,5	98,6%
Vino Tinto doble pasta. 2-3 trasiegos	25	2,5	90%
Vino Blanco 1 ^a F.C. 3-4 trasiegos	12	2	83%
Vino Blanco 2 ^a +3 ^a . 4 trasiegos. Clarificado carbón	44	3	93%
Vino Rosado dulce. 2 trasiegos	50	8,5	83%
Vino Blanco 70% primeras + 30% segundas. 4 trasiegos. Clarificado bentonita	26	3,5	86,5%
Vino Tinto. 3 trasiegos	13	2,5	80,7%

En el cuadro n°55 se puede apreciar la mejora en el tiempo de la calidad del vino filtrado con el sistema de microfiltración tangencial. Con el equipo Romicon la disminución de la lectura de turbidez en conjunto fue de 78%, siendo el valor inferior de 1,8 NTU y el máximo de 4 NTU.

El comportamiento del equipo Seitz fue similar al del Romicon con un 75% de variación entre el valor de la turbidez antes de filtrar y después de filtrar tangencial. El valor máximo no pasó de 3 NTU.

En el filtro Vaslin esta disminución es del 88,6%. Exceptuando el vino rosado dulce cuyo valor final de turbidez es de 8,5 NTU , el resto de vinos filtrados su valor final es inferior o igual a 3,5 NTU.

Para el funcionamiento del equipo Romicon® se disponía de una bomba no incluida en el equipo que aspiraba el vino de la tina del vino a filtrar al depósito pulmón del equipo de filtración y luego otra bomba centrífuga lo hacía recircular por los módulos de filtración.

En la utilización del equipo Romicon®, la limpieza de las membranas y regeneración de caudal se realizaron con agua caliente y fría entre un vino y otro. El lavado químico se realizó al final de las pruebas.

Cuando se trabajó con el equipo Romicon®, los caudales iniciales para cada tipo de vino estaba dado por el de la filtración anterior más la regeneración de las membranas

provocado por el lavado de los módulos con agua caliente y fría.

El desarrollo de la filtración en el equipo Romicon®, el concentrado se aporta en su totalidad al vino a filtrar, con lo cual se aumenta rápidamente la concentración de turbios lo que provoca la disminución del caudal a medida que se filtra el vino; además esta mayor concentración causa el aumento de la temperatura del vino al tener que recircular más veces por el módulo filtrante.

Este problema se soluciona en los equipos posteriores al agregar a la tina a filtrar un porcentaje entre el 1% y el 1,5% según el tipo de vino y su carga inicial de turbios, con esto se logra mejorar la densidad de flujo volumétrico sin colmatar la membrana. El resto del concentrado va a una tina diferente para filtrarlo posteriormente con el mismo filtro u otro tipo de filtro como puede ser uno de tierra.

Con el sistema de retorno de todo el concentrado al depósito pulmón la colmatación de las membranas es más rápido y por lo tanto la limpieza de las mismas se debe hacer más a menudo con un gasto de agua caliente y fría importante.

La decolmatación de las membranas se efectuaba por:

- a) parada total del equipo y lavado con agua en el caso del filtro Romicon.
- b) en continuo, por retrofiltración del flujo del permeado y enjuagues o lavados con agua caliente y fría como era el caso del equipo Vaslin Bucher o

c) por parada momentánea de la instalación en el equipo Seitz a tiempo preestablecido, cada 20 minutos parada de las bombas por 5 segundos, con lo cual se separa la capa de residuos formada en la superficie de la membrana y son arrastrados fuera del módulo filtrante, una vez se vuelve a poner en marcha la circulación del vino.

El tipo de vino tiene una gran influencia en el desarrollo de la filtración, por ejemplo, el vino moscatel es un tipo de vino cargado en coloides de difícil eliminación por una filtración directa, lo que provoca que la colmatación de las membranas se produzca en un corto espacio de tiempo y requiere unos lavados más enérgicos de la membrana para recuperar caudales iniciales (figura nº62). Una vez acabada la filtración se pasó a una limpieza química de las membranas para dejarlas en condiciones de poder continuar trabajando con la planta.

Con el equipo de filtración Seitz®, el primer vino filtrado fue un vino rosado que mantuvo durante las ocho horas de filtración el caudal inicial de 1100 l/h. Al finalizar la filtración de este vino se realizó un enjuague con agua caliente y fría para eliminar residuos de materia colorante.

El siguiente vino en filtrar fué el vino blanco de Vilarrodona, por las características de este vino el caudal de filtración disminuyó en el transcurso de las nueve horas de filtración llegando a marcar en el caudalímetro del aparato 650 l/h cuando ya se había filtrado toda la tina.

Para restaurar la capacidad de filtración de las membranas se realizó un lavado con agua caliente y fría según las indicaciones del fabricante suministrador de la planta y así poder disponer de la misma para otra filtración.

El equipo Seitz® con el vino blanco Dalmau trabajó durante 19 horas de forma continua, logrando un caudal medio de 630 l/h, cuando el caudalímetro del filtro marcó un caudal de 400 l/h se consideró que era el momento de parar la filtración y efectuar una limpieza energética de las membranas para restaurar el caudal inicial. Filtraciones con caudales muy bajos no son económicos y se recomienda efectuar una parada y limpieza de los módulos de filtración.

La ventaja de tener dos bombas en el circuito permite que la temperatura del vino no aumente considerablemente y se mantenga dentro de los límites convenientes para la conservación de todas las características del vino a tratar.

Hay que hacer notar que el salto cualitativo del equipo Romicon® al Seitz® es importante, ya que se elimina el depósito pulmón y las bombas de alimentación y recirculación trabajan de forma independiente. Se pueden filtrar más litros de vino, porque la capacidad del equipo lo permite.

El desarrollo de la filtración se automatiza con lo cual hay una gran independencia del operador que puede ser destinado a otras tareas.

El equipo de Vaslin Bucher que es de última generación presenta algunas ventajas respecto al equipo Seitz® de 1993. El programa controlador de la filtración es más completo y el tipo de membrana es de material diferente.

La calidad de filtración también se ve mejorada y es más constante en los equipos más modernos que el Romicon®. En un principio la cantidad de turbios retenidos no era igual para todos los vinos, la especificidad de la membrana no existía. Se empezaron a utilizar membranas de otros sectores alimentarios y posteriormente se han ido especializando en el sector del vino.

Según la generación de los equipos, el nivel de limpidez obtenida en los vinos filtrados varía. Esto indica que hay otros factores distintos al sistema de filtración tangencial que inciden en la calidad de filtración: el tipo de vino, la edad del vino, tratamientos previos a la filtración, material de las membranas de los módulos de filtración y posibilidades reales de cada equipo. Estos factores considerados son coincidentes con los expresados por Peri (1988).

Con el paso del tiempo se ha logrado una mejora en el diseño de los equipos, elección de bombas, automatización del desarrollo de la filtración, funcionamiento y especialización de las membranas, disposición de los módulos, de horizontal a vertical, velocidades del flujo, reutilización del concentrado.

Es un sistema muy interesante desde el punto de vista de manipulación, como de respeto del medio ambiente, pero la

inversión inicial y de sustitución de los módulos de las membranas filtrantes aún tienen un costo no competitivo con los sistemas tradicionales. Si hubiese una tasa por tratamiento de tierras de filtración y se contabilizase la pérdida de vino en las tierras el aspecto económico se equilibraría haciéndolo un sistema a considerar.

Otro aspecto importante de la filtración tangencial es que el tamaño de poro de la membrana es $0,2\mu\text{m}$ y con este nivel de filtración el vino se esteriliza frente a levaduras y bacterias pero como la instalación a la salida del filtro: mangueras, depósitos, cañerías no tiene unas condiciones de asepsia, el vino se contamina con levaduras y bacterias y por tanto hay que realizar una filtración esterilizante antes de embotellar.

1.5 Los coloides polisacáridos del vino y la microfiltración tangencial.

Los resultados de las muestras que se analizaron para observar el efecto de la microfiltración tangencial en el tipo y contenido de coloides polisacáridos son los de los vinos de la bodega Vega de Ribes, S.L. antes y después de pasarlos por los equipos de Romicon® y Seitz.

Los vinos tal como se indicaron en material y métodos corresponden a vinos varietales de las cosechas 1991 y 1992.

Según la metodología de tratamiento de los datos explicados en material y métodos, lo primero que se ha efectuado es el tarado cualitativo de la columna y el escalado de concentraciones con el patrón de peso molecular de 40000 para la cuantificación de los coloides polisacáridos presentes en el cromatograma de cada uno de los vinos.

La concentración de coloides polisacáridos en mg/l de cada uno de los pesos moleculares calculados a partir de los cromatogramas de los vinos analizados se reflejan en el cuadro n°56.

El comportamiento de la microfiltración tangencial respecto a los coloides polisacáridos se estudia en cuanto al efecto del tratamiento de filtración y también la relación del tipo de vino y su contenido en coloides polisacáridos.

Cuadro n°56. Distribución y contenido de los coloides polisacáridos de los vinos (mg/l).

PM	0,5 E+03	1 E+03	4 E+03	12 E+03	40 E+03	110 E+03	$\Sigma <1$ E+06	>1 E+06	TOTAL
Mlot									
AFT	48	48	38	30	31	31	226	351	577
Mlot									
DFT	38	34	32	32	30	30	196	157	353
Sav B									
AFT	69	58	37	33	29	31	257	913	1170
Sav B									
DFT	40	41	43	41	36	46	249	578	827
X-92									
AFT	81	65	42	49	34	37	308	692	1000
X-92									
DFT	51	43	45	42	40	46	267	591	858
X-91									
AFT	96	111	138	122	49	42	558	374	932
X-91									
DFT	79	93	125	104	48	34	483	241	724
Media									
AFT	74	71	64	59	36	35	337	583	920
Media									
DFT	52	53	61	55	39	39	299	392	691

Mlot = Merlot 91

Sav B = Sauvignon blanco 92

X-92 = Xarel.lo 92

X-91 = Xarel.lo 91

AFT = Antes de la filtración tangencial

DFT = Después de la filtración tangencial

La disminución más notable de coloides polisacáridos que se produce por efecto de la filtración tangencial son los de peso molecular mayor de $1E+06$, independientemente si son vinos blancos o tintos.

En el caso del vino de la variedad Merlot el contenido inicial de coloides polisacáridos es más bajo que en los vinos blancos y la disminución total de coloides polisacáridos es del orden del 61% después de filtrar tangencialmente. La diferencia antes y después de filtrar en la cantidad de coloides polisacáridos con peso molecular menor a $1E+06$ es muy pequeña.

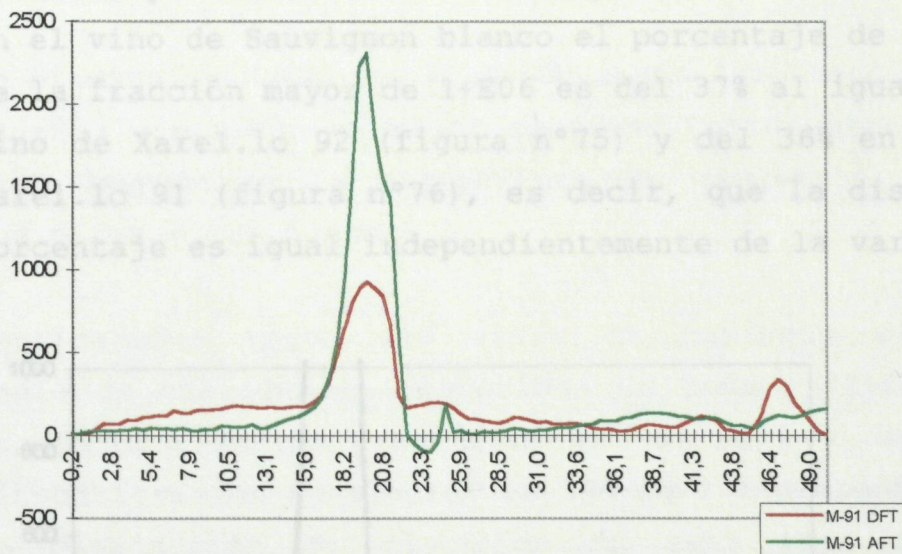


Figura n°74. Cromatograma de coloides del vino Merlot 91

AFT = antes filtración tangencial
DFT = después filtración tangencial

Figura n°75. Cromatograma coloides vino Xarel.lo 92

Los vinos antes de la filtración tangencial, en el caso de la variedad Sauvignon blanco tienen una mayor cantidad de coloides polisacáridos de la fracción $> 1+E06$ que los vinos de la otra variedad de uva blanca, Xarel.lo y dentro de los vinos de Xarel.lo el vino del año 92 tiene mayor contenido (+85%) de esta fracción de coloides polisacáridos que el vino Xarel.lo 91. En cambio, el vino Xarel.lo 92 tiene un 45% menos de coloides polisacáridos de la fracción $< 1+E06$ que el vino Xarel.lo 91.

La disminución de la cantidad de coloides provocada por la microfiltración tangencial en cada uno de los vinos blancos sigue la misma tendencia, es mayor para la fracción de coloides polisacáridos $> 1+E06$ que en la fracción $< 1+E06$. En el vino de Sauvignon blanco el porcentaje de disminución de la fracción mayor de $1+E06$ es del 37% al igual que en el vino de Xarel.lo 92 (figura n°75) y del 36% en el vino de Xarel.lo 91 (figura n°76), es decir, que la disminución en porcentaje es igual independientemente de la variedad.

Considerados todos los vinos en conjunto el contenido medio de coloides polisacáridos de tamaño $< 1+E06$ antes de la microfiltración tangencial es 337 mg/l y después de la microfiltración tangencial es 299 mg/l representando un 11% de disminución de contenido de este tipo de coloides polisacáridos.

En cuanto a la fracción de coloides polisacáridos de peso molecular $> 1+E06$ la disminución de contenido de este tipo de coloides polisacáridos en conjunto de los

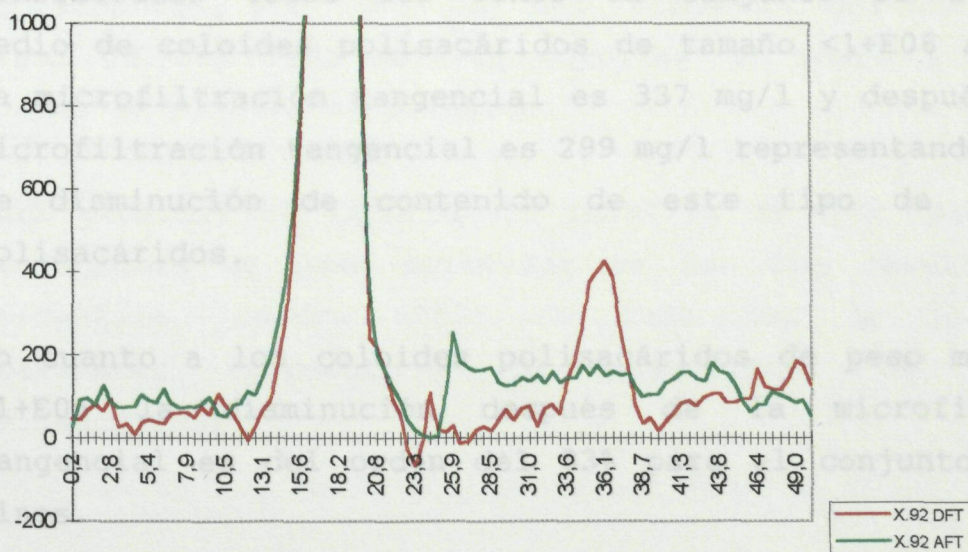


Figura n°75 . Cromatograma coloides vino Xarel.lo 92

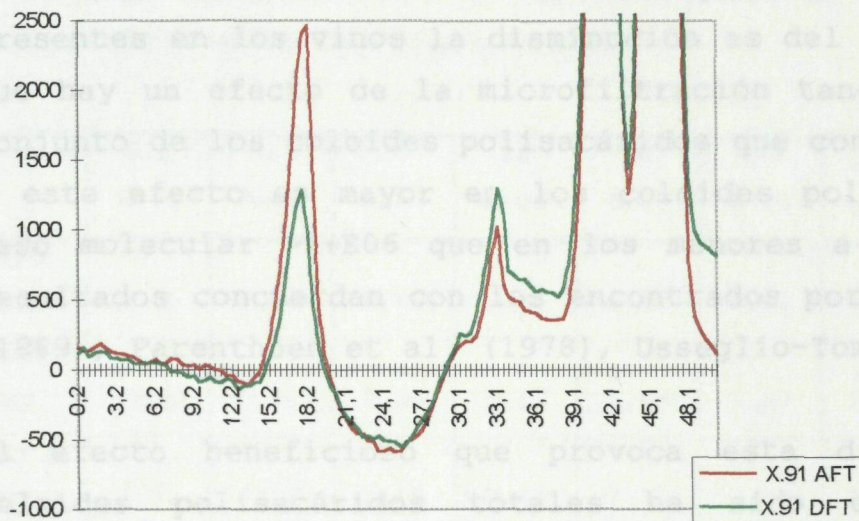
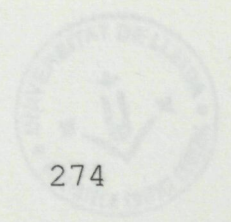


Figura n° 76. Cromatograma coloides vino Xarel.lo 91

En el vino de Xarel.lo 91 se destacan las fracciones 1, 4 y 12 +E03 que están en mayor cantidad tanto antes de filtrar como después de la microfiltración tangencial respecto a los otros vinos blancos.

Considerados todos los vinos en conjunto el contenido medio de coloides polisacáridos de tamaño <math> < 1 + E06 </math> antes de la microfiltración tangencial es 337 mg/l y después de la microfiltración tangencial es 299 mg/l representando un 11% de disminución de contenido de este tipo de coloides polisacáridos.

En cuanto a los coloides polisacáridos de peso molecular >math> > 1 + E06 </math> la disminución después de la microfiltración tangencial es del orden del 33% para el conjunto de los vinos.



Cuando se consideran los coloides polisacáridos totales presentes en los vinos la disminución es del 25%, es decir que hay un efecto de la microfiltración tangencial en el conjunto de los coloides polisacáridos que contiene un vino y este efecto es mayor en los coloides polisacáridos de peso molecular $>1+E06$ que en los menores a $1+E06$. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Martí et al. (1989), Parenthoen et al. (1978), Usseglio-Tomasset (1976).

El efecto beneficioso que provoca esta disminución de coloides polisacáridos totales ha sido estudiado por Feuillat (1987) y Wucherpfenning (1989) observando ambos que hay una mayor precipitación de cristales de bitartrato de potasio en los vinos microfiltrados respecto a vinos filtrados por tierras o placas. Por lo tanto, favorece la estabilización tartárica de los vinos.

La relativa mayor concentración de coloides polisacáridos en los vinos blancos de la cosecha 1992 se puede explicar ya que esta cosecha sufrió el ataque de hongos de la podredumbre y por tanto hay una laceración del hollejo del grano de uva cede materia coloidal al mosto y al vino cuando se efectúa el prensado.

Para explicar la importancia relativa de cada una de las fracciones de peso molecular se dan los resultados en porcentaje (cuadro nº57) de cada uno de los vinos analizados respecto a la suma total de coloides polisacáridos.



Cuadro n°57. Distribución y contenido de los coloides polisacáridos de los vinos (en %).

PM	0,5 E+03	1 E+03	4 E+03	12 E+03	40 E+03	110 E+03	Σ <1 E+06	>1 E+06
Mlot AFT	8,26	8,28	6,66	5,22	5,40	5,41	39,22	60,78
Mlot DFT	10,83	9,55	9,08	9,17	8,49	8,37	55,49	44,51
Sav B AFT	5,91	4,98	3,16	2,83	2,47	2,63	21,97	78,03
Sav B DFT	4,86	4,97	5,26	4,94	4,33	5,55	29,91	70,09
X-92 AFT	8,05	6,54	4,25	4,92	3,41	3,71	30,88	69,12
X-92 DFT	5,98	4,96	5,23	4,90	4,69	5,38	31,14	68,86
X-91 AFT	8,99	10,54	15,74	11,78	5,54	4,82	57,40	42,60
X-91 DFT	12,30	14,25	16,16	15,65	6,12	4,43	68,92	31,08
Media AFT	7,8	7,6	7,5	6,2	4,2	4,1	37,4	62,6
Media DFT	8,5	8,4	8,9	8,7	5,9	5,9	46,4	53,6

El análisis de este cuadro indica primeramente que la importancia relativa de la fracción de peso molecular >1+E06 pierde porcentaje en el vino microfiltrado y gana en importancia la suma de las fracciones de peso molecular <1+E06.

En el caso del vino tinto Merlot 91 la suma de las fracciones de peso molecular menor a $1+E06$ pasa a tener una mayor importancia relativa respecto al total de coloides polisacáridos presentes en el vino cuando la referencia es el vino microfiltrado.

Si se desglosa la importancia de cada una de las fracciones menores a $1+E06$, en caso del vino tinto Merlot 91 las fracciones que aumentan su importancia relativa en los vinos microfiltrados son las que van de 4.000 a 110.000 de peso molecular aún cuando en valores de concentración en miligramo por litro no hay aumento sino una disminución de concentración, pero ésta no es significativa.

En cambio en el caso de los vinos blancos de Sauvignon blanco y Xarel.lo 92 aún cuando aumenta el porcentaje en los vinos microfiltrados respecto al vino en rama la suma de las fracciones de peso molecular menores a $1+E06$ no es superior a la fracción de peso molecular mayor de $1+E06$.

Para el vino blanco de Xarel.lo 91 se debe indicar que el comportamiento del vino difiere de los otros vinos blancos analizados ya que tanto antes de filtrar como después de filtrar la importancia relativa de las fracciones de peso molecular $<1+E06$ es mayor (57,40%) en el vino en rama que la fracción de peso molecular $>1+E06$ (42,60%). Cuando se observan los resultados del vino microfiltrado el 57,40% aumenta al 68,92% y el 42,60% disminuye al 31,08%.

En el vino blanco de Xarel.lo 91 la importancia de las fracciones de peso molecular que van de 500 a 12.000 es

mayor que la de las otras fracciones menores al millón de peso molecular.

La media de los valores porcentuales reflejan la disminución del porcentaje de la fracción coloidal mayor a $1+E06$ y por consiguiente el aumento porcentual sobre el total de coloides polisacáridos presentes en el vino de la sumatoria de la fracción menor de $1+E06$.

Los valores medios en el conjunto de todos los vinos analizados mantienen el mayor porcentaje (62,6% y 53,6%) de la fracción superior al millón de peso molecular sobre la fracción inferior al millón de peso molecular (53,6% y 46,4%) tanto para los vinos en rama como para los vinos microfiltrados.

1.6 Estudio comparativo de costes del tratamiento de filtración tangencial y filtración por tierras.

Con los equipos de filtración tangencial Vaslin Bucher y Seitz®, se ha realizado paralelamente un estudio económico comparativo.

Este estudio se muestra en los cuadros siguientes:

Cuadro n°58. Estudio económico filtro Vaslin Bucher

ANALISIS DE LOS DIFERENTES COSTOS/AÑO Caudal medio vino blanco= 44 hl/h Caudal medio vino tinto= 36 hl/h ⇒ ~ 40 hl/h Filtro FM60 ⇒ Base 800 hl filtrado/día Sobre 200 días trabajo ⇒ 160 000 hl/año	FILTRO FM60	FILTRO TIERRAS 10 m ² (FK 10)
PRODUCTOS DE FILTRACION Para 2 filtraciones por vino ⇒ Kieselgur ⇒ 0.250 kg/hl ⇒ 40000 kg/año a 80 Ptas/kg FT 6 cartuchos de recambio a 32300F= 193800 F Duración 6000 h ⇒ 240 000 hl vino filtrado	4845000 = 20 Ptas 240000	40000x80 = 20 Ptas 160 000
MANO DE OBRA: MO a 2000 Ptas/h FK 10: 4h/d x 200d= 800h x 2000Ptas/h= 1600000 Ptas FM 60: 2h/d x 200d= 400h x 2000Ptas/h= 800000 Ptas	800000 = 5 Ptas 160000	1600000 = 10 Ptas 160000
ELECTRICIDAD: 1 KW: Base 15.5 Ptas/kw FK 10: 8 KW/h x 8 h/d x 200 d = 12800 kw x 15.5 Ptas = 198400 Ptas. FM 60: 14 kw/h x 22 h/d x 200 d = 61600 kw x 15.5 Ptas = 954800 Ptas.	954800 = 6 Ptas 160000	198400 = 1.3 Ptas 160000
AMORTIZACION EN 7 AÑOS DE LA INSTALACIÓN FK 10: 3250000 Ptas ⇒ 464300 Ptas/año FM 60: 15820000 Ptas ⇒ 2260000 Ptas/año	2260000 = 14 Ptas 160000	464300 = 2.9 Ptas 160000
TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE TIERRAS	-----	Para una bodega francesa 4 Ptas
SUB TOTAL	45 Ptas/hl	38.2 Ptas/hl
PÉRDIDA DE VINO EN LAS TIERRAS Base 1 kg kieselgur = 1 litro vino perdido 40000 kg = 0.25% de pérdida ⇒ 400 hl x 8750 160000 hl Ptas/hl		350000 = 22 Ptas 160000
TOTAL COSTO	45 Ptas/hl	60.2 Ptas/hl
DIFERENCIA FM 60/FK 10	- 26%	

Cuadro n°59. Estudio económico filtro Seitz®

ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES COSTOS/ANO Base 4 500 hl/año Caudal medio = ~ 8 hl/h Filtro SX 04 ⇒ Base 110 hl filtrado/día Sobre 40 días trabajo/año	FILTRO SX 04	FILTRO TIERRAS 4 m ² (FK 04)
PRODUCTOS DE FILTRACION Para 2 filtraciones por vino ⇒ Kieselgur ⇒ 0.3 kg/hl ⇒ 1350 kg/año a 80 Ptas/kg FT 4 cartuchos de recambio a 400000= 1600000 Ptas Duración 6000 h ⇒ 48 000 hl vino filtrado	$\frac{1600000}{48000} = 33$ Ptas	$\frac{1350 \times 80}{4500} = 24$ Ptas
MANO DE OBRA: MO a 2000 Ptas/h FK 04: 9h/d x 40d= 360h x 2000Pt/h= 720000 Ptas SX 04: 5h/d x 40d= 200h x 2000Pt/h= 400000 Ptas	$\frac{400000}{4500} = 90$ Ptas	$\frac{720000}{4500} = 160$ Ptas
ELECTRICIDAD: 1 KW: Base 15.5 Ptas/kw FK 04: 4.5 kw/h x 9h x 40 d = 1620 kw x 15.5 Ptas = 25 200 Ptas. SX 04: 5 kw/h x 15 h/d x 40 d = 3 000 kw x 15.5 Ptas = 46 500 Ptas.	$\frac{46500}{4500} = 10$ Ptas	$\frac{25200}{4500} = 6$ Ptas
AMORTIZACION EN 7 ANOS DE LA INSTALACIÓN FK 04: 1125000 Ptas ⇒ 161000 Ptas/año SX 04: 4500000 Ptas ⇒ 643000 Ptas/año	$\frac{643000}{4500} = 143$ Ptas	$\frac{161000}{4500} = 36$ Ptas
TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE TIERRAS	-----	Para una bodega francesa 4 Ptas
SUB TOTAL	276 Ptas/hl	230 Ptas/hl
PÉRDIDA DE VINO EN LAS TIERRAS Base = Media 0,7% ⇒ 4500 hl ⇒ 31 hl x 8750 Ptas/hl		$\frac{271250}{4500} = 60$ Ptas
TOTAL COSTO	276 Ptas/hl	290 Ptas/hl
DIFERENCIA SX 04/FK 04	- 5%	

En las instalaciones de dimensiones más pequeñas la diferencia económica no es importante, esto es lo que marcará un poco la introducción de este sistema de filtración en pequeñas empresas a la hora de cambiar el actual equipo de filtración por este sistema más automatizado y respetuoso del medio ambiente.

Para bodegas de grandes volúmenes es una ventaja poder realizar la filtración con un mínimo de supervisión y trabajar de forma continua sin tener que hacer paradas para la limpieza y carga del filtro.