

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**Facultad de Ciencias Agronómicas**  
**Escuela de Agronomía**

**EFFECTO DEL USO DE DISTINTOS CLARIFICANTES SOBRE LA  
COMPOSICIÓN FENÓLICA DE VINOS DE LOS CULTIVARES CABERNET  
SAUVIGNON Y CHARDONNAY**

Memoria para optar al Título Profesional  
de: Ingeniero Agrónomo  
Mención: Enología.

**IVONNE ELIZABETH HUERTA GONZALEZ**

<b>PROFESOR GUÍA</b> Sr. Álvaro Peña N. Ingeniero Agrónomo, Enólogo, Dr.	Calificaciones 6,1
<b>PROFESORES CONSEJEROS</b> Sr. Marco Schwartz M. Químico, M.S., Dr.	6,7
Sr. Hugo Nuñez K. Ingeniero Agrónomo, M.S.	6,5

Santiago, Chile

2006

## RESUMEN

La clarificación es una de las operaciones empleadas en la vinificación con el fin de favorecer la estabilización del vino y mejorar sus características organolépticas, las que afectan la calidad sensorial del producto. Esto último, se logra debido a que ciertos agentes clarificantes poseen una acción determinada sobre los distintos compuestos fenólicos presentes en el vino, al interaccionar y originar un arrastre de ellos, influyendo sobre características como color, astringencia y amargor, además de intervenir en el perfil aromático del vino. Adicionalmente, producen cambios en el contenido de ciertos compuestos que poseen propiedades farmacológicas, como es el caso del resveratrol y compuestos flavonoides.

En el presente trabajo se evaluaron diferentes agentes clarificantes, los cuales fueron; albúmina, gelatina y quitosano en un vino del c.v. Cabernet Sauvignon, y bentonita, ictiocola y quitosano en un vino del c.v. Chardonnay, estudiando el efecto de estos agentes sobre la composición fenólica global y pormenorizada del vino, mediante el uso de técnicas espectrofotométricas y cromatográficas (HPLC).

Los resultados permitieron determinar el efecto y diferenciar los diversos tratamientos clarificantes. Basándose en los resultados, en Cabernet Sauvignon se puede destacar la acción específica del quitosano sobre la astringencia del vino. Además sobresale la gelatina como el tratamiento que presentó el mayor efecto sobre la fracción fenólica pormenorizada del vino. Y en Chardonnay sobresale la bentonita, como el tratamiento que presentó mayor efecto sobre el contenido de taninos totales del vino. Además la ictiocola presentó el mayor efecto sobre la disminución de la composición fenólica pormenorizada del vino.

Finalmente, al observar los resultados de la evaluación sensorial, se apreció en el vino del c.v. Cabernet Sauvignon, que los tratamientos con gelatina, son los que no afectan significativamente, en forma negativa, la calidad organoléptica del vino. Y en Chardonnay los tratamientos con ictiocola afectan significativamente y en forma negativa la calidad organoléptica del mismo.

## **PALABRAS CLAVES**

Cabernet Sauvignon

Chardonnay

Agentes Clarificantes

HPLC

Polifenoles

Quitosano

## SUMMARY

Fining is one of the practices employed in the winemaking process, in order to guarantee the wine stabilization and improve its organoleptic properties, which affect sensorial characteristics of the product. It is possible to reach this last objective, because the fining agents have a determined action on the different phenolic compounds present in the wine, interacting and originating drag of them affecting some characteristics, such as colour, astringency and bitterness; besides they interfere in aromatic profile of the wine. Also, they produce changes of some compounds which present some pharmacological properties like resveratrol and some flavonoids.

In the present work were evaluated different fining agents such as albumin, gelatin and chitosan over Cabernet Sauvignon wine, and bentonite, gelfish and chitosan over Chardonnay wine, studying their effects over the global and individualized wine phenolic composition, using spectrophotometric and chromatographic techniques (HPLC).

The results allowed to determine the effect and to difference fining treatments evaluated. Based on this, Cabernet Sauvignon, it was possible to observe the specific action of chitosan over the wine astringency. Furthermore, bentonite stands out as treatment that had the mayor effect over the individualized wine phenolic composition. And in Chardonnay stands out as the treatment that presented the mayor effect over the total tannin fraction of the wine. Furthermore, the gelfish is the treatment that showed the mayor effect over the decrease of the individualized wine phenolic composition.

Finally, observing the results of sensorial evaluation, it was possible to appreciate in Cabernet Sauvignon wine, that the treatment with gelatine, don't affect significantly in a negative way the organoleptic quality of the wine. And in Chardonnay wines, the treatments with gelfish affect significantly and in a negative form the organoleptic quality of the wine.

## **KEYS WORDS**

Cabernet Sauvignon

Chardonnay

Fining agents

HPLC

Polyphenols

Chitosan

## ABREVIATURAS EMPLEADAS

**DO:** Densidad óptica.

**GPTC:** Grado de polimerización de taninos condensados.

**DS:** Desviación estándar.

**UA:** Unidad de absorbancia.

**INDICE**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	5
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	7
<b>MATERIALES Y MÉTODO</b>	16
Lugar de Trabajo	16
Materiales	16
Método	17
Dosis de Clarificantes	17
Procedimiento	18
Determinaciones Analíticas	18
Análisis sobre la composición fenólica global	18
Análisis sobre la composición fenólica pormenorizada	18
Evaluación Sensorial	19
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	19
<b>PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	21
Efecto de los diferentes tratamientos sobre la composición fenólica global del vino	21
Cabernet Sauvignon	21
Polifenoles Totales	22
Intensidad Colorante	23
Taninos Totales	23
Grado de Polimerización de Taninos Condensados	24
Índice de Etanol	24

Índice de Gelatina	25
Antocianos Totales	25
Chardonnay	26
Polifenoles Totales	27
Intensidad Colorante	27
Pardeamiento	28
Taninos Totales	28
Índice de Etanol	28
Índice de Gelatina	29
Grado de Polimerización de Taninos Condensados	29
Relación entre la composición fenólica global del vino estudiado y los tratamientos clarificantes	30
Cabernet Sauvignon	30
Chardonnay	34
Efecto de los diferentes tratamientos clarificantes sobre la composición fenólica pormenorizada del vino	38
Cabernet Sauvignon	40
Ácido Gálico	43
Ácido Protocatéquico	44
Ácido Caftárico	44
Galato de Procianidina	44
Tirosol	44
Ácido Cutárico	44
(+) Catequina	45
Ácido Vainillínico	45
Ácido Caféico	45
Ácido Siríngico	45
Compuesto A	46
Galato de Procianidina	46

(-) Epicatequina	46
Ácido <i>p</i> -Cumárico	46
Quercetina Glicósido	46
Triptofol	47
Quercetina Glicósido	47
<i>p</i> -Triptofol	47
Flavonol Glucósido	47
Chardonnay	48
Ácido Gálico	50
Compuesto B	50
Ácido Protocatéquico	50
Galato de Procianidina	51
Ácido Caftárico	51
Compuesto C	51
Ácido Cutárico	51
(+) Catequina	52
Ácido Caféico	52
Compuesto D	52
(-) Epicatequina	52
Ácido <i>p</i> -Cumárico	52
Triptofol	53
Compuesto E	53
Quercetina Glicósido	53
Compuesto F	53
Relación entre la Totalidad de las Variables Pormenorizadas estudiadas en el vino y los tratamientos clarificantes	54
Cabernet Sauvignon	54
Chardonnay	57
Análisis Sensorial	61
Cabernet Sauvignon	61
Calidad Organoléptica	61

Plano Visual	61
Plano Olfativo	62
Plano Gustativo	63
Aceptabilidad	64
Chardonnay	65
Calidad Organoléptica	65
Plano Visual	65
Plano Olfativo	66
Plano Gustativo	67
Aceptabilidad	68
<b>CONCLUSIONES</b>	69
<b>LITERATURA CITADA</b>	71
<b>ANEXOS</b>	75

## INTRODUCCIÓN

El aumento del consumo del vino a nivel mundial, está acompañado por mayores exigencias por parte de los consumidores, sobre todo en cuanto a características de limpidez, brillo y ausencia de olores y sabores desagradables.

Para elaborar un vino de calidad es necesario realizar numerosos procesos, comenzando con la obtención de uva de óptima calidad, proveniente de viñas cuidadosamente manejadas, hasta finalizar con la correcta embotellación del producto.

Para lograr una alta calidad en estos aspectos es imprescindible realizar el proceso de clarificación, el que tiene como fin obtener un líquido limpio y un producto más estable desde el punto de vista físico y químico. Esta limpidez del vino debe ser una cualidad permanente, es decir, el método que se aplique en la clarificación, debe asegurar la estabilización del producto en el tiempo.

La clarificación no es un proceso estándar, sino que variará según las sustancias sobre las que va actuar, de hecho existen diversos agentes clarificantes y de distintos orígenes utilizados en la elaboración de vinos, los que actúan de distinta forma sobre sus componentes. La elección del producto clarificante cada vez es de mayor importancia, debido a la preocupación que existe por parte de los consumidores de no ingerir productos alimenticios que provengan de vacunos, tales como gelatinas, carnes, etc, debido al posible contagio con la enfermedad conocida como encefalopatía espongiforme bovina más conocida como “mal de las vacas locas”; por lo tanto la preocupación se centra sobre aquellos clarificantes proteicos que puedan provenir de este tipo de animales.

Por lo tanto, la presente investigación se basará en distintos tipos de productos clarificantes; incluyendo el quitosano entre estos, como una posible alternativa de reemplazo a futuro de los clarificantes de origen animal que puedan provenir de ganado bovino.

Un efecto, que cobra hoy en día gran importancia, es el relacionado con el contenido de los compuestos fenólicos del vino, tales como taninos, antocianos y otros, por las propiedades sensoriales que le aportan a éste, así como por sus características antioxidantes de importancia no sólo para la estabilidad del producto, sino además por las propiedades farmacológicas que le otorgan al mismo.

Son muchos los efectos estudiados de los clarificantes con relación a familias o grupos de fenoles, siendo necesario analizar su acción sobre compuestos individualizados de la compleja matriz del vino.

Por lo anterior, y con la idea de ampliar los conocimientos sobre dichos efectos en vinos del c.v. Chardonnay y Cabernet Sauvignon, se ha definido para la presente investigación como objetivo:

Determinar el efecto del uso de tres productos clarificantes en vinos de los cultivares Chardonnay y Cabernet Sauvignon, mediante análisis de parámetros químicos y sensoriales.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## Teoría de la Clarificación

Como es sabido, los vinos después de un prolongado reposo tienden a clarificar por sedimentación de las partículas enturbiantes y a estabilizarse como consecuencia de las precipitaciones de origen químico-físico que se realizan por acción del tiempo. Estos lentos procesos son insuficientes y requieren varios años para que el vino alcance la limpidez y estabilidad deseada. En consecuencia, la limpidez y estabilidad de los vinos no es una simple cuestión de reposo y trasiegos continuados. Es necesario intervenir con un conocimiento de las causas que dan origen a los fenómenos de enturbiamiento con los medios más adecuados (Molina, 2000).

La clarificación se define como la operación unitaria de separación que tiene por objeto obtener de una suspensión diluida un líquido limpio sin partículas sólidas. Una partícula sólida suspendida en un líquido puede separarse siempre y cuando exista una diferencia entre su densidad y la del medio líquido (Molina, 1994).

### Tipos de enturbiamientos

Los enturbiamientos en los vinos pueden tener un origen orgánico o inorgánico. Entre los de origen inorgánico es necesario destacar los originados por los cationes  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$  y en lugar muy poco destacado el  $\text{Sn}^{+2}$ . El hierro con los fosfatos da lugar a la *quiebra blanca*, con los taninos proporciona la *quiebra azul* y finalmente con la materia colorante origina la *quiebra negra* (Molina, 2000).

Por el uso del acero inoxidable la presencia del  $\text{Cu}^{+2}$  en los vinos es poco frecuente, pudiendo originar la “Quiebra Cuprosa” de estar presente en concentraciones mayores a 2 mg/L (Molina, 1994).

Entre los enturbiamientos de origen orgánico, destacan las precipitaciones amorfas y cristalinas. Las precipitaciones amorfas tienen su origen en los enturbiamientos proteicos y en los productos de condensación de los polifenoles (Molina, 2000).

Finalmente, las precipitaciones cristalinas son originadas por acción del frío sobre el vino recién obtenido dando origen a la formación de cristales insolubles de bitartrato potásico y sales de calcio, de ácido tartárico y ácido múxico (Molina, 2000).

**Sedimentación Espontánea o Autoclarificación.** Se debe a la acción de la gravedad sobre las partículas que están en suspensión (Molina, 1994).

Esta clarificación no es duradera, ya que después de los descubes se producen periódicamente nuevos enturbiamientos (Troost, 1985 citado por Molina, 1994). Además, los vinos provenientes de uvas podridas no decantan naturalmente, debido a una mayor presencia de coloides protectores (Espinoza, 1995).

**Sedimentación Inducida o Clarificación.** Se refiere al proceso por el cual se produce artificialmente un fuerte enturbiamiento de naturaleza coloidal que elimina el exceso de algún componente natural contrario a la estabilidad, de tal manera que se produzca un barrido intenso en la unión de los coloides de carga eléctrica contraria. Para ello, han sido seleccionados determinados productos inocuos, unos de origen orgánico, otros de origen mineral y también algunos sintéticos, cuya presencia dosificada en el vino mantiene una acción suficiente como para bloquear y arrastrar las partículas en suspensión (Noguera, 1974 citado por Mejias, 1996).

## **Mecanismos**

Las proteínas agregadas al vino para clarificarlo, son capaces de flocular y sedimentar arrastrando las partículas finas de un determinado turbio. Estas partículas, en estado coloidal, son macromoléculas de tamaño variable. Se corresponden, en el vino, con las proteínas, los poliósidos, los polifenoles, y los complejos férricos y cúpricos. Las moléculas más grandes serían hidrófilas y relativamente estables; las pequeñas moléculas serían hidrófobas. Algunos coloides son electropositivos, y otros electronegativos. Se han propuesto varias teorías para explicar este fenómeno (Flanzy, 2000).

Así dos coloides de signo contrario al ponerse en contacto se neutralizarían y flocularían. Por ejemplo, una molécula de tanino (electronegativa) y la gelatina (electropositiva) formarían un precipitado con pérdida de agua y pérdida de carga eléctrica (Flanzy, 2000).

La estabilidad de los coloides en el vino sería función de su carga eléctrica y de su afinidad con el agua. El clarificar con una proteína provocaría “reacciones entre los coloides del vino y el clarificante: de atracción, repulsión, hidratación y deshidratación de partículas cuyas dimensiones son inferiores a  $0,1 \cdot 10^{-6}$  m; estas reacciones escapan a las leyes de la química de las soluciones verdaderas (Salgues y Razungles, 1983, citado por Flanzy, 2000).

### **Parámetros de Clarificación**

**Cationes del vino.** No todos los cationes del vino actúan de igual manera respecto a la clarificación. El  $\text{Fe}^{+3}$  es más activo que los cationes  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  siendo suficientes 2 mg/L para provocar la floculación de las partículas (Molina, 2000).

Ahora bien, el efecto del hierro no es debido a su forma iónica, sino a la formación del complejo Tanino-Fe de carga negativa que interacciona con la gelatina, con carga positiva en medios ácidos, provocando su floculación (Molina, 2000).

**Acidez.** El aumento de la acidez puede provocar problemas, especialmente con pH menor a 3,2; debido al aumento de la concentración de protones, que se unirán al tanino cargado

negativamente provocando como consecuencia la producción de ácido tánico. Esto provocará la disminución del tanino activo que es el que se une a las proteínas cargadas positivamente, causando su floculación y posterior clarificación (Molina, 1994).

**Coloides Protectores.** Todos los vinos jóvenes contienen determinados polisacáridos, gomas, mucílagos, materias pécticas y glicanos en cantidades variables que impiden su clarificación. Estas sustancias actúan como coloides protectores de otros coloides oponiéndose a su clarificación (Molina, 2000).

**Temperatura.** La temperatura tiene una influencia importante en el encolado de los vinos, sobre todo de blancos. Bajas temperaturas favorece la floculación y clarificación del vino, en forma contraria las altas temperaturas la retardan. La gelatina es muy sensible a la influencia de la temperatura, por ejemplo para temperaturas comprendidas entre 25° y 30° C presenta una floculación difícil, dando flóculos menos compactos cuanto más elevada es la temperatura (Molina, 1994).

## Clarificantes

Los agentes de clarificación se pueden ordenar o agrupar de diferentes formas. Una de ellas se basa en los orígenes del producto, el que puede ser orgánico, inorgánico o sintético (Molina, 1994).

### Orgánicos

**Albúmina de Huevo.** Este es un producto clarificante empleado desde la antigüedad, citándose inclusive en los escritos romanos y medievales. Su efecto clarificador es muy seguro, y se puede aplicar sin necesidad de efectuar una prueba previa (Troost, 1985). La albúmina es una proteína que se encuentra en la clara de huevos frescos y es obtenida por desecación. Arrastra una gran cantidad de polifenoles y suaviza los vinos ricos en taninos

astringentes. Posee la gran ventaja de ser relativamente neutra con respecto a las cualidades organolépticas (Molina, 2000).

Contiene un 13% de sustancia proteica formada mayoritariamente por ovoalbúmina y en menor proporción ovoglobulina. La dosis varía entre 8 y 20 g/hL (Molina, 2000).

**Gelatina.** Se obtiene a partir de los residuos animales tales como cartílagos, colágenos de huesos, etc., tratados con agua caliente. Por enfriamiento, el producto obtenido forma una masa gelatinosa con propiedades adhesivas. La gelatina a bajas concentraciones da lugar a destacadas pérdidas de proantocianidinas (Molina, 2000).

Este producto presenta un moderado poder decolorante, actuando ligeramente sobre el color de los vinos tintos jóvenes cuya materia colorante está formada por compuestos condensados. Ejerce un mayor poder decolorante en vinos viejos en que los antocianos están formando parte de compuestos fenólicos polimerizados. La dosis recomendada es de 6 a 16 g/hL (Molina, 2000).

**Ictiocola o Cola de Pescado.** Es el mejor clarificante proteico de los vinos blancos. Proporciona una limpidez y brillantez inigualable en aquellos vinos poco cargados de materias en suspensión. Es poco sensible a los coloides protectores y de lenta floculación (2 a 3 días) por dejar en el vino flóculos muy ligeros en suspensión (Molina, 2000).

Se obtiene a partir de la vejiga natatoria de los peces especialmente del esturión y similares. La vesícula después de lavada y depurada se deseca, separando posteriormente la parte interna que constituye la cola de pescado. La dosis recomendada es de 1 a 3 g/hL (Molina, 2000).

**Quitosano.** Es un agente clarificante no proteico; es un polisacárido derivado de la sacarosa. Se obtiene de la quitina extraída de los crustáceos del océano, el mismo material orgánico que está presente también en uñas y pelo humano. El quitosano tiene una carga eléctrica positiva,

que atrae las partículas con carga opuesta que se encuentran en suspensión en el vino (Rayner, 2002).

Es también utilizado como aditivo alimenticio y suplemento dietético. Aunque deriva de crustáceos, no hay peligro de reacciones alérgicas (Rayner, 2002). La dosis recomendada es de 4 a 10 g/hL

### **Inorgánicos**

**Bentonita.** Este producto es de origen mineral, esencialmente arcillas. La carga negativa y su distribución superficial ejerce una importante acción sobre las proteínas termolábiles del vino. La bentonita rebaja la concentración de antocianos en proporción de 30 a 35% (Taran, 1977 citado por Molina, 1994). Los mostos ricos en taninos pueden ser tratados con bentonita (Singleton y Essau, 1969 citado por Molina, 1994).

La dosis recomendada varía entre 60 y 120 g/hL en tintos y 10 y 70 g/hL en vinos blancos (Molina, 2000).

### **Compuestos Fenólicos**

Los compuestos fenólicos son sustancias muy importantes en la enología ya que constituyen el tercer grupo más abundante después del alcohol y los ácidos (Hernández y Tirado, 1991). Además juegan un rol fundamental sobre las características sensoriales del vino tinto, relacionándose en forma directa con el aroma, color y cuerpo. Estos tienen una participación muy relevante en vinos de guarda (Arnello, 1991).

Se caracterizan por poseer un anillo aromático con, al menos, una sustitución hidróxilo y una cadena lateral funcional. Según su esqueleto carbonado se agrupan en clases o familias, siendo los de mayor importancia enológica:

### **Compuestos fenólicos no flavonoides**

Los compuestos fenólicos no flavonoides derivan de los ácidos hidroxicinámicos e hidroxibenzoicos. En el vino proceden principalmente de la extracción del zumo desde las bayas (Zoecklein *et al.*, 2000).

En la uva los ácidos fenoles son principalmente ácidos hidroxicinámicos que se encuentran en las vacuolas de las células del hollejo y de la pulpa bajo forma de ésteres tartáricos, la concentración de estos últimos disminuye durante el desarrollo de la baya y se estabiliza en la madurez enológica. Durante la elaboración y conservación del vino, se produce una hidrólisis lenta de estos ésteres, pudiendo ser liberados ácidos cinámicos y benzoicos, debido a fenómenos de extracción y preparación de muestras (Flanzy, 2000).

### **Compuestos fenólicos flavonoides**

Gran parte del color de los vinos se debe a estos compuestos. La estructura básica consiste en dos anillos aromáticos, A y B, unidos por un anillo pirano. Los cambios en los estados de oxidación que resultan de las variaciones de los grupos hidrógeno, hidróxilo o cetonas asociados a los carbonos 2, 3 y 4 dan lugar a los distintos miembros de la familia (Zoecklein *et al.*, 2000).

**Antocianos.** Pigmentos rojos de las uvas. De acuerdo a la cantidad de grupos hidróxilo y el grado de metoxilación de ellos se formará una antocianidina diferente. En la vid sólo se encuentran presentes 5 antocianidinas que son: malvidina, petunidina, delfinidina, peonidina y cianidina. En la naturaleza las antocianidinas se encuentran unidas a azúcares, que en el caso de la vid es siempre glucosa, formando antocianinas. La antocianina mayoritaria en la especie *Vitis vinifera L.*, es la malvidin-3 monoglucósido (Cheynier *et al.*, 2000, citado por Morales, 2001).

**Flavanoles.** Se localizan principalmente en las semillas (Fernández de Simon *et al.*, 1987, citado por Peña-Neira, 1999). Su concentración en vinos tintos puede llegar hasta 200 mg/L (Singleton y Esau, 1969, citado por Zoecklein *et al.*, 2000).

La estructura básica es la *D*-catequina. La asimetría en los carbonos 2 y 3 produce cuatro isómeros ópticos *D*- y *L*-catequina y *D*- y *L*-epicatequina. La hidroxilación en la posición 5' produce *D*-galocatequina y su isómero *L*-epigalocatequina. Los más abundantes en las uvas son *D*-catequina, *L*-epigalocatequina y galato de *L*-epicatequina (Su y Singleton, 1969, citado por Zoecklein *et al.*, 2000).

**Flavonoles.** Se encuentran en la piel de las uvas, en forma libre o glucosilada, que es la más abundante, siendo la fracción azucarada más común la glucosa (Zoecklein *et al.*, 2000).

Los cuatro principales flavonoles de la uva en su forma aglicona son: kaempferol, quercetina, miricetina e isoramnetina.

### **Compuestos fenólicos polimerizados**

Los polímeros de fenoles, tanto flavonoides como no flavonoides, se denominan taninos. Estos forman complejos de color azul al reaccionar con el  $\text{Fe}^{+3}$  y se describen como astringentes; sus pesos moleculares varían de 500 a 5000 (Zoecklein *et al.*, 2000).

Estos originan combinaciones estables con las proteínas y con los polisacáridos, debido al gran número de grupos hidroxilo que poseen (Peña-Neira, 1999). Se clasifican en taninos hidrolizables y condensados.

**Taninos hidrolizables.** Son polímeros de fenoles, basados en fenoles no flavonoides, encontrándose en forma de ésteres y, como tales, se pueden descomponer o hidrolizar (Zoecklein *et al.*, 2000). Los más abundantes son los poliésteres del ácido gálico y de sus derivados, pudiendo estar esterificados con *D*-glucosa, ácido quínico, glicósidos y otros fenoles. Dependiendo de los productos de hidrólisis se distingue entre galotaninos elagitaninos, según se forme ácido gálico o su dímero, el ácido elágico.

**Taninos condensados o proantocianidinas.** Son polímeros de flavanoles o flavan-3-oles. La unión entre las unidades de flavano se realiza principalmente mediante enlaces carbono-carbono (Peña-Neira, 1999). Estos polímeros no se pueden descomponer fácilmente por hidrólisis (Zoecklein *et al.*, 2000).

Las proantocianidinas deben su nombre al hecho de que, al ser calentadas en medio ácido y en presencia de oxígeno, dan lugar a antocianidinas (Peña-Neira, 1999).

Las procianidinas son taninos condensados que forman cianidina por calentamiento en medio ácido, y en la que sus unidades básicas son (+)catequina y (-)epicatequina (Peña-Neira, 1999).

### **Compuestos fenólicos minoritarios**

Dentro de este grupo destacan los estilbenos, siendo el más importante el resveratrol. En la vid este compuesto actúa como una fitoalexina, por lo que su síntesis se favorece cuando la planta se ve sometida a condiciones adversas, como el ataque de botrytis por ejemplo. La mayor concentración de resveratrol en las bayas se localiza en los hollejos en forma de glucósido de *trans*-resveratrol (Peña-Neira, 1999).

## **MATERIALES Y MÉTODO**

## **Lugar de trabajo**

Los análisis, tanto enológicos rutinarios como aquellos para el estudio de las distintas fracciones fenólicas, se realizaron en los laboratorios del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

## **Materiales**

El estudio se realizó con un vino blanco no clarificado, cosecha 2001, del c.v. Chardonnay facilitado por la Viña Concha y Toro, ubicada en la comuna de Puente Alto en la Región Metropolitana, en el cual se aplicaron los siguientes productos clarificantes: Quitosano, Bentonita e Ictiocola. También en este ensayo se utilizó un vino tinto no clarificado, cosecha 2001, del c.v. Cabernet Sauvignon proveniente de la Viña Santa Emiliana, fundo Los Robles, valle de Colchagua, VI Región, en el cual se utilizaron los siguientes productos clarificantes: Quitosano, Albúmina de huevo y Gelatina.

Todos los productos clarificantes fueron aportados por Partner Ltda., representante para Chile de J. Laffort & Cie..

A modo de aclaración, en este trabajo se le llamó quitosano al ingrediente activo del producto clarificante cuyo nombre comercial es quitosan.

## **Método**

## Dosis de clarificantes

Como se aprecia en los Cuadros 1 y 2 para cada clarificante se probaron dos dosis, en concentraciones comprendidas dentro de los rangos recomendados técnicamente por sus fabricantes para vinos blancos y tintos. Además se contó con un tratamiento testigo sin clarificante.

**Cuadro 1:** Tratamientos en vino tinto c.v. Cabernet Sauvignon. **(Ensayo 1)**

Producto Clarificante (Tratamientos)	Dosis (g/hL) (Niveles)	Nº de Repeticiones
Quitosano (T <sub>1</sub> )	6	3
Quitosano (T <sub>1</sub> )	10	3
Albúmina de huevo (T <sub>2</sub> )	10	3
Albúmina de huevo (T <sub>2</sub> )	20	3
Gelatina (T <sub>3</sub> )	7,5	3
Gelatina (T <sub>3</sub> )	15	3
Testigo (T <sub>0</sub> )	sin clarificante	3

**Cuadro 2:** Tratamientos en vino blanco c.v. Chardonnay. **(Ensayo 2)**

Producto Clarificante (Tratamientos)	Dosis (g/hL) (Niveles)	Nº de Repeticiones
Quitosano (T <sub>1</sub> )	4	3
Quitosano (T <sub>1</sub> )	8	3
Bentonita (T <sub>2</sub> )	40	3
Bentonita (T <sub>2</sub> )	60	3
Ictiocola (T <sub>3</sub> )	1,5	3
Ictiocola (T <sub>3</sub> )	3,0	3
Testigo (T <sub>0</sub> )	sin clarificante	3

## Procedimiento

Para ambas variedades de vino, se utilizó como unidad 700 mL de vino contenidos en botellas de vidrio de 750 mL, por lo tanto se utilizaron 7 botellas para cada ensayo (Cabernet Sauvignon y Chardonnay). Cada tratamiento tuvo tres repeticiones. Los tres productos clarificantes en sus diferentes dosis para cada variedad de vino, fueron aplicados según el protocolo entregado por el proveedor, recomendado especialmente para ensayos de laboratorios, esperando 48 horas y manteniendo las muestras a 10° C. Al cabo de este tiempo se procedió al análisis de las muestras de los tratamientos con aplicación del producto clarificante, analizando además una muestra testigo sin clarificar cada vez que se analizaba una repetición, a modo de comparación (Cuadros 1 y 2).

### **Determinaciones analíticas**

Análisis sobre la composición fenólica global:

- **Fenoles totales.** Por espectrofotometría midiendo DO 280nm (García Barceló, 1990).
- **Índice de taninos.** Determinando los índices de etanol y de gelatina (Glories, 1978).
- **Grado de polimerización de taninos condensados.** Por el método de *p*-dimetilaminocinamaldeido “DMACH” (Vivas *et al.*, 1994).
- **Taninos Totales.** Se utilizó el método por espectrofotometría, midiendo a 550nm la muestra expuesta a un medio ácido con el uso de ácido clorhídrico (Recopilados por Zoecklein *et al.*, 2001).
- **Intensidad colorante.** Por espectrofotometría midiendo a DO 420nm y 470nm para el caso de vinos blancos, y 420nm, 520nm, 620nm en vinos tintos (recopilado por Bordeu y Scarpa, 2000).
- **Antocianos Totales.** Por decoloración con bisulfito, sólo en el caso de vinos tintos (García-Barceló, 1990).

Análisis sobre la composición fenólica pormenorizada:

- **Compuestos no flavonoides, flavanoles y flavonoles.** Por cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) (Bengochea *et al.*, 1995, modificado por Peña, 1998). La identificación de los picos obtenidos del análisis de mezclas de fenoles se consigue por comparación de los tiempos de retención con los que se hayan obtenido a partir de soluciones de sustancias

patrón o estándar, y por comparación de los espectros UV de cada compuesto mediante el uso de un detector de fotodiodos alineados (Peña-Neira, 1999).

El equipo de la firma Merck de Hitachi, consta de una bomba modelo L-6200, un inyector automático modelo L-7200, un detector de arreglo de fotodiodos alineados L-7455, y una columna, que para el caso de los fenoles de bajo peso molecular, la utilizada fue una Waters Nova-Pak C<sub>18</sub> de 3,9 mm de diámetro interno por 300mm de largo.

Para la cuantificación de los compuestos fenólicos de bajo peso molecular se empleó el método del estándar externo, determinando las concentraciones mediante rectas de calibrado calculadas para las diferentes sustancias patrones disponibles en el mercado adquiridas todas en Sigma (USA), empleando las mismas condiciones descritas para las muestras.

### **Evaluación sensorial**

Para el análisis sensorial de los vinos se utilizó un test de calidad organoléptica para lo cual se ocupó un panel entrenado de 12 evaluadores utilizando una pauta no estructurada de evaluación de 15 cm, basada en la pauta propuesta por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (O.I.V., 1994), (Anexo 1).

### **Diseño experimental y análisis estadístico**

Este trabajo constó de 2 ensayos independientes entre si (Chardonnay y Cabernet Sauvignon). Se utilizó un diseño totalmente al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Para ambos ensayos hubo un tratamiento testigo (sin clarificante) y seis tratamientos con tres clarificantes en dos niveles cada uno (dos dosis).

La unidad experimental fue 700 mL de vino contenidos en una botella de vidrio.

Para cada variable a determinar se obtuvo su media y desviación estándar. Además se realizó un análisis discriminante, cuyo objetivo fue determinar si los grupos establecidos

(diferentes tratamientos y dosis) dentro de un conjunto de datos son estadísticamente diferentes, de acuerdo con las variables estudiadas (compuestos fenólicos), que son las que definen esos datos. Esto se llevó a cabo con el programa Statistica para Windows ( Stat Soft, Inc. 1993) (Peña, 1989).

Los resultados también fueron analizados estadísticamente mediante ANDEVA y en el caso de existir diferencias significativas entre los tratamientos se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia del 5%.

## **PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Debido a que los tratamientos se analizaron en 4 etapas (una por semana), y que el vino evoluciona en el tiempo, es decir, que suceden una serie de fenómenos que van cambiando las características del producto (Usseglio-Tomasset, 1998), fue necesario analizar un tratamiento testigo (sin agente clarificante) en cada etapa, el cual fue tomado como referencia (100%) en relación al resto de los tratamientos evaluados en cada etapa.

De esta manera el análisis de los resultados se realizó sobre los datos porcentuales, obtenidos en relación al testigo n/100, de los valores obtenidos de las variables estudiadas a las muestras. A modo de ejemplo, la intensidad colorante de una muestra tratada con una dosis de Gelatina 7,5 g/hL fue de 16,34 y la de su testigo fue de 16,64, en consecuencia la intensidad colorante de la muestra representa el 98,19% en relación al testigo, es este dato el que se utilizó en el análisis de los resultados del presente trabajo.

### **Efecto de los tratamientos sobre la composición fenólica global del vino**

#### **Cabernet Sauvignon**

El efecto de los distintos agentes clarificantes, sobre la composición global de los polifenoles del vino estudiado, presentó resultados relevantes en relación a las variables analizadas en el laboratorio. A continuación se muestran los resultados de los análisis de fenoles totales, intensidad colorante, taninos totales, índice de etanol, índice de gelatina, índice de polimerización de taninos condensados y antocianos totales, que se realizaron a los diferentes tratamientos. Al observar los valores del Cuadro 3, obtenidos por los respectivos análisis globales realizados sobre las distintas muestras de cada tratamiento clarificante, se encontró la mayor variabilidad entre las muestras, en los análisis de antocianos totales.

**Cuadro 3.** Contenido de fenoles y sus derivados en el vino Cabernet Sauvignon.

	Testigo	Quitosan 6	Quitosan 10	Gelatina 7,5	Gelatina 15	Albúmina 10	Albúmina 20
Fenoles totales (g/L)*	1,95	1,94	1,94	1,93	1,45	1,93	1,71
<b>DS</b>	0,05	0	0,03	0,03	0,11	0,06	0,08
Intensidad colorante **	16,64	15,48	16,13	16,34	14,98	16,23	14,61
<b>DS</b>	0,05	0,02	0,08	0,03	0,06	0,02	0,05
Taninos totales (mg/L)***	3,75	3,69	3,62	3,72	3,56	3,56	3,66
<b>DS</b>	0,08	0,13	0,15	0,13	0,1	0,23	0,31
Índice de etanol (%)	18,04	13,4	14,1	14,26	14,21	13,65	15,4
<b>DS</b>	0,08	0,07	0,13	0,21	0,09	0,14	0,32
Índice de gelatina (%)	52,97	40,16	39,22	37,8	46,56	40,36	43,05
<b>DS</b>	0,35	0,23	0,46	0,19	0,74	0,26	1,06
GPTC (%)	50,57	44,12	45,73	43,92	44,71	44,55	43,78
<b>DS</b>	1,06	3,15	0,49	0,17	1,41	1,08	4,66
Antocianos totales ****	654,66	530,71	600,89	534,86	594,54	537,45	540,63
<b>DS</b>	7,76	13,71	14,22	45,45	27,98	39,22	38,91

\*Expresado como equivalentes de g/L de ácido gálico.

\*\* (do 420+520+620)

\*\*\*Expresado como equivalentes g/L de (+) catequina.

\*\*\*\*Expresado como mg/L de equivalente de clorhidrato de malvidina 3-glucósido.

GPTC: Grado de polimerización de taninos condensados.

En el Cuadro 4, se presentan los resultados de las variables determinadas a las muestras de vino de c.v. Cabernet Sauvignon.

**Cuadro 4.** Variación porcentual de los análisis de fenoles globales en los tratamientos en el vino del c.v. Cabernet Sauvignon, con respecto al testigo sin clarificar.

	Testigo	Quitosan 6	Quitosan 10	Gelatina 7,5	Gelatina 15	Albúmina 10	Albúmina 20
<b>Fenoles totales</b>	100a	99a	99a	99a	97a	99a	87a
<b>Intensidad colorante</b>	100a	93d	97c	98b	90e	98c	88f
<b>Taninos totales</b>	100a	98a	97a	99a	95a	95a	98a
<b>Índice etanol</b>	100a	74d	78c	79c	79c	76d	85b
<b>Índice gelatina</b>	100a	76de	74e	71f	88b	76d	81c
<b>GPTC</b>	100a	87a	90a	87a	88a	88a	87a
<b>Antocianos totales</b>	100a	81cd	92b	82c	91be	82de	83cd

Columnas con letras iguales no difieren estadísticamente a un nivel de significancia del 5%.

GPTC: Grado de polimerización de taninos condensados.

**Polifenoles totales.** De acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadro 4), se aprecia una menor concentración de fenoles en los vinos tratados con Gelatina 15 y Albúmina 20 que son las dosis altas de cada tratamiento, lo que concuerda con lo propuesto por Molina (2000), quien plantea que toda clarificación con proteínas disminuye el contenido de polifenoles y suaviza los vinos ricos en taninos astringentes. Las experiencias de Margheri (1974), citado por Molina (2000), ya habían colocado de manifiesto que con dosis de 10 g/hL de gelatina se originan pérdidas apreciables de polifenoles astringentes del vino. Por el contrario el tratamiento de quitosano en ambas dosis no logra efecto sobre la fracción fenólica total del vino estudiado. Sin embargo no existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos con clarificante para esta variable. Además no existe diferencia significativa entre ambas dosis de cada clarificante.

**Intensidad colorante.** Es posible observar (Cuadro 4) una disminución en la intensidad colorante en los vinos tratados con la dosis mayor de Gelatina lo que concuerda con Molina (2000), que señala su moderado poder decolorante, debido a su escasa acción precipitadora de antocianos, especialmente en tintos jóvenes, cuya materia colorante está formada por compuestos condensados. Además existe una disminución de este parámetro en el vino tratado con Albúmina 20, lo que concuerda con lo expresado por Molina (2000) y Sims *et al.* (1995), quienes señalan que la disminución en la intensidad de color depende de la dosis de clarificante empleada para estos productos. Los tres clarificantes son proteicos-orgánicos y su acción sobre el color de los vinos es mínima, se les conoce por aportar al retraso de la caída inevitable de las materias colorantes en vinos embotellados (con formación de depósito). Estadísticamente existe diferencia significativa entre el testigo y todos los tratamientos clarificantes y entre ambas dosis de cada tratamiento, pero no existe diferencia significativa entre Quitosan 10 y Albúmina 10.

**Taninos totales.** Como se aprecia en el Cuadro 4, los tratamientos con Gelatina 15 y Albúmina 10 son los que lograron una pequeña disminución pero no significativa de la fracción de taninos totales presentes en el vino tratado, lo que coincide con lo señalado por Molina (2000), en cuanto a que no se puede precipitar con gelatina la totalidad de los taninos de un vino. Además dicho autor agrega que la ovoalbúmina presente en la albúmina precipita en presencia de taninos, por lo tanto se utiliza para suavizar vinos ricos en taninos astringentes. La menor afinidad por los taninos totales se presenta en el tratamiento con Gelatina 7,5, opuesto a lo señalado por Gorinstein (1984), citado por Fleishmann (2001), en relación a que la gelatina actúa en forma apreciable sobre catequinas y proantocianidinas, presentando gran capacidad de reacción con los taninos, disminuyendo los polifenoles condensados. Estadísticamente no existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos en distintas dosis de los productos clarificantes.

**Grado de polimerización de taninos condensados.** Los resultados del análisis del grado de polimerización de taninos condensados, por el método DMACH, que representa a los polímeros de flavanoles solamente se presentan en el Cuadro 4. Se aprecia una disminución de este parámetro con todos los tratamientos clarificantes con respecto al testigo, sin existir una diferencia significativa del efecto entre cada clarificante, lo que concuerda con lo expresado por Wucherpfennig citado por Molina (2000), en que la gelatina en bajas concentraciones da lugar a destacadas pérdidas de proantocianidinas, hasta ciertas dosis, y luego toda nueva adición no continuará precipitando más. Esta pequeña disminución en el grado de polimerización de taninos condensados puede contribuir a bajar la astringencia de los vinos, ya que estas dos variables están relacionadas directamente. Estadísticamente no existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos clarificantes.

**Índice de etanol.** Este parámetro indica el grado de combinación de los taninos con las sales y los polisacáridos en un vino joven. Este tipo de combinaciones no son abundantes, estando los taninos más bien en estado libre y por lo tanto más reactivos y astringentes. En algunos casos estas uniones se ven disminuidas por los tratamientos clarificantes, siendo los tratamientos de Quitosan 6 y Albúmina 10 (Cuadro 4), más efectivos en esta disminución, lo que concuerda con lo propuesto por Molina (2000), quien señala que la ovoalbúmina precipita en presencia de taninos, y se usa para suavizar los vinos ricos en taninos astringentes. La gelatina también tiene efecto sobre este índice, lo que coincide con lo propuesto por Gorinstein, citado por Molina (2000), en relación a que la gelatina actúa de forma apreciable sobre catequinas y proantocianidinas, presentando gran capacidad de reacción con los taninos, disminuyendo los polifenoles condensados. Estadísticamente existieron diferencias significativas entre el testigo y todos los tratamientos clarificantes; por otro lado no existieron diferencias significativas entre ambas dosis del tratamiento de gelatina.

**Índice de gelatina.** El índice de gelatina puede ser considerado como un reflejo de la astringencia del vino. La mayor disminución de este índice, (Cuadro 4), se aprecia en el tratamiento con Gelatina 7,5 seguido de Quitosan 10, Quitosan 6 y Albúmina 10, este último confirma lo expresado por Molina (2000), en cuanto a que la albúmina ayuda a suavizar los vinos ricos en taninos astringentes, y la menor disminución se logra con el tratamiento de Gelatina 15. Estadísticamente existen diferencias significativas entre el testigo y todos los tratamientos clarificantes; pero no existe diferencia significativa entre los tratamientos de Quitosan 6 y Quitosan 10.

**Antocianos totales.** Según el Cuadro 4, se advierte una mayor disminución en los contenidos de antocianos con Quitosan 6, Gelatina 7.5, Albúmina 10 y Albúmina 20; lo que se ajusta a lo señalado por Molina (2000), en relación a que la gelatina posee un moderado poder decolorante, actuando ligeramente sobre el color de los vinos tintos jóvenes cuya materia colorante está formada por compuestos poco condensados. El menor efecto se puede apreciar en el tratamiento Quitosan10. Si bien se aprecia una marcada disminución del contenido de antocianos totales con los tres tratamientos clarificantes, esto no se traduce en una disminución notoria en la intensidad colorante (como se observó anteriormente). Esto se podría explicar por la escasa acción de los productos clarificantes sobre el contenido de taninos totales del vino (medida a 420nm), lo que compensaría en parte a la disminución de la concentración de antocianos, que contribuyen a la componente roja (520nm) y azul (620nm) de los vinos. Estadísticamente todos los tratamientos difieren del testigo, es decir existe diferencia significativa, pero no existe entre ambas dosis del tratamiento con albúmina.

## Chardonnay

En el Cuadro 5 se muestran los resultados de los análisis de fenoles totales, intensidad colorante, pardeamiento, taninos totales, índice de etanol, índice de gelatina e índice de polimerización de taninos condensados, que se realizaron a las muestras de los diferentes tratamientos con clarificante. Se encontraron las mayores dispersiones entre ellas en los análisis de grado de polimerización de taninos condensados.

**Cuadro 5.** Valores promedios desviación estándar (DS) de los análisis globales del vino Chardonnay.

	Testigo	Bentonita 40	Bentonita 70	Quitosan 4	Quitosan 8	Ictiocola 1,5	Ictiocola 3,0
Fenoles totales*	0,306	0,302	0,282	0,295	0,295	0,287	0,292
DS	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0	0
Intensidad colorante**	0,107	0,087	0,067	0,073	0,087	0,073	0,063

<b>DS</b>	0,06	0,01	0,06	0,04	0,03	0,06	0,04
<b>Pardeamiento***</b>	0,006	0,011	0,008	0,006	0,006	0,012	0,01
<b>DS</b>	0,01	0	0	0,03	0,01	0,01	0,03
<b>Taninos totales ****</b>	0,097	0,08	0,05	0,08	0,06	0,06	0,08
<b>DS</b>	0	0	0,01	0	0	0	0
<b>Índice de etanol (%)</b>	11,184	1,89	4,98	5,039	4,478	4,573	7,265
<b>DS</b>	0,47	0,06	1,11	0,4	0,03	1,21	0,45
<b>Índice de gelatina (%)</b>	4,079	1,19	2,531	1,213	0,603	1,216	0,824
<b>DS</b>	0,53	0,55	0,7	0,03	0,01	0,04	0,36
<b>GPTC (%)</b>	134,506	121,86	110,278	110,795	132,207	126,459	107,346
<b>DS</b>	1,79	2,63	4,01	3,73	2,63	1,99	1,29

\*Expresado como equivalentes de g/L de ácido gálico.

\*\*DO 420nm.

\*\*\*DO 470nm.

\*\*\*\*Expresado como equivalentes g/L de (+) catequina

GPTC: Grado de polimerización de taninos condensados.

En el Cuadro 6, se presentan los resultados de las variables determinadas a las muestras de vino de c.v. Chardonnay

**Cuadro 6.** . Variación porcentual de los análisis de fenoles globales de los diferentes tratamientos en el vino del c.v. Chardonnay, con respecto al testigo sin clarificar.

	<b>Testigo</b>	<b>Bentonita 40</b>	<b>Bentonita 70</b>	<b>Quitosan 4</b>	<b>Quitosan 8</b>	<b>Ictiocola 1,5</b>	<b>Ictiocola 3,0</b>
<b>Fenoles totales</b>	100a	99a	92a	96a	96a	94a	96a
<b>Intensidad colorante</b>	100a	81a	63a	69a	81a	69a	59a
<b>Pardeamiento</b>	100a	183a	133b	100b	100b	200a	167a
<b>Taninos totales</b>	100a	79ab	52b	80ab	60ab	60ab	80ab
<b>Índice etanol</b>	100a	17d	44c	45c	40c	41c	65b
<b>Índice gelatina</b>	100a	29c	62b	30c	15c	30c	20c
<b>GPTC</b>	100a	91b	82c	82c	98a	94b	80c

Columnas con letras iguales no difieren estadísticamente a un nivel de significancia del 5%.

GPTC: Grado de polimerización de taninos condensados

**Polifenoles totales.** En el Cuadro 6, es posible observar una leve disminución de este parámetro con el tratamiento Bentonita 70, lo que concuerda con lo expresado por Milisavljevic (1963), citado por Molina (2000), que se refiere a que la bentonita en vinos blancos produce una apreciable decoloración por disminución de compuestos fenólicos. Con la adición de bentonita se ejerce una apreciable acción sobre el contenido de taninos en los vinos según lo expresado por Amati y Singleton, citado por Molina (2000). Cabe destacar que el tratamiento con quitosano en su dosis alta y baja logra la misma afinidad con los compuestos polifenólicos del vino estudiado desde el punto de vista estadístico. En este análisis no existen diferencias significativas del testigo con los tratamientos clarificantes y entre la dosis alta y baja de cada tratamiento clarificante.

**Intensidad colorante.** Es posible observar una disminución de este parámetro con las dosis mayores de los tratamientos Ictiocola 3, Quitosano 8 y Bentonita 70 (Cuadro 6), (lo que ya había sido observado por Fleishmann (2001)), lo que se contrapone a lo expresado por Molina (2000), de que la pérdida de color no es directamente proporcional a la cantidad de bentonita agregada. En cambio con el tratamiento de quitosano se logra mayor disminución del parámetro estudiado con la dosis menor. De todo esto se puede deducir que los tres tratamientos clarificantes disminuyen levemente la intensidad colorante del vino, que puede ser causado por la fuerte disminución del contenido de taninos totales de éste, los cuales aportan a la componente amarilla del color del vino (medida a 420nm), pero estadísticamente esta diferencia no es significativa entre el testigo y los tratamientos clarificantes, tampoco entre los tratamientos y las diferentes dosis.

**Pardeamiento.** Según el Cuadro 6, es posible apreciar que los productos clarificantes no obstante provocan una disminución en los compuestos que aportan coloración amarilla a los vinos blancos (medida a 420 nm y expresado como intensidad colorante), pueden aumentar la presencia aunque en bajas concentraciones de productos pardos, medidas a 470 nm, por espectrofotometría. El menor efecto de aumento del pardeamiento lo ejerce quitosano en

ambas dosis. Estadísticamente se aprecian diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos clarificantes de quitosan (ambas dosis) y Bentonita 70.

**Taninos totales.** En un vino blanco existe una menor concentración de taninos totales en comparación con un vino tinto, por lo tanto se logra más fácilmente la precipitación de los taninos con un clarificante proteico (quitosano e ictiocola). En el caso de la bentonita su efecto se puede deber al gran poder de esta sobre las proteínas del vino, por lo tanto, puede arrastrar complejos taninos-proteínas. En este ensayo se logra una mayor disminución de los taninos del vino con el tratamiento de bentonita en su dosis mayor (Cuadro 6), coincidiendo con lo expresado por Singleton y Esau (1969), citado por Molina (2000), que señalan que los mostos ricos en taninos deben ser tratados con bentonita para ser suavizados. También se aprecia esta disminución con los tratamientos de Quitosan 8 e Ictiocola 1,5. La menor afinidad entre los tratamientos y el vino se logra entre la menor dosis de los tratamientos bentonita y quitosano, y la mayor dosis del tratamiento con ictiocola. Estadísticamente se aprecian diferencias significativas entre el testigo y Bentonita 70, pero no entre ambas dosis de cada clarificante.

**Índice de etanol.** El índice de etanol, indica el grado de combinación de los taninos con las sales y los polisacáridos, según lo expresado por Molina (2000). En un vino joven, como el analizado, este tipo de combinaciones no son abundantes, estando los taninos más bien en estado libre y por lo tanto más reactivos (y astringentes en algunos casos). En el presente estudio este parámetro se ve disminuido principalmente por el tratamiento de Bentonita 40, lo que concuerda con lo expresado por Taran *et al.* (1979), citado por Molina (2000), quienes indican que la bentonita disminuye en mayor proporción catequinas y proantocianidinas, presentando gran capacidad de reacción con los taninos. El efecto mínimo sobre este parámetro se observa en el tratamiento con ictiocola en su dosis mayor de 3 g/hL (Cuadro 6). Estadísticamente el testigo presenta diferencias significativas con todos los tratamientos. No se aprecian diferencias significativas entre ambas dosis de quitosano.

**Índice de gelatina.** Este índice es un buen parámetro para medir el grado de astringencia de un vino, ya que representa el porcentaje de taninos capaces de combinarse con la gelatina y que son susceptibles a intervenir en la sensación de sequedad en boca Zoecklein *et al.* (2001). Según el Cuadro 6, este índice alcanza una gran disminución con todos los tratamientos clarificantes, alcanzando su máxima disminución con el tratamiento de Quitosan 8 (mayor dosis), seguido por el tratamiento de Ictiocola 3. Por lo tanto los tres tratamientos clarificantes ayudan a la disminución de la astringencia en los vinos. El menor efecto lo ejerce bentonita con su dosis mayor. Estadísticamente existen diferencias significativas entre el testigo y todos los tratamientos clarificantes.

**Grado de polimerización de taninos condensados.** Según De Freitas *et al.* (2000), el grado de polimerización y el número de unidades que forman los taninos condensados tienen una fuerte influencia en los niveles de astringencia y amargor percibidos en boca; así el máximo nivel de astringencia lo presentarían los compuestos con 4 unidades de monómeros de flavanol y el máximo de amargor, con polímeros de 7-9 unidades. La astringencia de los taninos aumenta con el grado de polimerización de estos y disminuye a continuación como consecuencia de la formación de complejos de taninos muy voluminosos, incapaces de permanecer en suspensión y por lo tanto precipitan. Los taninos monómeros son más amargos que astringentes, mientras que los oligómeros y polímeros (mayor grado de polimerización), son sobre todo percibidos como astringentes. Por lo tanto cualquier tratamiento clarificante que disminuya el grado de polimerización de los taninos condensados provocará un aumento en el amargor del vino y una disminución de la astringencia. Según los resultados de este estudio (Cuadro 6), el quitosano en su dosis menor, ictiocola en su dosis mayor y bentonita en su dosis mayor son los que ayudarían a aumentar el amargor en el vino tratado, lo que para un vino del c.v. Chardonnay sería muy perjudicial, pero por otra parte, la astringencia se vería disminuida. Estadísticamente existen diferencias significativas entre el testigo y todos los tratamientos clarificantes exceptuando Quitosan 8.

### **Relación entre la composición fenólica global del vino estudiado y los tratamientos clarificantes**

En el análisis discriminante de las variables que forman parte de la composición fenólica global del vino estudiado, no se eligieron todos los tratamientos clarificantes debido a que el análisis no discriminaba correctamente. Por lo tanto se eligieron los tratamientos de gelatina y albúmina (en ambas dosis), para el vino Cabernet Sauvignon, y quitosano e ictiocola (también en ambas dosis), para el vino Chardonnay.

### **Cabernet Sauvignon**

Se creó la variable cualitativa “tratamiento”, frente a la cual se aplicó el análisis discriminante. Esta variable cualitativa presenta los siguientes niveles:

Gelatina 7,5 g/hL (gel 7,5) :1

Gelatina 15 g/hL (gel 15) :2

Albúmina 10 g/hL (alb 10) :3

Albúmina 20 g/hL (alb 10) :4

Las 7 variables cuantitativas utilizadas fueron fenoles totales, intensidad colorante, taninos totales, índice de etanol, índice de gelatina, grado de polimerización de taninos y antocianos totales. Estas dieron lugar a 3 funciones discriminantes que aparecen ordenadas de acuerdo con su valor específico en la primera columna del Cuadro 7. El valor específico que representa la varianza total de los datos, que explica cada función discriminante, aparece en la segunda columna. En la tercera columna se presenta el porcentaje relativo de la varianza. El modelo se evalúa a partir de unas funciones derivadas y de los test de ajuste de Wilks-Lambda y el de Chi-cuadrado. De acuerdo con los grados de libertad (GL), se establece el nivel de significación (p) de cada una de las funciones discriminantes, que se recoge en la última columna. Para considerar estadísticamente significativas con una probabilidad del 95% las funciones discriminantes, el valor de ese parámetro debe ser menor o igual a 0,05. En este

caso, las 2 primeras funciones discriminantes tienen un nivel de significación superior al 95% ( $p < 0,05$ ).

**Cuadro 7.** Análisis discriminante de los compuestos fenólicos de un vino Cabernet Sauvignon con 2 tratamientos clarificantes.

<b>Función discriminante</b>	<b>Valor específico</b>	<b>Porcentaje relativo</b>	<b>Correlación canónica</b>	
<b>1</b>	5689,126465	90,42	0,999912143	
<b>2</b>	90,54760742	1,5665	0,994523346	
<b>3</b>	0,547628105	0,0094	0,594852865	

<b>Funciones derivadas</b>	<b>Wilks-Lambda</b>	<b>Chi-cuadrado</b>	<b>GL</b>	<b>p</b>
<b>0</b>	1,24041E-06	74,80038452	21	6,003E-08
<b>1</b>	0,007058077	27,2447052	12	0,00714139
<b>2</b>	0,646150053	2,401979208	5	0,79117596

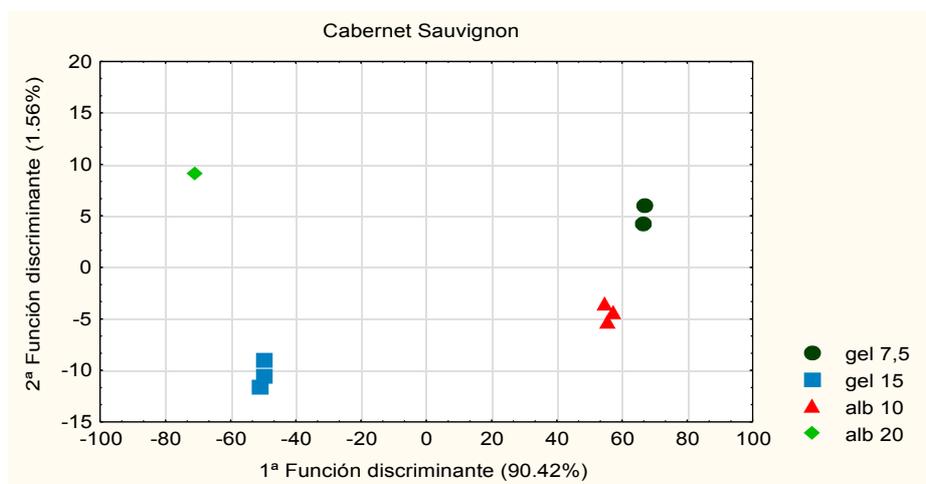
Es necesario además, realizar un contraste para verificar el modelo de análisis discriminante, en este las funciones obtenidas se aplican a los datos experimentales y se comprueba si dichas funciones discriminantes asignan las muestras al grupo real al que pertenecen. En este caso el modelo permitió clasificar las muestras con un 100% de aciertos (Cuadro 8). Este alto porcentaje permite afirmar que las muestras de vinos con tratamientos clarificantes se pueden diferenciar a partir de los datos porcentuales obtenidos de las variables estudiadas.

**Cuadro 8.** Clasificación de las muestras del vino Cabernet Sauvignon, de acuerdo a las funciones discriminantes obtenidas.

	<b>Porcentaje correcto</b>	<b>Gelatina 7,5 p=.25000</b>	<b>Gelatina 15 p=.25000</b>	<b>Albúmina 10 p=.25000</b>	<b>Albúmina 20 p=.25000</b>
<b>Gel 7,5</b>	100	3	0	0	0
<b>Gel 15</b>	100	0	3	0	0
<b>Alb 10</b>	100	0	0	3	0
<b>Alb 20</b>	100	0	0	0	3
<b>Total</b>	100	3	3	3	3

La primera función discriminante explica el 90,42% de las diferencias presentes en las muestras, y la segunda función discriminante explica el 1,56% (Porcentajes relativos). Por lo tanto, si se representan ambas funciones discriminantes es posible apreciar el 92,18% de la variabilidad de las muestras. En la Figura 1 se representan las muestras de cada tratamiento respecto a estas dos primeras funciones discriminantes. Se puede apreciar que la primera función discriminante separa las muestras por nivel de dosis (alta y baja) y la segunda función discriminante, separa claramente los cuatro tratamientos.

La primera función discriminante está principalmente influenciada por la intensidad colorante y en segundo lugar por el grado de polimerización de taninos condensados del vino; por lo que separa las muestras en función de estas variables. Por su parte, la segunda función discrimina esencialmente en relación al índice de gelatina; que es considerado como un reflejo de la astringencia del vino, y en segundo lugar por el contenido de fenoles totales del vino estudiado (Anexo 4, Cuadro 29).



**Figura 1.** Representación de las muestras frente a las dos primeras funciones discriminantes obtenidas en el análisis de los compuestos fenólicos de vinos tratados con dos clarificantes, cada uno con dos dosis.

Los grupos con signo opuesto para una determinada función discriminante, se comportan en forma contraria con relación a la o las variables que están relacionadas con dicha función, y la cercanía de dos grupos de igual signo significará similitud entre los mismos. Dentro de

cada grupo, el punto central se define como centroide y la mayor o menor dispersión con relación al mismo será relación directa de la homogeneidad o heterogeneidad de las muestras que forman un determinado grupo.

Se puede observar en la Figura 1 que las muestras del tratamiento Albúmina 20 presentan una menor dispersión; incluso superponiéndose dos muestras, luego sigue el tratamiento de Albúmina 10, y luego aparecen los tratamientos con gelatina con una mayor dispersión. Sin embargo, la individualización de cada tratamiento es clara.

Se observa que en relación a la primera función discriminante se separan cuatro grupos de tratamientos, el primero y segundo con valores positivos para dicha función compuesta por los tratamientos Gelatina 7,5 y Albúmina 10 respectivamente, y los terceros y cuartos grupos constituidos por las muestras de los tratamientos Gelatina 15 y Albúmina 20 respectivamente.

Para la segunda función discriminante se aprecia la formación de cuatro grupos claramente diferenciados entre sí, dos con valores positivos para dicha función constituidos por las muestras de los tratamientos Albúmina 20 y Gelatina 7,5 y con valores negativos para la segunda función discriminante constituida por las muestras de los tratamientos Albúmina 10 y Gelatina 15. Según lo antes observado y desde una perspectiva enológica, los tratamientos Albúmina 20 y Gelatina 7,5 podrían permitir considerando la totalidad de las variables estudiadas resultados relativamente similares.

En consecuencia, las variables relacionadas con la composición fenólica estudiadas en los vinos Cabernet Sauvignon, permiten en su conjunto diferenciar distintos tratamientos clarificantes.

## **Chardonnay**

Los valores de los distintos análisis realizados se estudiaron mediante análisis discriminante, para determinar si se podían diferenciar los diversos tratamientos a partir de la composición fenólica global. En esta ocasión la variable cualitativa presenta los siguientes niveles para cada tratamiento:

- Quitosan 4 g/hL (quit 4) :1  
 Quitosan 8 g/hL (quit 8) :2  
 Ictiocola 1,5 g/hL (ictio 1,5) :3  
 Ictiocola 3 g/hL (ictio 3) :4

Las 7 variables cuantitativas utilizadas en este caso fueron fenoles totales, intensidad colorante, pardeamiento, taninos totales, índice de etanol, índice de gelatina y grado de polimerización de taninos. Estas dan lugar a 3 funciones discriminantes que aparecen ordenadas de acuerdo con su valor específico en la primera columna del Cuadro 9.

En este caso, como muestra el Cuadro 9, las 2 primeras funciones discriminantes tienen un nivel de significación superior al 95% ( $p < 0,05$ ).

**Cuadro 9.** Análisis discriminante de los compuestos fenólicos del vino Chardonnay con 2 tratamientos clarificantes.

<b>Función discriminante</b>	<b>Valor específico</b>	<b>Porcentaje relativo</b>	<b>Correlación canónica</b>	
<b>1</b>	4410,24561	99,554	0,99988663	
<b>2</b>	13,3770971	0,301	0,96459574	
<b>3</b>	6,37478256	0,143	0,92973262	

<b>Funciones derivadas</b>	<b>Wilks-Lambda</b>	<b>Chi-cuadrado</b>	<b>GL</b>	<b>p</b>
<b>0</b>	2,1381E-06	71,8058853	21	1,8392E-07
<b>1</b>	0,00943147	25,6503658	12	0,01204892
<b>2</b>	0,13559723	10,9893656	5	0,05161855

La primera función discriminante explica el 99,55% de las diferencias presentes en las muestras, y la segunda función discriminante explica el 0,3% (Porcentajes relativos). Por lo tanto, al representar las dos primeras funciones discriminantes se observa el 99,85% de la variabilidad de las muestras. En la Figura 2 se representan las muestras respecto a las dos

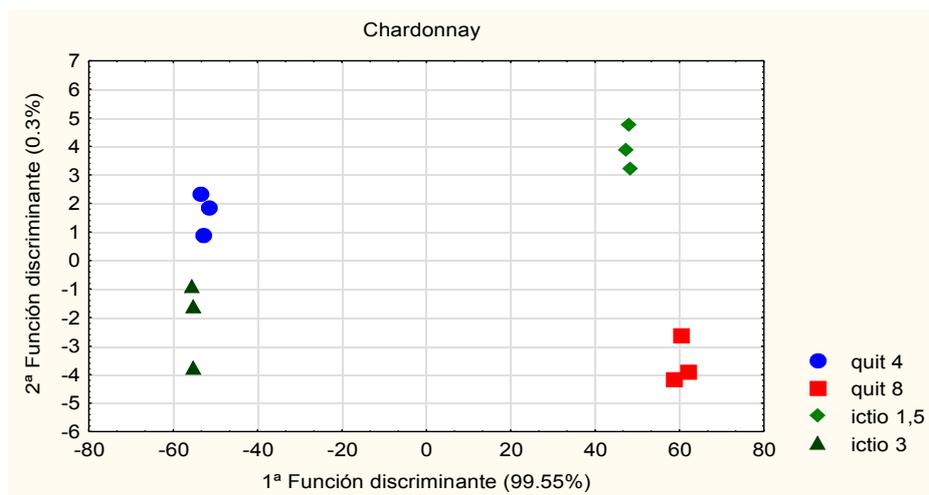
primeras funciones discriminantes. Se puede observar que la primera función discriminante separa las muestras de Ictiocola 1,5 y Quitosan 8 del resto. La segunda función discriminante, separa por nivel de dosis (alta y baja).

Para este análisis, al igual que en el anterior, el modelo permite clasificar las muestras con un 100% de aciertos (Cuadro 10). Este alto porcentaje permite afirmar que las muestras de vinos con tratamientos clarificantes de quitosano e ictiocola, se pueden diferenciar a partir de los datos porcentuales obtenidos de las concentraciones de los compuestos fenólicos estudiados.

**Cuadro 10.** Clasificación de las muestras del vino Chardonnay, de acuerdo a las funciones discriminantes obtenidas.

	Porcentaje correcto	Quitosan 4 p=.25000	Quitosan 8 p=.25000	Ictiocola 1,5 p=.25000	Ictiocola 3 p=.25000
<b>Quit 4</b>	100	3	0	0	0
<b>Quit 8</b>	100	0	3	0	0
<b>Ictio 1,5</b>	100	0	0	3	0
<b>Ictio 3</b>	100	0	0	0	3
Total	100	3	3	3	3

La primera función discriminante, de acuerdo a la información entregada por el programa computacional, está influida principalmente por el grado de polimerización de los taninos condensados del vino y en segundo lugar por la intensidad colorante del mismo, por lo que separa las muestras en función de estas variables. En cambio la segunda función discrimina fundamentalmente en relación al grado de polimerización de los taninos condensados de cada una de las muestras, y en segundo lugar por el contenido de taninos totales del vino (Anexo 4, Cuadro 30).



**Figura 2.** Representación de las muestras frente a las dos primeras funciones discriminantes obtenidas en el análisis de los compuestos fenólicos de vinos tratados con dos clarificantes, cada uno con dos dosis.

En este caso se puede apreciar que las muestras de los tratamientos de Quitosan 4, Quitosan 8 e Ictiocola 1,5 presentan una baja dispersión, en cambio el tratamiento de Ictiocola 3 presenta una mayor dispersión, pero de todas maneras es fácil de apreciar la individualización de los diferentes tratamientos (Figura 2).

Se observa (Figura 2) que para la primera función discriminante se separan tres grupos de tratamientos; los dos primeros para dicha función con valores positivos, Quitosan 8 e Ictiocola 1,5, y un tercer grupo compuesto por las muestras de los tratamientos Quitosan 4 e Ictiocola 3. Para la segunda función discriminante se aprecia la formación de tres grupos, dos grupos con valores positivos Ictiocola 1,5 y Quitosan 4, claramente diferenciados entre sí y un tercer grupo con valores negativos para dicha función, constituido por las muestras de los tratamientos Ictiocola 3 y Quitosan 8.

En consecuencia, la composición fenólica estudiada en el vino del c.v. Chardonnay, permite diferenciar también los distintos tratamientos clarificantes los cuales tomando el conjunto de las variables analizadas permitieron diferenciar vinos y por lo tanto productos comerciales diferentes.

### **Efecto de los diferentes tratamientos clarificantes sobre la composición fenólica pormenorizada del vino**

La fracción fenólica pormenorizada fue analizada por cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC).

#### **Compuestos no flavonoídeos**

**Ácidos benzoicos.** El ácido gálico corresponde a un ácido benzoico, que se encuentra tanto en la piel como en las semillas de la uva y es el responsable del amargor del vino. Por ende, su concentración está relacionada con el desarrollo de este compuesto en la uva, del manejo de campo, momento de cosecha que determinará la madurez fenólica y por su tipo de vinificación, como por ejemplo, manejo de temperatura, duración y momento de realizar los remontajes, como también el tiempo de maceración de los orujos, según señala Peña (1998).

En relación a los ácidos protocatéquico, vainillínico y siríngico, las diferencias en sus concentraciones en vinos de distintas zonas tienen su origen en la materia prima y los métodos de vinificación empleados (Peña, 1998).

**Ácidos cinámicos.** En este grupo se encuentran el ácido *p*-cumárico, el ácido caféico y el ácido *trans* caftárico. Los dos últimos se encuentran en los hollejos y en menor medida en la pulpa de las bayas pasando al vino durante el proceso fermentativo. El ácido caftárico se caracteriza por ser uno de los mayores responsables del pardeamiento de los vinos al unirse a la (+) catequina, por lo que su concentración está muy relacionada con la susceptibilidad al pardeamiento de los vinos, especialmente los blancos. Corresponde al éster de un ácido hidroxicinámico con el ácido tartárico. Su concentración disminuye durante el desarrollo de la baya y en la madurez tecnológica se estabiliza. En los vinos se aprecia una disminución de su concentración en el tiempo, obteniéndose ácido caféico y ácido tartárico libres (Peña-Neira, 2002).

### **Compuestos fenólicos flavonoídeos**

**Flavanoles.** Estos agrupan al galato de procianidina, a la (+) catequina y a la (-) epicatequina. En los vinos la astringencia se debe a las procianidinas, aumentando a medida que aumenta el grado de polimerización de dichos compuestos (Thorngate, 1997, citado por Peña, 1998). Por su parte el amargor del vino es debido principalmente a los oligómeros de procianidinas (Porter *et al.*, 1991 citado por Peña, 1998).

La (+) catequina y (-) epicatequina son la base de la estructura de los taninos condensados del vino, influyendo en su cuerpo, astringencia y amargor, encontrándose principalmente en las semillas y en menor medida en los hollejos (Peña-Neira, 2002).

En el caso de los vinos tintos, ambos compuestos ((+) catequina y (-) epicatequina) son compuestos de vital importancia para la estabilización del color por su unión con los antocianos (Flanzy, 2000).

**Flavonoles.** La quercetina y los glicósidos de flavonol, se encuentran en los hollejos de las bayas. La quercetina es uno de los responsables del color amarillo de los vinos blancos (Flanzy, 2000).

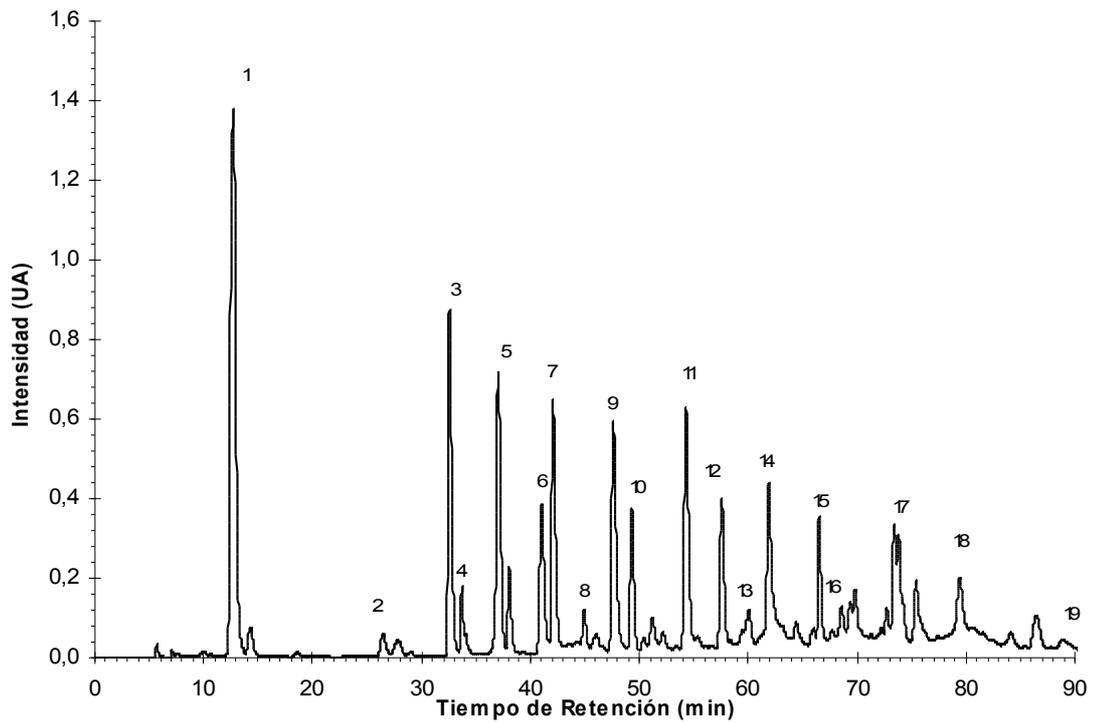
### **Compuestos secundarios de la fermentación alcohólica**

El tirosol y el triptofol son compuestos que forman durante la fermentación alcohólica y que se sintetizan en función al contenido de los aminoácidos tirosina y triptófano, respectivamente, presente en el mosto (Cheynier *et al.*, 2000).

### **Cabernet Sauvignon**

13

En la Figura 3 se presenta el cromatograma obtenido por cromatografía líquida de alta eficacia acoplada al detector de fotodiodos alineados (HPLC-DAD) de los extractos del vino Cabernet Sauvignon, en el cual se señalan los compuestos identificados en este trabajo.



**Figura 3.** Cromatograma tipo de una muestra de vino Cabernet Sauvignon (tratamiento testigo).

En el Cuadro 11 se presentan los compuestos encontrados e identificados en el vino con los diferentes tratamientos clarificantes, incluyendo también un testigo sin clarificar.

**Cuadro 11.** Compuestos fenólicos identificados en el vino Cabernet Sauvignon, tratado con los diferentes productos clarificantes.

Número	Compuesto	Número	Compuesto
1	Ácido Gálico	11	Compuesto A
2	Ácido Protocatéquico	12	Galato de Procianidina
3	Ácido Caftárico	13	(-) Epicatequina

4	Galato de Procianidina	14	Ácido <i>p</i> - Cumárico
5	Tirosol	15	Quercetina Glicósido
6	Ácido Cutárico	16	Triptofol
7	(+) Catequina	17	Quercetina Glicósido
8	Ácido Vainillinico	18	<i>p</i> -triptofol
9	Ácido Caféico	19	Flavonol Glucósido
10	Ácido Siríngico		

En el análisis por HPLC se observó en todas las muestras de vino Cabernet Sauvignon la presencia de un compuesto designado como A el cual no fue posible identificar. Su espectro de absorción UV, se presenta en el Anexo 2, Figura 7.

Se designó como *p*-triptofol a un compuesto con idéntico espectro de absorción que el triptofol pero con un mayor tiempo de retención.

**Cuadro 12.** Valores promedios y desviación estándar (DS) de los análisis fenólicos pormenorizados del vino Cabernet Sauvignon.

	Testigo	Quitosan 6	Quitosan 10	Gelatina 7,5	Gelatina 15	Albúmina 10	Albúmina 20
Ácido Gálico	23,27	22,55	23,07	18,23	18,66	16,2	23,2
DS	0,37	0,35	0,15	0,91	0,21	0,5	1,5
Ácido Protocatéquico	4,47	3,4	3,55	3,34	3,31	3,47	2,88

DS	0,76	0,78	0,51	0,29	0,59	0,15	0,14
Ácido Caftárico	23,97	22,73	21,92	16	23,5	23,46	21,97
DS	0,5	0,91	0,72	3,08	0,61	1,02	0,27
Galato de Procianidina	2,3	1,47	1,77	0,96	0,83	0,94	1,67
DS	0,4	0,15	0,15	0,29	0,08	0,19	0,16
Tirosol	14,19	13,02	13,47	12,02	12,2	12,99	13,51
DS	0,28	0,28	0,32	0,15	0,24	0,36	0,39
Ácido Cutárico	9,3	7,8	8,31	7,36	8,12	8,2	9,3
DS	0,18	0,63	0,38	0,62	0,23	0,26	0,51
(+) Catequina	44,57	35,75	42,08	33,47	35,27	35,36	41,91
DS	0,96	2,55	1,68	1,42	2,23	1,13	3,13
Ácido Vainillínico	3,49	3,36	3,3	1,2	1,41	1,86	2,58
DS	0,1	0,3	0,2	0,18	0,24	0,08	0,2
Ácido Caféico	14,81	11,3	11,45	9,95	13,78	14,72	14,64
DS	0,31	0,76	0,93	0,25	0,59	0,5	0,47
Ácido Siringico	5,3	4,83	5,18	2,01	2,16	2,12	4,7
DS	0,31	0,38	0,27	0,11	0,2	0,12	0,3
Compuesto A	8,5	4,35	8,31	2,49	6,84	4,64	7,16
DS	0,15	0,27	0,23	0,35	0,27	0,64	0,84
Galato de Procianidina 2	7,17	6,69	7,04	4,32	5,53	5,13	5,01
DS	0,25	0,31	0,3	0,73	0,51	0,63	0,51
(-) Epicatequina	6,31	5,93	4,93	2,05	3,66	4,17	6,08
DS	0,28	0,72	0,93	0,66	0,53	0,77	0,68
Ácido <i>p</i> -Cumárico	14,97	13,31	11,67	4,32	9,57	7,94	6,79
DS	0,25	1,84	0,08	0,42	1,3	1,18	1,58
Quercetina Glicósido	26,2	24,92	25,86	19,35	21,85	21,74	23,89
DS	0,44	0,97	2,23	1,47	2,55	1,56	0,48
Triptofol	2,95	0,49	1,6	2,09	2	2,16	2,77
DS	0,31	0,5	1,35	0,17	0,58	0,22	0,37
Quercetina Glicósido	25,11	24,88	24,64	16,2	17,27	15,03	22,69
DS	1,9	0,82	1,15	2,29	0,97	0,98	7,2
<i>p</i> -Triptofol	7,4	5,95	7,24	6,16	7,01	7,16	6,76
DS	0,35	0,79	0,37	1,21	1,09	1,07	1,51
Flavonol Glucósido	14,56	0	0	12,78	11,27	0	0
DS	0,95	0	0	1,55	2,79	0	0

**Cuadro 13.** Variación porcentual de la composición fenólica pormenorizada de los tratamientos clarificantes en el vino del c.v. Cabernet Sauvignon, en comparación con el testigo sin tratamiento clarificante.

	Testigo	Quitosan 6	Quitosan 10	Gelatina 7,5	Gelatina 15	Albúmina 10	Albúmina 20
Ácido Gálico	100a	97a	99a	78b	80b	70c	100a
Ácido Protocatéquico	100a	76a	79a	75a	74a	78a	64a
Ácido Caftárico	100a	95a	91a	67b	98a	98a	92a
Galato de Procianidina	100a	64b	77b	42c	36c	41c	73a
Tirosol	100a	92b	95b	85c	86c	92b	95b
Ácido Cutárico	100a	84cd	89bd	79c	87bc	88bd	100a
(+) Catequina	100a	80b	94a	75b	79b	79b	94a

Ácido Vainillínico	100a	96a	95a	34d	40d	53c	74b
Ácido Caféico	100a	76b	77b	67c	93a	99a	99a
Ácido Siringico	100a	91ab	98a	38c	41c	40c	89b
Compuesto A	100a	51c	98a	29d	80b	55c	84b
Galato de Procianidina	100a	93a	98a	60c	77b	72bc	70bc
(-) Epicatequina	100a	94ab	78bc	33e	58d	66cd	96ab
Ácido <i>p</i> -Cumárico	100a	89ab	78b	29d	64c	53cd	45d
Quercetina Glicósido	100a	95a	99a	74c	83b	83b	91ab
Triptofol	100a	17c	54b	71ab	68ab	73ab	94ab
Quercetina Glicósido	100a	99a	98a	65a	69a	60a	90a
<i>p</i> -Triptofol	100a	80a	98a	83a	95a	97a	91a
Flavonol Glucósido	100a	0c	0c	88ab	77b	0c	0c

Columnas con letras iguales no difieren estadísticamente a un nivel de significancia del 5%.

**Ácido gálico.** Su contenido es disminuido principalmente por los tratamientos con Albúmina 10, Gelatina 7,5, y Gelatina 15 (Cuadro 13). Además se puede observar que los tratamientos con quitosano (ambas dosis) y Albúmina 20 no muestran efecto sobre el contenido de ácido gálico, y por lo tanto no ayudarán a disminuir el amargor en los vinos. Estadísticamente se aprecia diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos Gelatina 7,5, Gelatina 15 y Albúmina 10; a su vez estos últimos presentan diferencias significativas con los demás tratamientos.

Los flavanoles monómeros ((+) catequina y (-) epicatequina), al igual que el ácido gálico son más amargos que astringentes, por lo que una disminución en su contenido permite suavizar el carácter tánico debido a la desaparición de la amargura en el vino (Noble, 1990, citado por Flanzky (2000).

**Ácido protocatéquico.** Según el Cuadro 13, este ácido se ve afectado, pero no significativamente en relación al testigo, por la acción del tratamiento con Albúmina 20, seguido del tratamiento con Gelatina 15 y de menor forma por el tratamiento de Gelatina 7,5. El tratamiento con Quitosan 10 y Albúmina 10 presentan menor efecto sobre el contenido del ácido protocatéquico. Estadísticamente no existe diferencia significativa entre el testigo y los demás tratamientos clarificantes.

**Ácido caftárico.** El tratamiento con Gelatina 7,5 es el que tiene la mayor acción sobre el Ácido caftárico (Cuadro 13), logrando una gran disminución de este compuesto en el vino tratado. El menor efecto se aprecia con el tratamiento de Gelatina 15 y Albúmina 10, lo que indicaría que de existir las condiciones apropiadas, su potencial de pardeamiento es superior al de los vinos tratados con los otros clarificantes. Estadísticamente existe diferencia significativa entre el tratamiento de Gelatina 7,5 con el resto de los tratamientos, incluyendo el testigo.

**Galato de procianidina.** Este compuesto corresponde a una procianidina unida al ácido gálico. Al observar el Cuadro 13, se aprecia que en general todos los tratamientos con clarificantes ejercen una disminución de este compuesto en el vino, siendo más acentuado con el tratamiento de Gelatina 15. Estadísticamente existe diferencia significativa entre el testigo y todos los <sup>a</sup>tratamientos <sup>b</sup>clarificantes.

**Tirosol.** Como se aprecia en el Cuadro 13, existe una marcada disminución de este compuesto con ambos tratamientos de gelatina; también se puede observar que los tratamientos de quitosano y albúmina actúan en forma muy parecida. Se observó diferencia significativa entre el testigo y todos los tratamientos clarificantes, pero no existe diferencia significativa entre ambas dosis de cada producto clarificante.

**Ácido cutárico.** Este también es un ácido hidroxicinámico, se encuentra en las vacuolas de las células del hollejo y de la pulpa, bajo la forma de ésteres tartáricos, pudiendo participar en reacciones de pardeamiento en vinos blancos, pero de co-pigmentación y estabilización del color en vinos tintos. Los tratamientos de cada clarificante con la menor dosis ejercieron una disminución en el contenido de ácido cutárico en el vino (Cuadro 13), destacándose Gelatina 7,5. Estadísticamente existen diferencias significativas entre el testigo y todos los tratamientos clarificantes, con excepción de Albúmina 20.

**(+) Catequina.** Según Muñoz (2002), para el caso de los vinos tintos, (+) Catequina y (-) Epicatequina, son compuestos de vital importancia para la estabilización del color por su unión con los antocianos, por lo que los vinos con mayores concentraciones de estos compuestos, podrían tener una mejor evolución de su coloración una vez embotellados, no obstante lo anterior, una alta concentración de dichos compuestos también puede afectar en forma negativa la percepción del amargor y la astringencia. Según el presente estudio, (Cuadro 13), la menor concentración de (+) Catequina se logra con el tratamiento de Gelatina 7,5, seguido del tratamiento de Gelatina 15 y Albúmina 10. Estadísticamente no existe diferencia significativa entre el Testigo y los tratamientos de Quitosan 10 y Albúmina 20, a su vez se observa que no existe diferencia significativa entre ambas dosis del tratamiento con gelatina, Quitosan 6 y Albúmina 10.

**Ácido vainillínico.** El tratamiento de Gelatina 7,5 y Gelatina 15 son los que logran una mayor disminución en el contenido de ácido vainillínico, seguido por el tratamiento con albúmina (Cuadro 13). Estadísticamente se aprecia diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos de gelatina y albúmina en ambas dosis, no observándose diferencia significativa entre ambas dosis del tratamiento de quitosano y el testigo.

**Ácido caféico.** Se puede observar en el Cuadro 13, una disminución en el contenido de ácido caféico con el tratamiento de Gelatina 7,5; y no se aprecia efecto casi sobre el ácido con los tratamientos de albúmina en ambas dosis. Estadísticamente no existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos de Gelatina 15 y ambas dosis de albúmina.

**Ácido siríngico.** El contenido de este ácido se ve afectado principalmente por la acción del tratamiento con gelatina (ambas dosis) y Albúmina 10 principalmente (Cuadro 13). El tratamiento con Quitosan 10 no tiene efecto sobre el contenido de ácido siríngico en el vino tratado. Estadísticamente no existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos con quitosano.

**Compuesto A.** Según el Cuadro 13, el tratamiento con Gelatina 7,5 alcanza la mayor disminución en el contenido del Compuesto A, seguido de las menores dosis de quitosano y albúmina. El menor efecto se logra nuevamente con el tratamiento de Quitosan 10. Estadísticamente no existe diferencia significativa entre el Testigo y el tratamiento con Quitosan 10.

**Galato de procianidina.** Se aprecia una marcada disminución en el contenido de Galato de Procianidina con el tratamiento de Gelatina 7,5 (Cuadro 13). Estadísticamente existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos clarificantes de gelatina y albúmina en ambas dosis.

**(-) Epicatequina.** Existe una marcada disminución en el contenido de (-) Epicatequina nuevamente con el tratamiento de Gelatina 7,5, seguido Gelatina 15 (Cuadro 13). Esto coincide con los resultados obtenidos sobre la concentración de ácido gálico y (+) Catequina; debido a que el quitosano (ambas dosis) y Albúmina 20 son los que tienen el menor efecto sobre la disminución en la concentración de (-) Epicatequina. Los galatos de (+) Catequina y (-) Epicatequina al hidrolizarse hacen aumentar la concentración de ácido gálico, según lo expuesto por Singleton y Trousdale (1983), por lo tanto al no disminuir la concentración de (-) Epicatequina no se disminuye el amargor en el vino. No existe diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento de Quitosan 6, Quitosan 10 y Albumina 20.

**Ácido *p*-cumárico.** Se observa en el Cuadro 13, una mayor disminución en el contenido del ácido *p*-cumárico con el tratamiento de Gelatina 7,5, seguido por Albúmina 20. No existe diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento clarificante de Quitosan 6, pero sí existe con el resto de los clarificantes.

**Quercetina glicósido.** El mayor efecto sobre el contenido de quercetina en el vino tratado, según el Cuadro 13, se logra con el tratamiento de Gelatina 7,5. No hay diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos con Quitosan 6, Quitosan 10 y Albúmina 20, pero sí con el resto de los tratamientos clarificantes.

**Triptofol.** Existe una marcada disminución del contenido de triptofol con el tratamiento con Quitosan 6, seguido de Quitosan 10 (Cuadro 13). Existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos clarificantes de quitosano, también existe diferencia significativa entre ambas dosis de estos tratamientos.

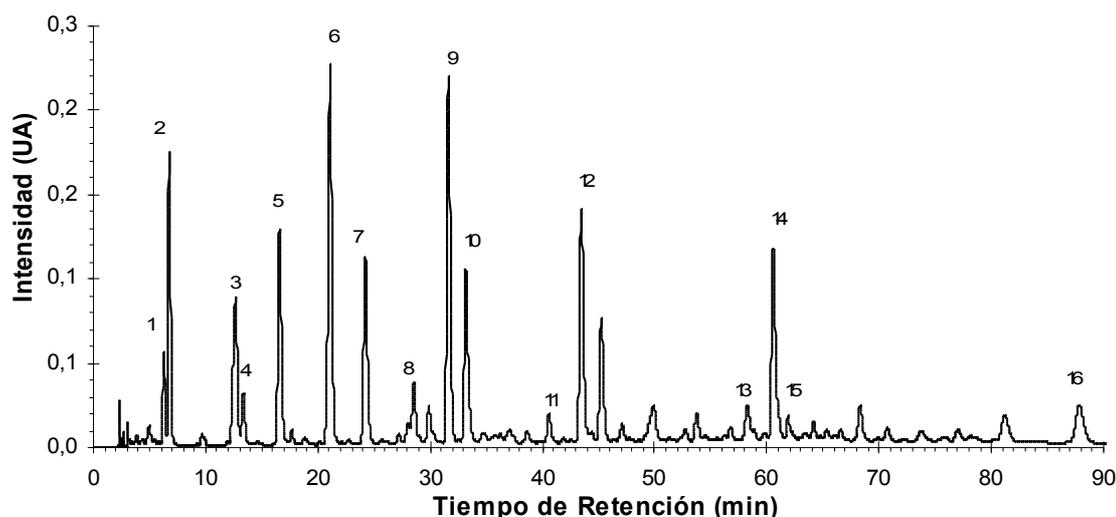
**Quercetina glicósido.** Se logra una pequeña disminución en el contenido de este compuesto glicósido en el vino tratado con el tratamiento de Gelatina 7,5, seguido de Gelatina 15 (Cuadro 13), pero esta disminución no es estadísticamente significativa.

***p*-Triptofol.** Sólo se puede observar una pequeña disminución del contenido de este compuesto con los tratamientos de Quitosan 6 y Gelatina 7,5 (Cuadro 13). Esta disminución no es significativa, entre el testigo y los tratamientos clarificantes, como tampoco se observa diferencia entre ambas dosis de cada tratamiento.

**Flavonol glucósido.** El total efecto sobre el contenido de quercetina en el vino tratado se logra con los tratamientos de quitosano y albúmina en ambas dosis (Cuadro 13). No hay diferencias significativas entre el testigo y el tratamiento de Gelatina 7,5.

## **Chardonnay**

En la Figura 4 se presenta el cromatograma obtenido por HPLC de los extractos del vino Chardonnay, en el cual se señalan los compuestos identificados en este trabajo.



**Figura 4.** Cromatograma tipo de una muestra de vino Chardonnay (tratamiento testigo).

**Cuadro 14.** Compuestos fenólicos identificados en el vino Chardonnay, tratado con los diferentes productos clarificantes.

Número	Compuesto	Número	Compuesto
1	Ácido Gálico	11	(-) Epicatequina
2	Compuesto B	12	Ácido <i>p</i> -Cumárico
3	Ácido Protocatéuico	13	Triptofol
4	Galato de Procianidina	14	Compuesto E
5	Ácido Caftárico	15	Quercetina glicósido
6	Compuesto C	16	Compuesto F
7	Ácido Cutárico		
8	(+) Catequina		
9	Ácido Caféico		
10	Compuesto D		

En el análisis por HPLC se observó en todas las muestras del vino Chardonnay la presencia de unos compuestos designados como **B**, **C**, **D**, **E** y **F**, los cuales no fue posible identificar. Sus espectros de absorción UV, se presentan en el Anexo 2, Figuras 8, 9, 10, 11 y 12.

En el Cuadro 15 se presentan los diferentes compuestos detectados e identificados en el vino con los diferentes tratamientos clarificantes, incluyendo también un testigo sin clarificar. La mayor dispersión de las muestras se encontró en el tratamiento de Ictiocola 1,5 para el compuesto ácido caféico.

**Cuadro 15.** Valores promedios y desviación estándar (DS) de los análisis fenólicos pormenorizados del vino Chardonnay.

	Testigo	Bentonita 40	Bentonita 70	Quitosan 4	Quitosan 8	Ictiocola 1,5	Ictiocola 3,0
Ácido Gálico	0,29	0,19	0,22	0,3	0,26	0,20	0,21
DS	0,02	0,05	0,03	0,03	0,02	0,09	0,11
Compuesto B	1,72	1,23	1,31	1,71	1,64	0,77	1,59
DS	0,2	0,21	0,3	0,09	0,08	0,39	0,35
Ácido Protocatéquico	1,61	1,3	1,42	1,59	1,54	0,71	1,58
DS	0,1	0,53	0,16	0,08	0,13	0,46	0,23
Galato de Procianidina	0,21	0,15	0,19	0,20	0,21	0,07	0
DS	0,02	0,11	0,02	0,01	0,02	0,06	0
Ácido Caftárico	1,66	1,29	1,21	1,46	1,33	0,90	0,79
DS	0,31	0,3	0,21	0,05	0,07	0,41	0,17
Compuesto C	1,85	1,52	1,45	1,78	1,58	1,01	1,1
DS	0,21	0,39	0,16	0,06	0,13	0,47	0,31
Ácido Cutárico	1,09	0,88	0,83	1,03	0,9	0	0
DS	0,09	0,2	0,12	0,05	0,08	0	0
(+) Catequina	1,24	0,9	1,16	1,12	1,04	0,42	1,05
DS	0,17	0,28	0,21	0,07	0,09	0,17	0,15
Ácido Caféico	0,3	0,29	0,22	0,29	0,27	0,22	0,22
DS	0,49	0,52	0,21	0,07	0,13	0,78	1,03
Compuesto D	1,78	1,5	1,34	1,74	1,51	0,85	1,3
DS	0,05	0,44	0,11	0,27	0,29	0,44	0,21
(-) Epicatequina	0,31	0,28	0,21	0,28	0,26	0,11	0,19
DS	0,04	0,07	0,03	0,02	0,01	0,09	0,01
Ácido p-Cumárico	1,26	1,06	0,93	1,14	1,01	0,82	1,1
DS	0,18	0,23	0,12	0,06	0,06	0,49	0,1
Triptofol	0,48	0,32	0,4	0,47	0,41	0,47	0,47
DS	0,15	0,06	0,03	0,02	0,03	0,13	0,03
Compuesto E	1,82	1,33	1,27	1,38	1,29	0,82	0,64
DS	0,21	0,38	0,15	0,05	0,13	0,45	0,06
Quercetina glicósido	0,62	0,5	0,55	0,62	0,52	0,19	0
DS	0,11	0,16	0,36	0,07	0,07	0,11	0
Compuesto F	2,63	1,99	1,82	2,19	2,01	0	0
DS	0,41	0,5	0,18	0,02	0,16	0	0

**Cuadro 16.** Variación porcentual de la composición fenólica pormenorizada de los tratamientos clarificantes en el vino del c.v. Chardonnay, en comparación con el testigo sin tratamiento clarificante.

	Testigo	Bentonita 40	Bentonita 70	Quitosan 4	Quitosan 8	Ictiocola 1,5	Ictiocola 3,0
Ácido Gálico	100a	67a	77a	100a	88a	69a	72a
Compuesto B	100a	71d	76b	99a	96a	45c	92 <sup>a</sup>
Ácido Protocatéquico	100a	81a	88a	99a	96a	44b	99a
Galato de Procianidina	100a	74a	90a	95a	100a	34a	0a
Ácido Caftárico	100a	78abc	73bcd	88ab	80ab	54cd	48d
Compuesto C	100a	82ab	78b	97ab	86ab	55c	59c

Ácido Cutárico	100a	81bc	77c	95ab	82bc	0d	0d
(+) Catequina	100a	73a	93a	91a	84a	34b	85a
Ácido Caféico	100a	99a	73a	97a	92a	75a	67a
Compuesto D	100a	85a	75ab	98a	85a	48b	73ab
(-) Epicatequina	100a	89ab	68b	89ab	83ab	37c	62bc
Ácido <i>p</i> -Cumárico	100a	84a	74a	91a	81a	65a	88a
Triptofol	100a	66a	83a	97a	86a	99a	97a
Compuesto E	100a	73b	70b	76ab	71b	45c	35c
Quercetina glicósido	100a	81a	89a	98a	83a	31b	0b
Compuesto F	100a	76ab	69ab	83ab	76ab	0b	0b

Columnas con letras iguales no difieren estadísticamente a un nivel de significancia del 5%.

**Ácido gálico.** Disminuyó ligeramente por los tratamientos con Ictiocola 1,5 y Bentonita 40, y en menor medida con los de Ictiocola 3 y Bentonita 70. Además se puede observar que el tratamiento con Quitosan 4 no muestra efecto sobre el contenido de ácido gálico (Cuadro 16). No se aprecian diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos en sus diferentes dosis, tampoco entre tratamientos.

**Compuesto B.** En el Cuadro 16 se aprecia una marcada disminución en el contenido del Compuesto B, con el tratamiento de Ictiocola 1,5, seguido de los tratamientos con Bentonita 40 y 70. Se puede apreciar que con el tratamiento de Quitosan 4 no se logra una disminución en el contenido del Compuesto B en el vino tratado. Existe diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento con Ictiocola 1,5; Bentonita 40 y Bentonita 70.

**Ácido protocatéquico.** Según el Cuadro 16, se ve afectado principalmente por la acción del tratamiento con Ictiocola 1,5. El tratamiento con Ictiocola 3 y con Quitosan 4 no presentan efecto sobre el contenido del ácido protocatéquico. Existe diferencia significativa solamente entre el testigo y el tratamiento con Ictiocola 1,5.

**Galato de procianidina.** Este corresponde a una procianidina unida al ácido gálico. Al observar el Cuadro 16 se aprecia que el tratamiento con ictiocola ejerce una disminución notable de este compuesto en el vino. El tratamiento Ictiocola 3 ejerce un efecto muy drástico sobre el contenido de galato de procianidina, seguido de Ictiocola 1,5. Este efecto tan drástico estaría relacionado con una disminución del amargor y astringencia de los vinos. Existe diferencia significativa entre el testigo y ambos tratamientos con ictiocola, pero esta diferencia no se aprecia entre ambas dosis de cada tratamiento.

**Ácido caftárico.** Se puede apreciar que el tratamiento con Ictiocola 3 es el que realiza la mayor acción sobre el ácido caftárico, logrando una gran disminución de este compuesto en el vino tratado (Cuadro 16). Y el menor efecto se aprecia con el tratamiento con Quitosan 4, lo que indicaría que de existir las condiciones apropiadas, su potencial de pardeamiento es superior al de los vinos tratados con los otros clarificantes. Existe diferencia significativa entre el testigo, los tratamientos con ictiocola y Bentonita 70. Entre ambas dosis de cada tratamiento clarificante no existen diferencias significativas.

**Compuesto C.** El tratamiento de Ictiocola 1,5 y luego el de Ictiocola 3 son los que logran una mayor disminución en el contenido del Compuesto C, y la menor disminución se aprecia con los tratamientos de Quitosan 4, seguido por el tratamiento con Quitosan 8 (Cuadro 16). Nuevamente se aprecia diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos con Ictiocola 1,5 e Ictiocola 3. No observándose diferencia significativa entre ambas dosis de cada tratamiento.

**Ácido cutárico.** El ácido cutárico, al igual que el ácido caftárico, es un ácido hidroxicinámico que se encuentra en las vacuolas de las células del hollejo y de la pulpa, bajo la forma de ésteres tartáricos y que participa en reacciones de pardeamiento de los vinos blancos. Los tratamientos con Ictiocola 1,5 y 3,0 ejercen un efecto total sobre los contenidos de ácido cutárico presentes en el vino tratado, (Cuadro 16), llevando sus niveles a cero. El menor efecto se observó con el tratamiento de Quitosan 4. En el cual existen diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos de Bentonita 40 y 70, con ambas dosis de ictiocola y Quitosan 8. Nuevamente no se presentan diferencias significativas entre ambas dosis de cada tratamiento.

**(+) Catequina.** Según Muñoz (2002), para el caso de los vinos tintos, (+) catequina y (-) epicatequina, son compuestos de vital importancia para la estabilización del color por su unión con los antocianos, por lo que los vinos con mayores concentraciones de estos compuestos, podrían tener una mejor evolución de su coloración una vez embotellados. La menor concentración de (+) Catequina se logra con el tratamiento de Ictiocola 1,5 (Cuadro 16). El menor efecto se aprecia con el tratamiento de Bentonita 70 y Quitosan 4. Existe diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento de Ictiocola 1,5.

**Ácido caféico.** Es posible apreciar (Cuadro 16), una disminución en el contenido de ácido caféico en los tratamientos con Bentonita 70 e Ictiocola 3, pero no existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos, al igual que entre estos.

**Compuesto D.** Como muestra el Cuadro 16 el contenido del Compuesto D se ve afectado principalmente por la acción del tratamiento con Ictiocola 1,5; también tiene efecto Ictiocola 3 pero en menor medida. El tratamiento con Quitosan 4 no tiene efecto sobre el contenido del compuesto D en el vino tratado. Existe diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento con Ictiocola 1,5.

**(-) Epicatequina.** En el Cuadro 16 se aprecia una marcada disminución en el contenido (-) Epicatequina con el tratamiento de Ictiocola 1,5; seguido de los tratamientos de Ictiocola 3 y luego Bentonita 70. Al igual como ya se ha observado con los anteriores compuestos, Quitosan 4 es el tratamiento que presenta el menor arrastre del contenido de (-) epicatequina. Existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos de Ictiocola 1,5, Ictiocola 3 y Bentonita 70. La disminución de este compuesto en los vinos blancos implica menor astringencia, amargor y propensión a pardeamiento.

**Ácido *p*-cumárico.** Se observa una leve disminución, pero no significativa, en el contenido de este ácido con el tratamiento de Ictiocola 1,5, seguido por Bentonita 70 (Cuadro 16). El menor efecto se aprecia con el tratamiento Quitosan 4 e Ictiocola 3, pero no existe diferencia significativa entre el testigo y los diferentes tratamientos clarificantes, tampoco existe entre las diferentes dosis de cada tratamiento.

**Triptofol.** Se aprecia una disminución del contenido de este compuesto con el tratamiento de Bentonita 40, seguido de Bentonita 70 (Cuadro 16). El triptofol es un compuesto secundario de la fermentación alcohólica y proveniente de la transformación del aminoácido triptófano, debido al metabolismo de las levaduras presentes durante la fermentación y que aportaría al amargor del vino al actuar en forma sinérgica con otros compuestos, según lo expuesto por Cheynier *et al.* (2000). No se aprecia efecto con los tratamientos de Ictiocola 1,5 y 3, y Quitosan 4. No existe diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos clarificantes, tampoco entre ambas dosis de cada tratamiento.

**Compuesto E.** En el Cuadro 16 se aprecia una marcada disminución en el contenido del compuesto E con los tratamientos de Ictiocola 3 seguido de Ictiocola 1,5. La menor afinidad y por lo tanto disminución se observa con el tratamiento de Quitosan 4. Existe diferencia significativa entre el testigo y todos los tratamientos clarificantes, a excepción de Quitosan 4.

**Quercetina glicósido.** El mayor efecto sobre el contenido de este compuesto en el vino tratado se logra con el tratamiento de Ictiocola 3, seguido de Ictiocola 1,5 (Cuadro 16). Esto coincide con la disminución en la intensidad colorante provocada por este clarificante ya que este compuesto es uno de los responsables del color amarillo de los vinos blancos aunque también es responsable de las propiedades antioxidantes del vino benéficas para la salud humana, según lo expuesto por Flanzky (2000). El menor efecto sobre el contenido de quercetina glicósido se logra nuevamente con el tratamiento de Quitosan 4. Hay diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos con Ictiocola 1,5 y 3, pero no se observa diferencia significativa entre ambas dosis de cada tratamiento.

**Compuesto F.** El tratamiento con Ictiocola 1,5 y 3 logran un efecto total sobre el contenido del compuesto F en el vino tratado, disminuyendo su contenido en su totalidad (Cuadro 16). Hay diferencia significativa entre el testigo y los tratamientos con Ictiocola 1,5 e Ictiocola 3; no presentándose diferencia significativa entre ambas dosis de cada tratamiento clarificante.

#### **Relación entre la totalidad de las variables pormenorizadas estudiadas en el vino y los tratamientos clarificantes**

En el análisis discriminante de las variables pormenorizadas estudiadas, no se eligieron todos los tratamientos clarificantes debido a que el análisis no discriminaba por lo tanto se eligieron los tratamientos de gelatina y quitosano (en ambas dosis), para el vino Cabernet Sauvignon, y quitosano e ictiocola (también en ambas dosis), para el vino Chardonnay.

## Cabernet Sauvignon

Los valores de los distintos análisis realizados se estudiaron mediante análisis discriminante, para determinar si se podían diferenciar los diversos tratamientos a partir de la composición pormenorizada de los polifenoles. Para ello se creó la variable cualitativa “tratamiento”, frente a la cual se realiza dicho análisis. Esta variable cualitativa presenta los siguientes niveles:

Gelatina 7,5 g/hL (gel 7,5) :1

Gelatina 15 g/hL (gel 15) :2

Quitosan 6 g/hL (quit 6) :3

Quitosan 10 g/hL (quit 10) :4

Las 7 variables cuantitativas utilizadas fueron ácido gálico, protocatéquico, ácido caftárico, galato de procianidina, tirosol, ácido cutárico, (+) catequina. Estas dan lugar a 3 funciones discriminantes que aparecen ordenadas de acuerdo con su valor específico en la primera columna del Cuadro 17.

En este caso, las 2 primeras funciones discriminantes tienen un nivel de significación superior al 95% ( $p < 0,05$ ).

**Cuadro 17.** Análisis discriminante de los compuestos fenólicos pormenorizados de un vino Cabernet Sauvignon con 2 diferentes tratamientos clarificantes

Función discriminante	Valor específico	Porcentaje relativo	Correlación canónica	
1	1445,41016	97,813	0,99965423	
2	26,139114	1,768	0,98140347	
3	6,17714643	0,4180	0,92772239	

Funciones derivadas	Wilks-Lambda	Chi-cuadrado	GL	p
0	3,5494E-06	69,017952	21	5,1457E-07
1	0,00513396	28,9953289	12	0,00395791
2	0,13933115	10,8399601	5	0,05467497

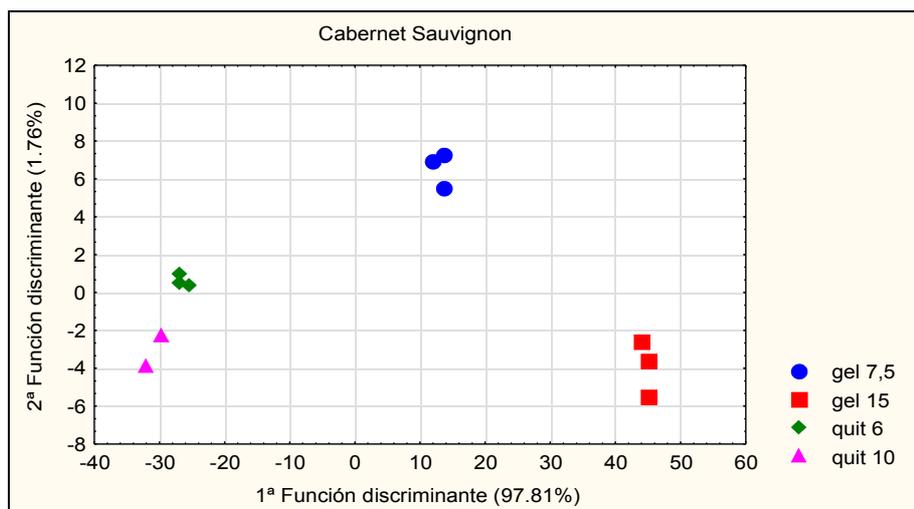
El modelo de análisis discriminante permite clasificar las muestras con un 100% de acierto. Este alto porcentaje confirma que las muestras de vinos con distintos tratamientos clarificantes se pueden diferenciar a partir de los datos porcentuales obtenidos de las concentraciones de los compuestos fenólicos pormenorizados estudiados (Cuadro 18).

**Cuadro 18.** Clasificación de las muestras de un vino Cabernet Sauvignon, de acuerdo a las funciones discriminantes obtenidas.

	Porcentaje Correcto	Gelatina 7.5 p=.25000	Gelatina 15 p=.25000	Quitosan 6 p=.25000	Quitosan 10 p=.25000
Gel 7,5	100	3	0	0	0
Gel 15	100	0	3	0	0
Quit 6	100	0	0	3	0
Quit 10	100	0	0	0	3
Total	100	3	3	3	3

La primera función discriminante explica el 97,81% de las diferencias presentes en las muestras, y la segunda función discriminante explica el 1,76% (Porcentajes relativos). Por lo tanto, si se representan ambas funciones discriminantes es posible apreciar el 99,57% de la variabilidad de las muestras. En la Figura 5 se representan las muestras de cada tratamiento respecto a estas dos primeras funciones discriminantes. Se puede apreciar que la primera función discriminante separa las muestras por tipo de tratamiento clarificante. La segunda función discriminante, separa las muestras por nivel de dosis de los productos clarificantes (alta y baja).

La primera función discriminante está principalmente influenciada por el contenido de ácido gálico, y en segundo lugar por el contenido de ácido caftárico del vino, por lo que separa las muestras en función de estas variables. Por su parte la segunda función discrimina esencialmente en relación al contenido de ácido caftárico y en segundo lugar por el contenido de ácido gálico del vino estudiado (Anexo 4, Cuadro 31).



**Figura 5.** Representación de las muestras frente a las dos primeras funciones discriminantes obtenidas en el análisis pormenorizado de los compuestos fenólicos de un vino del c.v. Cabernet Sauvignon tratado con dos diferentes clarificantes, cada uno con dos diferentes dosis.

También se puede observar que cada uno de los tratamientos presenta una individualización bastante clara, incluso existe una superposición de dos muestras del tratamiento Quitosan 10.

Se observa que en relación a la primera función discriminante se separan tres grupos de tratamientos para dicha función, dos grupos constituidos por las muestras de los tratamientos Gelatina 15 y Gelatina 7,5 respectivamente; y un tercer grupo constituido por las muestras de los tratamientos Gelatina 7,5 y Quitosan 10. Para la segunda función discriminante se separan tres grupos de tratamientos, el primero constituido por las muestras de los tratamientos Gelatina 15 y Quitosan 10, y los segundos y terceros grupos constituidos por las muestras de los tratamientos Quitosan 6 y Gelatina 7,5 respectivamente.

En consecuencia, la composición fenólica pormenorizada estudiada en los vinos, permite diferenciar distintos tratamientos clarificantes

### **Chardonnay**

Los valores de los distintos análisis realizados se estudiaron mediante análisis discriminante, para determinar si se podían diferenciar los diversos tratamientos a partir de la composición pormenorizada de los polifenoles. En esta ocasión la variable cualitativa presenta los siguientes niveles para cada tratamiento:

Quitosan 4 g/hL (quit 4) :1

Quitosan 8 g/hL (quit 8) :2

Ictiocola 1,5 g/hL (ictio 1,5) :3

Ictiocola 3 g/hL (ictio 3) :4

Las 8 variables cuantitativas utilizadas fueron ácido gálico, compuesto B, ácido protocatéquico, galato de procianidina, ácido caftárico, compuesto C, ácido cutárico, (+) catequina. Estas dan lugar a 3 funciones discriminantes que aparecen ordenadas de acuerdo con su valor específico en la primera columna del Cuadro 19.

En este caso, las 2 primeras funciones discriminantes tienen un nivel de significación superior al 95% ( $p < 0,05$ ).

**Cuadro 19.** Análisis discriminante de los compuestos fenólicos pormenorizados de un vino Chardonnay con 2 diferentes tratamientos clarificantes.

Función discriminante	Valor específico	Porcentaje relativo	Correlación canónica	
1	650,538452	87,39	0,99923229	
2	93,624321	12,58	0,99470192	
3	0,29359946	0,03	0,47640654	

Funciones derivadas	Wilks-Lambda	Chi-cuadrado	GL	p
0	1,2539E-05	56,4333992	24	0,00020192
1	0,00816954	24,0367165	14	0,04541373
2	0,77303684	1,28714287	6	0,97235894

En este caso, nuevamente, el modelo de análisis discriminante permite clasificar las muestras con un 100% de acierto. Este alto porcentaje confirma que las muestras de vinos con distintos tratamientos clarificantes se pueden diferenciar a partir de los datos porcentuales obtenidos de las concentraciones de los compuestos fenólicos pormenorizados estudiados (Cuadro 20).

**Cuadro 20.** Clasificación de las muestras de un vino Chardonnay, de acuerdo a las funciones discriminantes obtenidas.

	Porcentaje correcto	Quitosan 4 p=.25000	Quitosan 8 p=.25000	Ictiocola 1,5 p=.25000	Ictiocola 3 p=.25000
Quit 4	100	3	0	0	0
Quit 8	100	0	3	0	0
Ictio 1,5	100	0	0	3	0
Ictio 3	100	0	0	0	3

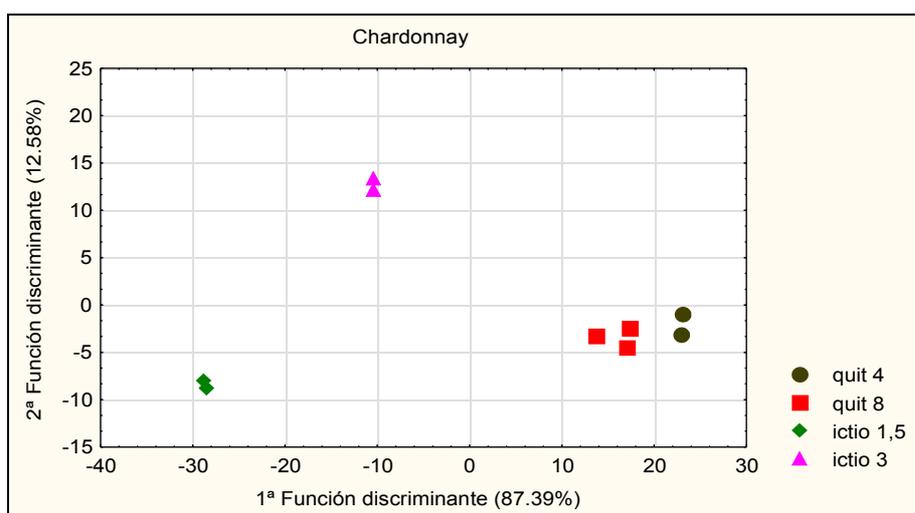
---

Total	100	3	3	3	3
-------	-----	---	---	---	---

---

La primera función discriminante explica el 87,39% de las diferencias presentes en las muestras, y la segunda función discriminante explica el 12,58% (Porcentajes relativos). Por lo tanto, si se representan ambas funciones discriminantes es posible apreciar el 99,97% de la variabilidad de las muestras. En la Figura 6 se representan las muestras de cada tratamiento respecto a estas dos primeras funciones discriminantes. Se puede observar que la primera función discriminante separa las muestras por tipo de tratamiento clarificante. La segunda función discriminante separa al tratamiento de Ictiocola 3 del resto de las muestras.

La primera función discriminante está principalmente influenciada por el contenido de galato de procianidina y en segundo lugar por el contenido de ácido caftárico del vino. Por su parte la segunda función, discrimina también por el contenido de galato de procianidina y en segundo lugar por el contenido de ácido caftárico presente en el vino estudiado. También se puede observar que cada uno de los tratamientos presenta una individualización bastante clara, incluso existe una superposición de dos muestras del tratamiento Ictiocola 3 (Anexo 4, Cuadro 32).



**Figura 6.** Representación de las muestras frente a las dos primeras funciones discriminantes obtenidas en el análisis pormenorizado de los compuestos fenólicos de un vino del c.v. Chardonnay tratado con dos diferentes clarificantes, cada uno con dos diferentes dosis.

Se observa en relación a la primera función discriminante la presencia de grupos de tratamientos, Quitosan 4, Quitosan 8, Ictiocola 3 e Ictiocola 1,5. Para la segunda función discriminante, se observan tres grupos de tratamientos, el primero constituido por las muestras del tratamiento Ictiocola 1,5, el segundo compuesto por Quitosan 4 y Quitosan 8; y un tercer grupo constituido por las muestras del tratamiento de Ictiocola 3.

En consecuencia, la composición fenólica pormenorizada estudiada en los vinos, permite diferenciar distintos tratamientos clarificantes.

Es fundamental conocer la acción que tienen los distintos agentes clarificantes, sobre los compuestos presentes en el vino, para decidir en forma correcta que tratamiento utilizar según el producto que se desee obtener. Para lo anterior, en el proceso de elaboración del vino es recomendable realizar ensayos a escala en el laboratorio, utilizando diferentes tratamientos clarificantes y dosis, para poder tomar la decisión correcta de cual es el tratamiento que mejor ayudará a la obtención del vino que se busca como producto final.

## Análisis sensorial

### Cabernet Sauvignon

#### Calidad organoléptica

**Cuadro 21.** Promedios del Análisis sensorial de los parámetros visuales.

	Test	Quit 6	Quit 10	Gel 7,5	Gel 15	Alb 10	Alb 20
Limpidez de color	11,04a	11,25a	11,36a	11,15a	11,49a	11,47a	11,22a
Intensidad de color	11,98a	11,23a	11,68a	11,35a	11,68a	11,57a	11,10a*

(\* Promedios seguidos de letras iguales en las columnas no difieren significativamente ( $p < 0.05$ )).

**Plano visual.** Como se observa en el Cuadro 21, se analizaron 2 parámetros de interés visual para cada tratamiento clarificante incluyendo también un testigo, estos son: limpidez e intensidad de color.

Para los parámetros de Limpidez e Intensidad de color los evaluadores no observaron diferencias significativas entre los tratamientos. En cuanto a la Limpidez de color el puntaje promedio máximo lo obtuvo el tratamiento Gelatina 15 y el más bajo fue el tratamiento Testigo, ambos calificados de muy bueno. En cuanto al parámetro Intensidad de color el puntaje promedio máximo lo obtuvo el Testigo, lo cual corresponde a excelente, y el que

obtuvo el menor puntaje fue Albúmina 20 lo cual corresponde a muy bueno. (Anexo 5, Tabla 1).

**Cuadro 22.** Promedios del Análisis sensorial de los parámetros olfativos.

	Test	Quit 6	Quit 10	Gel 7,5	Gel 15	Alb 10	Alb 20
<b>Franqueza</b>		10.0			10.		
<b>de aroma</b>	10.61a	5a	9.88a	10.49a	69a	10.13a	10.03a
<b>Intensidad</b>							
<b>de aroma</b>	10.62a	9.47a	9.18a	10.11a	10.10a	10.05a	9.88a
<b>Aroma</b>	10.49a	9.73a	9.01a	10.51a	10.43a	9.54a	9.73a*

(\* Promedios seguidos de letras iguales en las columnas no difieren significativamente ( $p < 0.05$ )).

**Plano olfativo.** Como se observa en el Cuadro 22, fueron 3 los parámetros utilizados para describir las características olfativas de los vinos. En estos los evaluadores no encontraron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos clarificantes, y tampoco entre estos últimos.

En cuanto a la franqueza de aroma el puntaje promedio máximo lo obtuvo el tratamiento Gelatina 15, en cambio el con menor puntaje fue el tratamiento de Quitosan 10, ambos calificados de bueno. En cuanto al parámetro Intensidad de aroma el puntaje promedio máximo lo obtuvo el Testigo, lo cual corresponde a bueno, y el que obtuvo el menor puntaje fue Quitosan 10 lo cual corresponde a suficiente. Por último en Aroma el mejor puntaje también fue obtenido por Gelatina 7,5 con una calificación de bueno, y el menor puntuado fue Quitosan 10 siendo calificado de suficiente (Anexo 5, Tabla 2).

**Cuadro 23.** Promedios del Análisis sensorial de los parámetros gustativos.

	Test	Quit 6	Quit 10	Gel 7,5	Gel 15	Alb 10	Alb 20
<b>Franqueza al paladar</b>	9.59a	9.52a	9.51a	7.96a	9.00a	9.34a	9.36a
<b>Intensidad al paladar</b>	9.51a	9.83a	9.62a	9.38a	9.93a	8.95a	10.38a
<b>Acidez</b>	8.04a	7.03a	6.53a	7.38a	8.34a	7.83a	8.36a
<b>Intensidad de amargor</b>	5.80a	6.56a	7.55a	7.32a	6.84a	7.08a	6.72a
<b>Astringencia</b>	9.94a	9.33a	8.86a	10.12a	9.66a	10.18a	10.17a
<b>Cuerpo</b>	9.71a	9.92a	8.78a	9.68a	9.64a	9.04a	8.70a
<b>Armonía</b>	8.85a	9.97a	9.03a	8.97a	8.07a	8.43a	8.44a
<b>Persistencia</b>	9.63a	10.25a	9.40a	9.05a	9.28a	9.42a	8.81a
<b>Sensación final</b>	9.81a	9.62a	8.84a	9.38a	9.78a	9.03a	9.09a*

(\* Promedios seguidos de letras iguales en las columnas no difieren significativamente ( $p < 0.05$ )).

**Plano gustativo.** Como se observa en el Cuadro 23, se analizaron 9 parámetros de interés gustativo para cada tratamiento clarificante incluyendo también un testigo, estos son: franqueza e intensidad al paladar, acidez, intensidad de amargor, astringencia, cuerpo, armonía, persistencia y sensación final.

Los evaluadores no observaron diferencias significativas entre el testigo y los diferentes tratamientos clarificantes, en ninguno de los 9 parámetros estudiados.

En cuanto a la Franqueza al paladar el puntaje promedio máximo lo obtuvo el tratamiento Testigo, calificado como bueno; y el con menor puntaje fue Gelatina 7,5 y es suficiente. Para la Intensidad al paladar el promedio máximo lo obtuvo Albúmina 20,

calificado de bueno, y el con más bajo puntaje Albúmina 10, calificado de suficiente. En cuanto al parámetro de Acidez, Albúmina 20 obtuvo el puntaje promedio máximo, lo cual corresponde a suficiente, y el que obtuvo el menor puntaje fue Quitosan 10 lo cual corresponde a insuficiente. En el parámetro de Intensidad de amargor el mayor puntaje lo obtuvo el tratamiento de Quitosan 10, lo que se califica como suficiente, en cambio el menor puntaje lo obtuvo el Testigo lo cual es insuficiente. Para la Astringencia el puntaje máximo lo obtuvo Albúmina 10, esto correspondiendo a bueno, y el más bajo puntaje lo obtuvo Quitosan 10 lo cual califica como suficiente. En Cuerpo el mejor puntaje lo obtuvo Quitosan 6 lo que es calificado como bueno, y el menor puntaje lo obtuvo Albúmina 20 que es suficiente. Para los parámetros de Armonía y Persistencia el mejor puntaje lo obtuvo el tratamiento de Quitosan 6, lo que es bueno; el más bajo puntaje para Armonía fue Gelatina 15 y para la Persistencia fue Albúmina 20, ambos calificados de suficiente. En la Sensación final el puntaje máximo lo obtuvo el Testigo, calificado de bueno, en cambio el más bajo puntaje lo obtuvo Quitosan 10 calificado de suficiente (Anexo 5, Tabla 2).

Los resultados indicarían que no obstante los tratamientos ejercen un efecto sobre variables químicas y físicas en mayor o menor medida, no son tan drásticos los cambios como para ser percibidos sensorialmente.

## Aceptabilidad

**Cuadro 24.** Promedios de Aceptabilidad.

	Test	Quit 6	Quit 10	Gel 7,5	Gel 15	Alb 10	Alb 20
<b>Agrado</b>							
<b>general</b>	9.98a	10.04a	8.88a	9.46a	10.24a	8.70a	9.33a*

(\* Promedios seguidos de letras iguales en las columnas no difieren significativamente ( $p < 0.05$ )).

En el Cuadro 24 se observa la aceptabilidad que tuvieron los vinos del c.v. Cabernet Sauvignon frente a un panel entrenado de evaluadores. De acuerdo a los resultados entregados por el panel, no se observaron diferencias significativas de aceptabilidad entre los 7 tratamientos.

Finalmente, el puntaje máximo de Aceptabilidad obtenido fue para el tratamiento de Gelatina 15, en cambio el más bajo evaluado fue Albúmina 10, ambos calificados dentro de la zona de Aceptación (Anexo 5, Tabla 3). Los resultados indicarían que no obstante los tratamientos ejercen un efecto sobre variables químicas y físicas en mayor o menor medida, no son tan drásticos los cambios como para ser percibidos sensorialmente.

## Chardonnay

### Calidad organoléptica

**Cuadro 25.** Promedios del Análisis sensorial de los parámetros visuales

	Test	bent 40	bent 70	quit 4	quit 8	ictio 1,5	ictio 3
Limpidez de			10.	10.23			
color	10.47ab	10.68a	37ab	ab	9.18ab	8.89b	9.42ab
Intensidad de							
color	10.52a	10.13a	10.52a	10.58a	10.90a	9.53a	10.1a*

. (\* Promedios seguidos de letras iguales en las columnas no difieren significativamente ( $p < 0.05$ )).

**Plano visual.** Como se observa en el Cuadro 25, se analizaron 2 parámetros de interés visual para cada tratamiento clarificante incluyendo también un testigo, estos son: limpidez e intensidad de color.

Para el parámetro de limpidez de color los evaluadores observaron diferencias significativas entre los tratamientos de Bentonita 40 e Ictiocola 1,5, siendo estos últimos los que obtuvieron el más alto y más bajo puntaje respectivamente, ambos calificados de bueno. En cuanto al parámetro Intensidad de color no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo Quitosan 8 el que obtuvo el puntaje máximo e Ictiocola 1,5 el mínimo, pero ambos corresponden a la calificación de muy bueno. (Anexo 5, Tabla 1).

**Cuadro 26** Promedios del Análisis sensorial de los parámetros olfativos.

	Test	bent 40	bent 70	quit 4	quit 8	ictio 1,5	ictio 3
Franqueza							
de aroma	10.42a	9.63a	7.73a	8.99a	8.05a	7.39a	8.20a
Intensidad	9.79a		7.10b	8.63ab	8.58ab	7.12b	8.17ab

<b>de aroma</b>		9.28ab					
<b>Aroma</b>	10.53a	9.35ab	7.99bc	8.53ab	7.27bc	6.19c	8.12b*

(\* Promedios seguidos de letras iguales en las columnas no difieren significativamente (p<0.05)).

**Plano olfativo.** Como se observa en el Cuadro 26, fueron 3 los parámetros utilizados para describir las características olfativas de los vinos. En el parámetro de Franqueza de aroma no se observaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. En la Intensidad de aroma se observaron diferencias significativas entre el tratamiento de Ictiocola 1,5 y Bentonita 70 con el Testigo. Por último en Aroma se observaron diferencias significativas entre el Testigo y los tratamientos de Bentonita 70, Quitosan 8, Ictiocola 1,5, e Ictiocola 3.

En cuanto a la Franqueza de aroma el puntaje promedio máximo lo obtuvo el tratamiento Testigo calificado como bueno, en cambio el con más bajo puntaje fue el tratamiento de Ictiocola 1,5 calificado de insuficiente. En cuanto al parámetro Intensidad de aroma el puntaje promedio máximo lo obtuvo el Testigo, lo cual corresponde a bueno, y el que obtuvo el menor puntaje fue Bentonita 70 lo cual corresponde a insuficiente. Por último en Aroma el mejor puntaje también fue obtenido por el Testigo con una calificación de bueno, y el más bajo puntaje lo obtuvo Ictiocola 1,5 siendo calificado de insuficiente. (Anexo 5, Tabla 2).

**Cuadro 27.** Promedios del Análisis sensorial de los parámetros gustativos.

	Test	bent 40	bent 70	quit 4	quit 8	ictio1,5	ictio 3
<b>Franqueza</b>							
<b>al paladar</b>	8.84a	8.61a	8.10a	7.84a	7.92a	7.54a	7.40a
<b>Intensidad</b>			8.09				
<b>al paladar</b>	9.69a	9.17a	ab	8.93a	8.78a	7.88ab	6.91b
<b>Acidez</b>	8.50a	8.93a	8.55a	8.92a	8.50a	7.87a	8.68a
<b>Intensidad</b>							
<b>de amargor</b>	6.71a	6.42a	6.05a	5.40a	5.86a	5.81a	8.18a
<b>Astringencia</b>	5.15a	5.61a	4.58a	5.48a	4.84a	4.36a	5.16a
<b>Cuerpo</b>	8.69a	7.66a	7.63a	7.86a	7.55a	6.33a	7.36a
<b>Armonía</b>	8.36a	8.73a	8.11a	8.23a	7.58a	7.03a	7.05a

<b>Persistencia</b>	9.23a	9.50a	7.29a	8.49a	8.38a	8.29a	8.34a
<b>Sensación</b>							
<b>final</b>	7.20a	9.66a	7.78a	8.81a	7.94a	7.16a	7.70a*

(\* Promedios seguidos de letras iguales en las columnas no difieren significativamente ( $p < 0.05$ )).

**Plano gustativo.** Como se observa en el Cuadro 27, se analizaron 9 parámetros de interés gustativo para cada tratamiento clarificante incluyendo también un Testigo, estos son: franqueza e intensidad al paladar, acidez, intensidad de amargor, astringencia, cuerpo, armonía, persistencia y sensación final.

Sólo para el parámetro de Intensidad al paladar los evaluadores observaron diferencias significativas entre el tratamiento de Ictiocola 3 con: Testigo, Bentonita 40, Quitosan 4, Quitosan 8, entre el resto de los parámetros gustativos no se observaron diferencias significativas.

En cuanto a la Franqueza e Intensidad al paladar el puntaje promedio máximo lo obtuvo el tratamiento Testigo, calificado como suficiente para la Franqueza y bueno para la Intensidad, el más bajo puntuado, para ambos también, fue el tratamiento de Ictiocola 3 calificado de insuficiente, (Anexo 5, Tabla 2). En cuanto al parámetro de Acidez, Bentonita 40 obtuvo el puntaje promedio máximo, y el mínimo lo obtuvo Ictiocola 1,5, ambos correspondiendo a una calificación de suficiente. En el parámetro de Intensidad de amargor el con mayor y menor puntaje fue Ictiocola 3 y Quitosan 4, calificados de suficiente e insuficiente respectivamente. Para la Astringencia el más alto puntaje fue para Bentonita 40 y el con menor Ictiocola 1,5, ambos calificados de Insuficiente. En Cuerpo el mejor puntaje lo obtuvo el Testigo lo que es suficiente, y el menor puntaje lo obtuvo Ictiocola 1,5 que es insuficiente. Para los parámetros de Armonía, Persistencia y Sensación final el mejor puntaje lo obtuvo el tratamiento de Bentonita 40, lo que es calificado de suficiente para el primer parámetro, y bueno para los dos últimos, el más bajo puntaje en cambio para la Armonía y la Sensación final lo obtuvo Ictiocola 1,5, y para la Persistencia lo obtuvo Bentonita 70, para los tres la calificación es de insuficiente.

## Aceptabilidad

**Cuadro 28.** Promedios de Aceptabilidad.

	Test	bent 40	bent 70	quit 4	quit 8	ictio 1,5	ictio 3
<b>Agrado</b>							
<b>general</b>	9.06a	9.28a	7.96a	9.17a	7.68a	6.93a	8.06a*

(\* Promedios seguidos de letras iguales en las columnas no difieren significativamente ( $p < 0.05$ )).

En el Cuadro 28 se observa la aceptabilidad que tuvieron los vinos del c.v. Chardonnay frente a un panel no entrenado de evaluadores. De acuerdo a los resultados entregados por el panel, no se encontraron diferencias significativas de aceptabilidad entre los 7 tratamientos.

Finalmente, el puntaje máximo de Aceptabilidad obtenido fue para el tratamiento de Bentonita 40 cuyo puntaje fue calificado dentro de la zona de aceptación. (Anexo 5, Tabla 3). En cambio el más bajo evaluado fue Ictiocola 1,5 calificado dentro de la zona de rechazo.

## CONCLUSIONES

Producto de los resultados del presente estudio es posible concluir que fue posible determinar que:

Los agentes clarificantes estudiados ejercen un efecto diferencial sobre la composición fenólica global y pormenorizada, así como sobre las características sensoriales de los vinos de los cultivares Cabernet Sauvignon y Chardonnay, utilizadas para este estudio.

Tanto en los vinos del c.v. Cabernet Sauvignon como en los del c.v. Chardonnay el quitosano, clarificante extraído del exoesqueleto de crustáceos oceánicos, disminuyó en forma considerable el índice de gelatina y por lo tanto la astringencia de los vinos, por lo que se podría considerar una buena alternativa si se busca este objetivo para clarificantes proteicos.

En el vino del c.v. Cabernet Sauvignon los tratamientos con quitosano fueron los que realizaron la mayor disminución del Índice de etanol, lo que indica que existe menor número de taninos combinados en el vino, que son los que ayudan a aumentar las sensaciones de volumen y carnosidad en la boca. Los tratamientos con gelatina disminuyeron considerablemente en su fracción fenólica pormenorizada. La albúmina disminuye principalmente los ácidos benzoicos, pero en general su comportamiento fue muy similar al presentado en los tratamientos con gelatina.

En el vino del c.v. Chardonnay, los tratamientos de bentonita disminuyeron considerablemente su contenido de taninos totales y de ácidos benzoicos en el vino. Los vinos

tratados con ictiocola fueron los que disminuyeron en mayor cantidad su fracción fenólica pormenorizada.

Por medio del análisis sensorial que se les realizó a los vinos del c.v. Cabernet Sauvignon, se obtuvo que en general los tratamientos mejor evaluados para los parámetros visuales y olfativos fue el tratamiento testigo seguido de la gelatina en ambas dosis, a esto se puede agregar que en la obtención de un color más limpio, todos los tratamientos clarificados obtuvieron mejor calificación en comparación con el testigo. En cambio en los parámetros gustativos fueron los tratamientos testigo, quitosano y albúmina mejor evaluados en comparación a los tratamientos con gelatina, pero en los tres parámetros no existen diferencias significativas entre los tratamientos. En el vino del c.v. Chardonnay los evaluadores calificaron con el mayor puntaje a los tratamientos testigo y bentonita, esta última en su dosis baja, esto se observó en la evaluación de los tres parámetros (visual, olfativo y gustativo), y uno de los que obtuvo la más baja calificación fue el tratamiento de ictiocola en su dosis mayor, ya que es el clarificante que ejerce la mayor acción sobre la fracción fenólica pormenorizada y por lo tanto sobre las características organolépticas del vino.

Con respecto a la aceptabilidad que obtuvieron los dos cultivares, el mejor calificado en Cabernet Sauvignon fue el tratamiento de gelatina en su dosis mayor, por lo tanto se podría decir que el panel entrenado dio mayor importancia a los parámetros visuales y olfativos en el momento de señalar su aceptación. Para Chardonnay fue Bentonita, también en su dosis mayor el tratamiento que obtuvo la mayor aceptación, esto se puede deber a su gran efecto en la disminución de los taninos y astringencia del vino.

El quitosano puede ser una alternativa a clarificantes proteicos, ya que en estos dos cultivares se logró una buena clarificación y un aporte sensorial importante. Pero aún se necesitan más estudios acerca del comportamiento del quitosano como clarificante, debido a que cada vino se comportará distinto frente a la aplicación de un producto, además dependerá de lo que el enólogo busca en el vino.

## LITERATURA CITADA

ARNELLO, C. 1991. Determinación de los polifenoles en el vino. *In: 4ta* jornada vitivinícola. Fundación Chile, Depto. Agroindustrial, Santiago, Chile: 218-225.

BATE-SMITH, E. 1981. Astringent tannins of the leaves of geranium species. *Phytochem.* 20, p. 211-216.

BORDEU; E. Y SCARPA, J. 2000. Análisis químico del vino. Textos universitarios. Facultad de Agronomía. Ediciones Universidad Católica de Chile. 253 p.

CHEYNIER, V., MOUTOUNET, M. Y SARNI-MACHADO, P. 2000. 2 Los compuestos fenólicos2 p.114-136. *In: "Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos"*. Ediciones Mundi-Prensa Madrid, España. 783p.

DE FREITAS, V., GLORIES, Y. and MONIQUE, A. 2000. Developmental Changes of Procyanidins in grapes of Red *Vitis vinifera* Varieties and Their Composition in Respective Wines. *American Journal Enology and Viticulture*, 51(4):397-403.

ESPINOZA, A. 1995. Tratamientos, clarificación y estabilización de vinos. *In: Producción y elaboración de vinos*. Fundación Chile, Santiago. 7 p.

FLANZY, C. 2000. "Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos". Ediciones Mundi-Prensa Madrid, España. 783 p.

FLEISHMANN, H. 2001. Determinación del efecto del uso de cuatro productos clarificantes sobre la composición fenólica de un vino del c.v. Carménère. Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 79p.

GARCIA-BARCELO, J. 1990. Técnicas analíticas para vinos, Ediciones FAB. Barcelona, España. 1713 p.

GLORIES, Y. 1978. Recherches sur la matière colorante des vins rouges. Thèse Doctorat en Sciences, Université de Bordeaux II, Francia. 364 p.

HERNANDEZ, A. y TIRADO, E. 1991. Polifenoles en la parra, *In*: Cuartas jornadas vitivinícolas. Fundación Chile, Depto. Agroindustria. Santiago, Chile: 164-182.

MEJIAS, J. 1996. Efectos de algunos clarificantes proteicos sobre los compuestos fenólicos de un vino Cabernet sauvignon. Memoria de título Ing. Agr. U. de Chile, Fac. de Ciencias Agronómicas, 51 p.

MOLINA, R. 1994. Clarificación de mostos y vinos. Vicente Ediciones. Madrid, España. 195 p.

MOLINA, R. 2000. Teoría de la clarificación de mostos y vinos y sus aplicaciones prácticas. AMV Ediciones. Mundi-Prensa. Madrid, España. 317 p.

MORALES, C. 2001. Caracterización de la composición fenólica de vinos del cv. Cabernet Sauvignon en cinco valles de Chile en dos temporadas. Memoria de Título Ing. Agr. U. de Chile, Fac. de Ciencias Agronómicas, 98 p.

MUÑOZ, L. 2002. Caracterización de la composición fenólica de vinos comerciales Merlot y Sauvignon Blanc de la Vendimia 2000, provenientes de Cinco Valles de Chile. Memoria de Título Ing. Agr. U. de Chile, Fac. de Ciencias Agronómicas, 36 p.

OFFICE INTERNATIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN. O.I.V. 1994. O.I.V. Standar Forinternational wine competitions. Bulletin de L'O.I.V. 67(761-762): 592-593.

PEÑA, A. 1998. Contribución al conocimiento del origen de problemas sensoriales en vinos. Su relación con la composición fenólica y la presencia de compuestos organoclorados. Tesis Doctoral. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. España. 227 p.

PEÑA, D. 1989. Estadística. Modelos y Métodos. 2. Modelos lineales y series temporales. Ediciones Alianza Universidad Textos, Madrid. España. 137 p.

PEÑA-NEIRA, A. 1999. Compuestos fenólicos en la enología. pp. 1-9. *In*: Seminario Internacional de Microbiología y Polifenoles del Vino. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile.

PEÑA-NEIRA, A. 2002. Composición fenólica de vinos comerciales chilenos. Rev. Vitivinicultura Chile. 4: 46-51.

RAYNER, T. 2002. Fining and clarifying agents. [www.makewine.com/makewine/fining.html](http://www.makewine.com/makewine/fining.html). Consultada el 22/06/2005. Publicada el 15/03/2001.

SIMS, C., EASTRIDGE, J. and BATES, R. 1995. "Changes in Phenols, color, and sensory characteristics of Muscadine Wines by Pre- and Post-Fermentation Additions of PVPP, Casein, and Gelatin". Am. J. Enol. Vitic., Vol. 46, N<sup>o</sup> 2, p. 155-158.

SINGLETON, V. L. and TROUSDALE, E. 1983. "White wine phenolics: varietal and processing differences as shown by HPLC" Am. J. Enol. Vitiv. 34: 27-34.

TROOST, R.G. 1985. Tecnología del vino. Omega. Barcelona, España. 1103 p.

USSEGLIO-TOMASSET, L. 1998. Química Enológica. Edit. Mundiprensa. España. 400p.

VIVAS, N., GLORIES, Y., LAGUNE, L., SAUCIER, C. et AUGUSTIN, M.1994. Estimation du degre de polymerisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au *p*-dimethylaminocinnamaldehyde. J. Int. Sci. Vignes et Vin. 28(4), p. 316-319.

ZOECKLEIN, B.; FUGELSANG, K.; GUMP, B. Y NURY, F. 2001. Análisis y producción de vino. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 613 p.

Universidad de Chile  
 Facultad de Ciencias Agronómicas  
 Departamento de Agroindustria y Enología

### Anexo 1

## EVALUACION DE CALIDAD ( Pauta no estructurada )

Nombre : ..... Fecha:.....

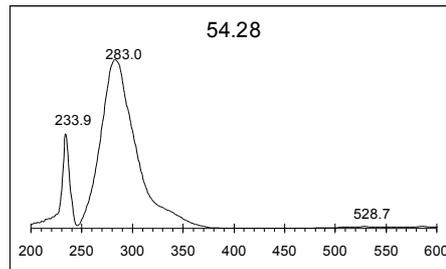
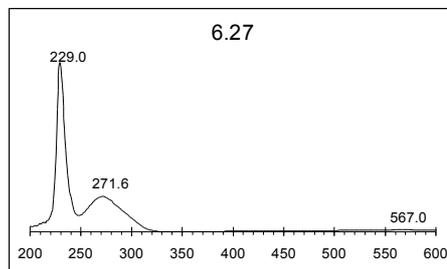
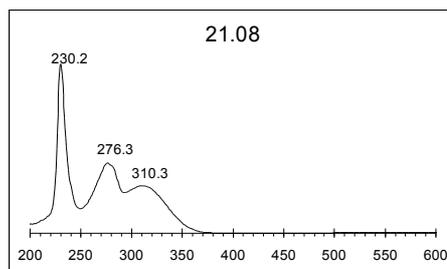
### Intrucciones :

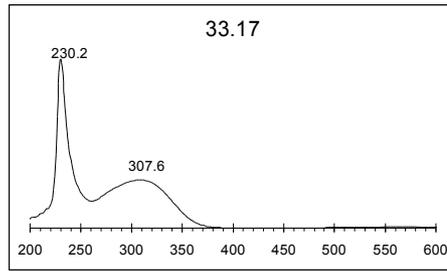
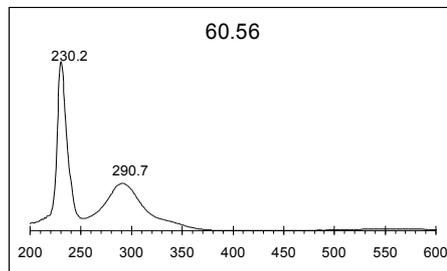
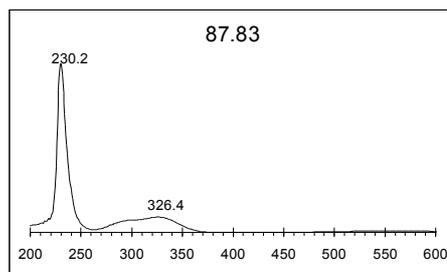
- Aquí hay una lista de términos para describir las características de calidad del siguiente producto.....
- Por favor, indique haciendo una línea vertical, la intensidad de su sensación, para cada una de ellas.

0	Limpidez de Color	15
0	Intensidad de color	15
0	Franqueza de Aroma	15
0	Intensidad de Aroma	15
0	Aroma	15
0	Franqueza al Paladar	15
0	Intensidad de paladar	15
0	Acidez	15
0	Intensidad de amargor	15
0	Astringencia	15
0	Cuerpo	15
0	Armonía	15
0	Persistencia	15
0	Sensación final	15

### Agrado general:

Me disgusta Muchísimo	Indiferente	Megusta Muchísimo
--------------------------	-------------	----------------------

**ANEXO 2****Figura 7: Compuesto A****Figura 8: Compuesto B****Figura 9: Compuesto C**

**ANEXO 3****Figura 10: Compuesto D****Figura 11: Compuesto E****Figura 12: Compuesto F**

## Anexo 4

Cuadro 29: Cabernet Sauvignon (compuestos fenólicos)

Standardized Coefficients (tfiva04.sta)  
for Canonical Variables

	Root 1	Root 2	Root 3
<b>Fenoles totales</b>	1,0156	1,6883	0,8336
<b>Intensidad colorante</b>	3,0693	-0,4566	-0,0499
<b>Taninos totales</b>	-2,5010	1,6789	-0,8320
<b>Indice etanol</b>	-1,0507	0,6250	-0,2299
<b>Indice gelatina</b>	-1,7136	-2,1047	0,0822
<b>Grado PTC</b>	-3,0468	-0,5328	-0,7045
<b>Antocianos totales</b>	-0,6649	0,1280	-1,5613
<b>Eigenval</b>	5689,1265	90,5476	0,5476
<b>Cum.Prop</b>	0,9842	0,9999	1,0000

Cuadro 30: Chardonnay (compuestos fenólicos)

Standardized Coefficients (tfiva04.sta)  
for Canonical Variables

	Root 1	Root 2	Root 3
<b>Fenoles totales</b>	-0,3931	0,0400	0,4473
<b>Intensidad colorante</b>	-1,8379	0,5171	-1,5943
<b>Pardeamiento</b>	-0,1236	0,5854	0,8621
<b>Taninos totales</b>	1,3741	-1,3375	-0,4251
<b>Indice etanol</b>	-0,7308	-0,6305	-1,2196
<b>Indice gelatina</b>	-1,1201	1,2593	-0,1838
<b>Grado PTC</b>	10,7315	-2,0415	-0,2415
<b>Eigenval</b>	4410,2456	13,3771	6,3748
<b>Cum.Prop</b>	0,9955	0,9986	1,0000

Cuadro 31: Cabernet Sauvignon (compuestos pomenorizados)

Standardized Coefficients (thiva04.sta)  
for Canonical Variables

	Root 1	Root 2	Root 3
<b>Ácido gálico</b>	-9,6487	1,6701	-0,7831
<b>Protocatéquico</b>	-1,1096	0,5780	-0,6943
<b>Caftárico</b>	8,1240	-2,3044	-0,8186
<b>Galato procianidina</b>	0,1023	-1,1566	-0,4444
<b>Tirosol</b>	1,4880	-1,3444	1,0167
<b>Ácido cutárico</b>	-0,6934	0,0712	-0,2686
<b>(+) Catequina</b>	3,1932	-1,2657	2,0188
<b>Eigenval</b>	1445,4102	26,1391	6,1771
<b>Cum.Prop</b>	0,9781	0,9958	1,0000

## Anexo 5

**Tabla 1.** Tabla de interpretación de puntajes de la evaluación visual de los vinos.

Intensidad de color		Limpidez de color	
Puntuación	Evaluación	Puntuación	Evaluación
0,00 - 1,88	Negativo	0,00 - 0,94	Negativo
1,89 - 3,75	Ordinario	0,95 - 1,88	Ordinario
3,76 - 5,63	Insuficiente	1,89 - 3,75	Insuficiente
5,64 - 7,50	Suficiente	3,76 - 7,50	Suficiente
7,51 - 9,38	Bueno	7,52 - 11,25	Bueno
9,39 - 11,25	Muy bueno	11,26 - 13,13	Muy bueno
11,26 - 15,00	Excelente	13,14 - 15,00	Excelente

	Root 1	Root 2	Root 3
<b>Ácido gálico</b>	-2,0703	-0,3040	0,9995
<b>Compuesto B</b>	4,1390	1,1580	1,7023
<b>Protocatéquico</b>	1,8943	2,2777	0,6761
<b>Procianidina galato</b>	-4,7263	-5,4052	2,5859
<b>Caftárico</b>	4,4912	3,9948	-2,8754
<b>Compuesto C</b>	-2,7025	-0,9577	-3,1528
<b>Ácido cutárico</b>	3,3773	1,2969	-1,1741
<b>(+) Catequina</b>	3,4481	-2,3253	2,6005

**Tabla 2.** Tabla de interpretación de puntajes de la evaluación olfativa y gustatoria de los vinos.

Puntuación	Evaluación	Eigenval	Cum.Prop
0,00 - 1,88	Negativo	650,5385	93,6243
1,89 - 3,75	Ordinario	0,8738	0,9996
3,76 - 7,50	Insuficiente		
7,51 - 9,38	Suficiente		
9,39 - 11,25	Bueno		
11,26 - 13,13	Muy bueno		
13,14 - 15,00	Excelente		

**Tabla 3.** Tabla de interpretación de puntajes de aceptabilidad de los vinos.

Puntuación	Evaluación
0,00 - 6,99	Zona de rechazo
7,00 - 7,99	Zona de indiferencia
8,00 - 15,00	Zona de aceptación

