

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE POSTGRADO

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE VINO ELABORADOS A  
PARTIR DE DISTINTOS CLONES DEL C.V PINOT NOIR**

TESIS PRESENTADA COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL  
GRADO DE MAGÍSTER EN ENOLOGÍA Y VITIVINICULTURA.

CHRISTIAN ANDRÉS SEPÚLVEDA SAN MARTÍN

DIRECTOR DE TESIS  
ÁLVARO PEÑA-NEIRA

PROFESORES CONSEJEROS

ELÍAS OBREQUE SLIER  
CLAUDIO PASTENES VILLARREAL

SANTIAGO DE CHILE  
2014

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE POSTGRADO

**CHEMISTRY AND PHYSICAL CHARACTERIZATION OF WINES MADE  
FROM DIFFERENT CLONES OF THE C.V PINOT NOIR**

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Enología y Vitivinicultura.

**CHRISTIAN ANDRÉS SEPÚLVEDA SAN MARTÍN**

Calificaciones

Director de tesis

ÁLVARO PEÑA N.  
Ingeniero Agrónomo Dr.

Aprobado

Profesores Consejeros

ELÍAS OBRREQUE S.  
Ingeniero Agrónomo Dr.

Aprobado

CLAUDIO PASTENES V.  
Ingeniero Agrónomo Dr.

Aprobado

Santiago, Chile

2014

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Mariano y Marisol, por darme la oportunidad de estar donde estoy, ya que sin su apoyo nada de esto hubiera sido posible.

A Bernardita, a quien conocí mientras realizaba la tesis y hoy es mi señora, gracias por haberme acompañado y ayudado en todo este proceso, estoy feliz de compartir este momento contigo.

A mi profesor guía Álvaro Peña, quién es el responsable de que haya realizado este gran desafío. Ya que sin sus consejos nada se esto habría sucedido, más que un profesor es un gran amigo, que sin su último empujón no hubiera podido concretar este trabajo.

A mis profesores consejeros Elías Obreque, Claudio Pastenes y Marcela Medel por su gran disposición en esta última etapa.

A las Viñas Casas del Bosque, Corpora, Emiliana, Matetic, Laroche, San Pedro, Tabali, Terrandina, Ventisquero, William Fevre y Undurraga por facilitar las muestras de vinos.

Al Laboratorio de Análisis Cromatográfico y de Enología por financiar los análisis de este trabajo de investigación.

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE POSTGRADO

**CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE VINO ELABORADOS A  
PARTIR DE DISTINTOS CLONES DEL C.V PINOT NOIR**

TESIS PRESENTADA COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OPTAR AL  
GRADO DE MAGÍSTER EN ENOLOGÍA Y VITIVINICULTURA.

CHRISTIAN ANDRÉS SEPÚLVEDA SAN MARTÍN

DIRECTOR DE TESIS  
ÁLVARO PEÑA-NEIRA

PROFESORES CONSEJEROS

ELÍAS OBREQUE SLIER  
CLAUDIO PASTENES VILLARREAL

SANTIAGO DE CHILE  
2013

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE POSTGRADO

**CHEMISTRY AND PHYSICAL CHARACTERIZATION OF WINES MADE  
FROM DIFFERENT CLONES OF THE C.V PINOT NOIR**

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Enología y Vitivinicultura.

**CHRISTIAN ANDRÉS SEPÚLVEDA SAN MARTÍN**

Calificaciones

Director de tesis

ÁLVARO PEÑA N.  
Ingeniero Agrónomo Dr.

Aprobado

Profesores Consejeros

ELÍAS OBRREQUE S.  
Ingeniero Agrónomo Dr.

Aprobado

CLAUDIO PASTENES V.  
Ingeniero Agrónomo Dr.

Aprobado

Santiago, Chile

2013

## ÍNDICE

ABREVIATURAS EMPLEADAS .....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	9
Composición fenólica.....	10
Características del cv. Pinot noir en relación a su composición fenólica. ....	11
INTRODUCCIÓN .....	12
HIPÓTESIS DEL TRABAJO.....	13
OBJETIVOS .....	13
MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
Lugar del estudio.....	13
Materiales .....	13
Metodología .....	14
Diseño experimental .....	14
Procedimiento .....	14
Variables a medir .....	14
Análisis Estadístico .....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
Análisis básicos a los vinos.....	16
Azúcar residual.....	16
Acidez Total .....	16
pH.....	17
Análisis de los compuestos fenólicos.....	17
Fenoles totales.....	18
Antocianos Totales.....	19
Intensidad colorante .....	20
Matiz .....	20
Taninos totales .....	21
Fraccionamiento de taninos.....	22
Análisis del perfil de antocianos .....	24
Análisis pormenorizado de compuestos fenólicos de bajo peso molecular .....	26
Compuestos fenólicos no flavonoides del vino.....	26
Compuestos fenólicos Flavonoides.....	28
Flavanoles .....	28
Flavonoles .....	29
Estilbenos .....	30
Agrupación de los datos en base a su lugar de origen.....	31
Análisis Estadístico .....	37
Análisis de componentes principales .....	37
CONCLUSIONES .....	39
BIBLIOGRAFÍA .....	40
ANEXOS .....	45
APÉNDICES.....	46

**ABREVIATURAS EMPLEADAS**

Dp3Gl: delphinidina-3-glucósido  
Cy3Gl: cianidina-3-glucósido  
Pt3Gl: petunidina-3-glucósido  
Po3Gl: peonidina-3-glucósido  
Mv3Gl: malvidina-3-glucósido  
Mg: miligramos  
L: litro  
Cv: cultivar  
DO: densidad óptica  
Nm: nanometros  
GC-MS: cromatógrafo gases-masa  
M-3-G/L: malvidina-3-glucósido en un litro  
IC: intensidad colorante  
EAG: equivalente de ácido gálico  
PCA: análisis de componentes principales  
EQUIV: equivalente  
F3`H: flavonol-3`-hidroxilasa  
EAG: equivalente ácido gálico  
EC: equivalente (+)-catequina  
EP: equivalente (-)-procianidina

## RESUMEN

La variedad Pinot noir se caracteriza por ser originaria de Borgoña, región de Francia. Esta presenta diversas características que la diferencian de las demás variedades, al poseer vinos de tonos violetas de baja intensidad colorante, con aromas a frutas rojas maduras y notas florales entre otros. Es reconocida por presentar dificultades en su manejo tanto en el campo como en bodega.

En el último tiempo, esta variedad ha ganado muchos adeptos tanto en Chile como en el extranjero. Por otro lado, son escasos los estudios existentes de esta variedad en el país, y a su vez en ninguno de ellos se había caracterizado vinos de distinto origen genético. Debido a esta razón se caracterizaron física y químicamente 28 vinos de la cosecha 2009 del cultivar Pinot noir de distintos clones y selecciones, obtenidos de diversas localidades de Chile. Además de análisis generales, las muestras se analizaron mediante cromatografía líquida de alta eficacia acoplada a un detector de fotodiodos alineados (HPLC-DAD).

Después de analizar los datos mediante estadística no paramétrica, se determinó que no existe una diferencia significativa entre los distintos clones y selecciones masales del cultivar Pinot noir estudiados.

Como resultado de este trabajo se ha podido conocer las características del cv Pinot noir de diversas viñas chilenas, sus similitudes y diferencias para las variables analizadas, en un espectro geográfico amplio ya que los vinos estudiados son de distintas viene de distintos valles desde el Limarí hasta el de Bío-Bío.

Palabras claves: Pinot noir, ácido protocatequico, quercetina, GC-MS, HPLC-DAD.



## ABSTRACT

The Pinot noir variety is known for being old and for coming from Burgundy, in France, showing special characteristics like violet color, low color intensity, ripe red fruit and floral aromas between others. Also it's very difficult to manage in the field and in the cellar.

In the last time this variety has been followed for people in Chile and over the world. There are not too many researches of this variety and it's the first study that evaluated different genetic origins. For this reason, this work "chemistry and physical characterization of Chilean Pinot noir" aims to characterize the profiles of wines cv. Pinot noir of the vintage 2009 of different clones and massal selection from different locations in Chile. Besides general analysis the samples were measured by a chromatography coupled to a mass spectrometry (GC-MS) and by high performance chromatography coupled to a photodiode array detector (HPLC-DAD).

After the analysis of the results with nonparametrical statistical, it shows that there is no clear difference between the different genetic origins of cv. Pinot noir.

As a result of this study it is possible to know the characteristics of the Pinot noir from different valleys of Chile, so as a result of this work was obtained a complete profile of the characteristics of the cv. Pinot noir of different cellars with their similarities and differences for the analysed variables in a broad geographic spectrum, because the studied wines are from different vineyards, located from Limari to Bio-Bio.

Key words: Pinot noir, protocatechic acid, quercetin, GC-MS, HPLC-DAD.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La variedad vinífera determina en gran medida la composición de polifenoles de la uva y por tanto del vino. En primer lugar esto es determinado por el tamaño del grano de uva, que condiciona la proporción de pieles y semillas respecto del volumen de mosto. Resulta por tanto evidente, que la elección de la variedad o variedades es de capital importancia cuando se pretende elaborar vinos tintos destinados a la crianza. Únicamente se podrá garantizar una concentración suficiente de compuestos fenólicos y en especial de antocianos y taninos, eligiendo aquellas variedades que posean la capacidad de acumular, en condiciones edafoclimáticas particulares dichos compuestos responsables de color, cuerpo y estructura, entre otros atributos sensoriales. Además de la variedad, también presenta gran importancia el tipo de clon, ya que éste condiciona el vigor y la productividad. Es necesario señalar que la mayor parte de la investigación en el desarrollo de clones ha estado dirigida hacia la obtención de clones muy productivos, lo cual redundaría en una disminución del color y de los compuestos fenólicos en general, por lo tanto la elección del clon será casi tan importante como la variedad (Zamora, 2003).

Un clon es la población de todas las plantas que descienden de una única cepa parental por propagación vegetativa. Muchas variedades viníferas pueden no ser clones sino selecciones masales, aunque esta distinción puede ser meramente académica. Cuando se produce una mutación en una célula, todas las células que derivan de ella por división presentan el cambio genético. Todas las cepas producidas a partir del brote mutante constituyen un clon, pero son suficientemente parecidas a la cepa madre como para tener el nombre de la misma variedad. La variación clonal puede afectar el rendimiento, la tasa de enraizamiento, el crecimiento, el número de racimos por cepa, el tamaño de la baya, la susceptibilidad a la podredumbre del fruto y los componentes del sabor de la baya. Las técnicas del cultivo del viñedo y de la elaboración del vino pueden ocultar muchas de las características de un clon excepto aquellas más influyentes en el estilo y en la calidad del vino, a pesar de lo cual sigue siendo muy importante identificar los mejores clones de una determinada variedad vinífera (Zoecklein *et al.*, 2001; Castagnoli y Carmo-Vasconcelos, 2006).

Los programas de selección clonal de la variedad Pinot noir, tanto los más antiguos como los más recientes han permitido obtener 50 clones autorizados en Francia, siendo solo 15 los multiplicados de forma significativa. Algunos de estos clones corresponden al tipo varietal Pinot droite. Colecciones de clones de investigaciones previas han sido constituidas en la Borgoña y en Champagne, a partir de prospecciones en los viñedos de Cote-D'or, Saone-et-Loire, Jura y Champagne. Esto en Parcelas donde se siguió el comportamiento de estas viñas, lo que permitió completar las observaciones sobre las primeras colecciones (MAPA, 1995; Castagnoli y Carmo-Vasconcelos, 2006).

Diferentes clones de una misma variedad pueden diferir en sus características productivas y en su habilidad de producir vinos con diferentes características organolépticas. Este es el caso de clones de la variedad Albariño cultivados en Misión Biológica de Galicia en

España, donde se encontraron diferencias significativas en parámetros clásicos entre los vinos, lo cual muestra que parámetros químicos pueden ser herramientas para la discriminación de diferentes clones y que el vino puede poseer diferentes características en relación no solo a las variedades sino también a los clones (Zamus *et al.*, 2007).

En estudios realizados sobre diferentes clones en las variedades Cabernet Sauvignon, Cabernet franc, Merlot, Pinotage, Pinot noir y Syrah, se observaron diferencias entre variedades y clones sobre el contenido fenoles totales. Además, en ciertos vinos clonales se observaron diferentes intensidades de color, siendo esto evidente en mayor proporción en el caso de los clones de Syrah y Cabernet Sauvignon. En los clones de Pinot noir también se encontraron diferencias en términos de color y composición fenólica (Du Toit, 2008). Según el mismo autor la diferencia clonal más importante se encuentra en el parámetro de concentración de antocianos en vinos de las variedades Merlot, Cabernet Franc y en especial Syrah, lo cual se debe en parte importante a factores genéticos (Castellarin *et al.*, 2006) y medioambientales (Yamane *et al.*, 2006).

### **Composición fenólica**

Las uvas y el vino contienen una gran variedad de compuestos derivados de la estructura básica del fenol (hidroxibenceno), de dos clases distintas: los fenoles no flavonoides y los flavonoides. El contenido total de fenoles en el vino es menor del que hay en el fruto. En la fermentación tradicional tras el estrujado y el despalillado se consigue una extracción máxima de hasta el 60% del total presente en la baya (Zoecklein *et al.*, 2001).

La composición fenólica es un aspecto importante en la calidad de vinos tintos. Los fenoles son responsables de la astringencia y del amargor, además de jugar un papel importante en la estabilización del color. El perfil fenólico de un vino ha mostrado estar influenciado por diferentes prácticas vitícolas, diferentes técnicas enológicas, la variedad, la vendimia y la región donde las uvas fueron cultivadas (González-San José *et al.*, 1990; Cliff *et al.*, 2007).

Los compuestos fenólicos de la uva y del vino se pueden dividir en dos grupos: no flavonoides (ácidos hidroxibenzoicos e hidroxicinámicos y estílbens) y flavonoides (antocianos, flavan-3-oles y flavonoles). Los antocianos son una familia de polifenoles que tiene directa responsabilidad en el color de uvas y de vinos jóvenes. Flavan-3-oles (monómeros de (+)-catequina y proantocianidinas) son otra larga familia de compuestos fenólicos, principalmente responsables de la astringencia, amargor y estructura de los vinos. El último grupo de flavonoides corresponde a los flavonoles (quercetina, miricetina, kaempferol isoramnetina y sus glucósidos), que al parecer contribuyen al amargor, además de afectar el color rojo del vino y a su vez juegan un importante papel antioxidante (Gómez *et al.*, 2001).

### **Características del cv. Pinot noir en relación a su composición fenólica.**

Según Cliff *et al.* (2007), en vinos del cv. Pinot noir de British Columbia, Canadá es posible encontrar concentraciones de fenoles totales de 1063 mg equivalentes /L de ácido gálico, ésteres tartáricos de los ácidos hidroxicinámicos de 128 mg equivalentes de ácido cafeico /L, flavonoles con 39,2 mg equivalentes de quercetina /L, antocianos del orden de 61 mg equivalentes de malvidina-3-glucósido /L y taninos con 331 mg equivalentes de (+)-catequina /L.

El patrón de acumulación de antocianos difiere según la variedad. Estos compuestos se acumulan a partir de pinta y luego se estabilizan, en el caso del Pinot noir este se estabiliza primero, en comparación a bayas de variedades como Merlot y Cabernet franc. Esto refleja la diferencia de maduración para estas tres variedades en el valle de Okanagan en British Columbia, donde Pinot noir es una variedad temprana. De manera adicional las bayas y vinos de esta variedad solo contienen 5 antocianos, los del tipo glucosilados, diferenciándose de las otras variedades que presentan además antocianos acilados (Mazza *et al.*, 1999; Castellarin *et al.*, 2006).

Las concentraciones de antocianos glucosilados en vinos del cv. Pinot noir son de alrededor de 180,5 mg equivalentes de malvidina-3-glucósido /L y de forma individual se dividen en 4,92 mg de delfinidina, 2,67 mg de cianidina /L, 8,35 mg/L de petunidina, 38,9 mg/L de peonidina y 125,7 mg/L de malvidina en vinos de Estados Unidos (Cortell *et al.*, 2007). Además, varios autores han concluido que la composición de antocianos esta primariamente determinada por factores genéticos (González-San José *et al.*, 1990; Castellarin *et al.*, 2006), a su vez la composición proporcional específica de una variedad puede estar modificada por condiciones ambientales y de maduración (Haselgrove *et al.*, 2000; Yamane *et al.*, 2006; Cortell *et al.*, 2007).

Dado a que es fundamental conocer el material vitícola y las características de los vinos producidos en el país para poder competir con las grandes zonas productoras de Pinot noir como son Borgoña y Oregon entre otras, es que se planteó la presente investigación. Esta caracterización será fundamental ya que no se cuenta con información sobre clones de Pinot noir en Chile, por otro lado, los estudios que se han realizado a nivel mundial no cuentan con análisis fraccionamiento de taninos ni fenoles de bajo peso molecular, por esta razón es una información valiosa, tanto para Chile como para otros países productores de esta variedad.

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la elaboración de vino, las técnicas analíticas se han hecho cada vez más importantes por el desarrollo de la tecnología y las cada vez mayores regulaciones legales (Zoecklein *et al.*, 2001).

El cultivar Pinot noir es originario de Borgoña, presenta una gran cantidad de clones diferentes y una gran variabilidad vitícola, las bayas y los racimos son de tamaños pequeños a muy pequeños. En condiciones favorables es posible elaborar vinos tintos de guarda de una calidad extrema que une potencia, fineza, intensidad y complejidad aromática. A su vez, el potencial de acumulación de azúcares de este cepaje es elevado junto a una acidez media, sus vinos son de un color a menudo poco intenso, pero susceptible de mantenerse en el tiempo (MAPA, 1995).

En el caso de Chile esta variedad es de importancia relativa dado que la superficie total de las vides del cv Pinot noir es de un 3% del total nacional, lo que equivale a 2.884 ha (SAG, 2006). La mayor superficie se concentra en la región de Valparaíso con alrededor del 40% de la superficie y en segundo lugar sigue la región del Maule con un 25% del total, cultivándose en la actualidad viñedos de selecciones masales y clonales donde destacan los clones 115, 777 y las selecciones masales “Valdivieso” y “Concha y Toro”.

La composición fenólica es un aspecto importante en la calidad de los vinos tintos. Los fenoles son responsables de la astringencia y del amargor, además de jugar un papel importante en la estabilización del color. El perfil fenólico de un vino ha mostrado estar influenciado por diferentes prácticas vitícolas, técnicas enológicas, la variedad, la vendimia y la zona de donde provienen las uvas cultivadas (Cliff *et al.*, 2007).

En estudios recientes se han encontrado diferencias significativas entre clones de Pinot noir, en términos cuantitativos y cualitativos. Las diferencias en cuanto a producción se deben principalmente al número de bayas por racimo y al número de racimos por brote. En cuanto a la calidad de los mostos, se encuentran grandes diferencias en pH y acidez titulable (Castagnoli y Carmo-Vasconcelos, 2006; Anderson *et al.*, 2008).

Dado a que el mercado en último tiempo está exigiendo vinos “fáciles de beber” el Pinot noir aparece como una alternativa en estos tiempos por lo que se hace fundamental conocer el potencial en esta cepa a nivel nacional y caracterizarlo de forma adecuada.

Esta caracterización será fundamental, ya que no se cuenta con información disponible y es un punto de partida para que en el futuro se pueda hacer una comparación con vinos de las grandes zonas productoras de esta variedad a nivel mundial, como son Borgoña y Oregón, donde ya han realizado caracterizaciones de sus vinos y se han encontrado patrones en común.

## **HIPÓTESIS DEL TRABAJO**

La composición química y física de vinos del cv. Pinot noir difiere según el clon o selección masal utilizado en su elaboración

## **OBJETIVOS**

Caracterizar física y químicamente vinos elaborados a partir de uvas de distintos clones y selecciones masales del cv. Pinot noir.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Lugar del estudio**

Los análisis se llevaron a cabo en los laboratorios de Enología y Cromatografía, del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

### **Materiales**

Se analizaron 28 vinos del cv. Pinot noir chilenos, cosecha 2009, de diferentes clones (5 muestras del clon 115, 6 del clon 777, 1 muestra del clon 667, 1 muestra del clon 113, 1 muestra del clon 56 y 1 muestra del clon 16) y selecciones masales (6 muestras de la selección Valdivieso y 7 de la selección Concha y Toro), de diferentes valles vitivinícolas, los cuales fueron facilitados por las viñas ubicadas en dichos valles (Anexo 1). Los vinos puros de cada clon o selección masal se obtuvieron inmediatamente después del proceso de fermentación alcohólica sin fermentación maloláctica.

Equipamiento: Se empleó un espectrofotómetro Jasco modelo V-530 UV/VIS (Oklahoma, USA); un peachimetro modelo Hanna 21 (Rhode Island, USA), un cromatógrafo de líquidos (HPLC) marca Agilent 6890 modelo acoplado a detector de fotodiodos alineado (California, USA).

Solventes: Todos los solventes se adquirieron en Merck (Santiago, Chile). Los estándares de compuestos no antociánicos fueron adquiridos en SIGMA (CA, USA) y el de clorhidrato de malvidina-3-glucósido en Extrasynthese (Lyon, Francia).

## Metodología

### Diseño experimental

Los valores resultantes de las diferentes determinaciones físicas y químicas fueron analizados mediante estadística descriptiva. Solo en aquellos tratamientos (clones o selecciones masales) con más de tres repeticiones (muestras) se realizó un diseño de bloques completos al azar con un número no proporcional de subclases.

### Procedimiento

Para comparar la composición química y física de los distintos vinos de diferentes clones del c.v Pinot noir se agruparon en 4 tratamientos. Donde se encuentran dos clones y dos selecciones masales, los cuales corresponden a T1: clon 115 (n=5), T2: clon 777 (n=6), T3: selección masal Valdivieso (n=6) y T4: selección masal Concha y Toro (n=7).

Estas muestras se obtuvieron de viñas de distintos valles del país, inmediatamente terminada la fermentación alcohólica, previo a la fermentación maloláctica, con la finalidad de tener la menor intervención posible.

### Variables a medir

A continuación se describe brevemente la metodología analítica empleada en el análisis de las muestras de vinos.

- Fenoles totales. Mediante análisis espectrofotométrico a DO 280 nm (Somers y Evans, 1977).
- Taninos totales. Mediante la transformación de las procianidinas en antocianidinas por calentamiento en un medio ácido (Ribéreau-Gayon y Stonestreet, 1966).
- Antocianos totales. Por decoloración con metabisulfito de sodio al 15% p/v y análisis espectrofotométrico a 520 nm (Glories, 1984).
- Intensidad colorante. Mediante análisis espectrofotométrico a DO 420nm+520nm+620nm propuesto por Glories (1978).
- Fraccionamiento de Flavanoles. Mediante separación en fase sólida utilizando cartuchos Sep-Pak C18 y posterior reacción con vainillina en medio ácido (Sun *et al.*, 1998).
- pH. Por potenciometría (recopilado por García-Barceló, 1990).
- Acidez. Por Titulación con NaOH 0,1N (recopilado por García-Barceló, 1990).

- Azúcares reductores. Mediante el método de Fehling-Soxhlet (recopilado por García-Barceló, 1990).
- Perfil antociánico y fenoles de bajo peso molecular. Mediante análisis cromatográfico por HPLC-DAD (Peña *et al.*, 2007).
- 

Todos los análisis se realizaron analizando una muestra y contramuestra.

### **Análisis Estadístico**

Los resultados obtenidos de los diferentes análisis fueron sometidos a estadística no paramétrica para diferenciar los grupos mediante la prueba de Kruskal Wallis con una significancia del 5%. El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa XL STAT.

La unidad experimental usada en este estudio fue una botella de 750 mL de vino.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados de los análisis realizados a las muestras de los diversos tratamientos estudiados.

### Análisis básicos a los vinos

En seguida se presentan los resultados de análisis básicos realizados a los vinos.

Cuadro 1. Análisis básicos a vinos Pinot noir chilenos.

Clones y selecciones masales mas usados en Chile					
Parámetros	Clon 115(n=5)	Clon 777(n=6)	Valdivieso(n=6)	CyT(n=7)	<b>p valor</b>
Azúcar residual (g glucosa/L)	3,90 ± 0,31*	3,85 ± 0,06	3,82 ± 0,27	3,85 ± 0,12	<b>0,853</b>
Acidez total (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> g/L)	4,28 ± 0,69	4,25 ± 0,24	4,06 ± 0,73	4,29 ± 0,39	<b>0,961</b>
pH	3,52 ± 0,23	3,46 ± 0,20	3,58 ± 0,20	3,41 ± 0,17	<b>0,38</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

### Azúcar residual

Al analizar los resultados presentados en el Cuadro 1, se aprecia que el menor valor lo presenta la selección masal Valdivieso con 3,82 g glucosa/L y el mayor el clon 115 con una concentración de 3,90 g glucosa/L, dados estos resultados no se observaron diferencias significativas entre los grupos. Cabe destacar que el máximo legal en Chile en relación a este parámetro para vinos terminados corresponde a 4 g/L de glucosa (SAG, 2012), no cumpliendo algunas muestras este valor.

Si se analizan los valores de azúcares reductores por muestra, dichos valores se encuentran entre 3,42 y 4,42 g/L de glucosa. La muestra con el valor más alto corresponde a CDB-115 y la de menor concentración corresponde a WF-V, mostrándose una diferencia de 29%.

Estos valores son similares a los encontrados por D'Agostino *et al.*, (2003) en vinos del cultivar Pinot noir los cuales variaron entre 1,3 y 3,9 g/L de azúcar residual. Los valores son mayores a los observados por Zúñiga (2010) para vinos comerciales chilenos del cv. Pinot noir.

### Acidez Total

Según los resultados expuestos en el Cuadro 1, se aprecia que la menor acidez corresponde a la selección masal Valdivieso con 4,09 y la mayor concentración fue de 4,29 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> g/L, correspondiente a los tratamientos de la selección masal Concha y Toro. No obstante lo

anterior, los cuatro tratamientos para esta variable están muy cercanos entre sí, por lo que no se muestra una diferencia significativa.

Si se analizan los resultados por muestra, los valores de acidez de ellas variaron entre 2,99 y 5,29 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> g/L, siendo la menor WF-V y la mayor CDB-115, mostrándose una diferencia de 176% entre ambas. Esto se explicaría ya que la primera muestra proviene de un valle de clima cálido como es Maipo y la segunda muestra proviene de un valle de clima frío como es Casablanca, lo que coincide con lo descrito por Zoecklein *et al.* (2001) donde las uvas que maduran a temperaturas diurnas o nocturnas bajas tienen acidez total superior y mayor cantidad de ácido málico que las frutas que maduran a temperaturas más altas.

Estos valores se enmarcan por los encontrados por diversos autores en distintos países en vinos del cultivar Pinot noir (Moreno *et al.*, 2008; Cliff *et al.*, 2007; Mazza *et al.*, 1999).

## **pH**

Al analizar los resultados del Cuadro 1, se aprecia que el pH más bajo lo posee el tratamiento de la selección masal Concha y Toro con un valor de 3,41 y el valor más alto es de 3,58 correspondiente a la selección masal Valdivieso, claro que sin apreciar una diferencia significativa entre los distintos tratamientos.

Los resultados son mas bajos que los encontrados en vinos del cultivar Pinot noir de British Columbia, Canadá donde se encontraron valores promedios de 3,68 (Cliff, 2007), pero coincidentes con los de Zúñiga (2010) en vinos Pinot noir de Chile de diferentes localidades.

## **Análisis de los compuestos fenólicos**

A continuación en el Cuadro 2, se presentan los análisis de compuestos fenólicos realizados a los vinos.

Cuadro 2. Análisis de composición fenólica de vinos Pinot noir chilenos.

Clones y selecciones masales mas usados en Chile					
Parámetros	clon 115 (n=5)	clon 777 (n=6)	Valdivieso (n=6)	CyT (n=7)	p valor
Fenoles (g EAG/L)	1,32 ± 0,42*	1,18 ± 0,35	1,31 ± 0,30	1,1 ± 0,25	<b>0,522</b>
Antocianos (mg EM/L)	189,09 ± 61,99	219,13 ± 52,06	229,75 ± 85,48	205,07 ± 76,18	<b>0,761</b>
Intensidad colorante (u.a)	7,77 ± 2,20	7,17 ± 1,85	8,8 ± 2,10	6,77 ± 2,24	<b>0,687</b>
Matiz	0,66 ± 0,10	0,62 ± 0,12	0,61 ± 0,15	0,65 ± 0,11	<b>0,814</b>
Taninos (g EC/L)	2,37 ± 0,99	1,94 ± 1,84	2,22 ± 0,76	1,72 ± 0,62	<b>0,534</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor > 0,05 no difieren estadísticamente. EAG: equivalente ácido gálico. EM: equivalente Malvidina-3-glucósido. u.a: unidad de absorbancia. EC: equivalente (+)-catequina.

### Fenoles totales

La distribución total de fenoles en uvas tintas se ha estimado en: pulpa 1%; jugo 5%; piel 50% y el restante 44% en las semillas. Cada uno de estos componentes de la baya contiene diferentes clases de compuestos fenólicos. Las antocianinas se encuentran en la piel, específicamente en las células de la hipodermis. Los ácidos cinámicos y sus ésteres se encuentran en el jugo y en la piel. Los taninos poliméricos y flavanoles monoméricos como la (+)-catequina se encuentran en las semillas y pieles, también se pueden encontrar en bajas concentraciones en la pulpa. Finalmente los flavonoles tales como la quercetina se encuentran en las pieles (Karna, 2005).

La composición fenólica de los vinos esta condicionada por la variedad de uva y por otros factores que afectan en el desarrollo de la baya, tales como el suelo, ubicación geográfica y condiciones climáticas (Yamane *et al.*, 2006). Por otro lado, las técnicas de vinificación juegan un papel muy importantes en la extracción de polifenoles desde la uva y en su posterior estabilidad en el vino, tales como el tiempo de maceración, el contacto de las pieles y semillas en fermentación, prensado, envejecimiento, filtrado y guarda en botella, son parte de los factores que afectan la composición fenólica del vino (Monagas *et al.*, 2005).

En el Cuadro 2, se aprecia que los resultados de la selección masal Concha y Toro presentan valores más bajos, con una concentración de 1,13 g equivalentes /L de ácido gálico y los del clon 115 obtienen la mayor concentración de 1,32 g equivalentes /L de ácido gálico. No obstante lo anterior, dadas las grandes desviaciones estándar que hay dentro de los grupos, no se aprecia una diferencia significativa entre ellos. .

Estos valores coinciden con los resultados encontrados por Cliff *et al.* (2006) en Canadá y Por D'Agostino *et al.* (2003) en Italia.

La concentración de fenoles por muestra oscilan entre 0,77 g equivalentes /L de ácido gálico y 1,9 g equivalentes /L de ácido gálico. La muestra con menor concentración corresponde a TAP-777 y la mayor a CO-777, observándose una diferencia de 246% entre

ambas. El hecho de que hayan grandes diferencias entre muestras se puede deber a factores edafoclimáticos, muestras con leve tiempo en barricas (no más de un mes), además de las diferencias que pueden otorgar los distintos enólogos al nivel de extracción realizado antes o durante la fermentación mediante pisoneos, remontajes o maceraciones pre y post fermentativas, las cuales podrían hacer variar este valor.

Según Zúñiga (2010) en el caso de vinos comerciales Pinot noir de diversos orígenes de Chile se encontraron valores entre 0,89-1,87 g equivalentes /L de ácido gálico, los que serían coincidentes con los valores observados en este trabajo.

### **Antocianos Totales**

Al analizar los resultados del Cuadro 2, la menor concentración de antocianos la presenta el tratamiento del clon 115 con un valor de 189,09 mg equivalentes de malvidina-3-glucósido /L y la mayor concentración de 229,75 mg equivalentes de malvidina-3-glucósido /L que corresponden a la selección masal Concha y Toro. Estos resultados no son concluyentes por las grandes desviaciones estándar dentro de cada grupo, pero son coincidentes a los observados por Zúñiga (2010) para vinos terminados (comerciales) chilenos del cv. Pinot noir, donde observó valores de 118,77 mg equivalentes de malvidina-3-glucósido /L para muestras de la zona sur (Bio-Bio), hasta 249,46 mg equivalentes de malvidina-3-glucósido /L (para muestras de la costa).

Estos resultados discrepan con los encontrados por Cliff *et al.* (2006) en la misma variedad en Canadá los cuales observaron bajas concentraciones (61 mg equivalentes de malvidina-3-glucósido /L). Estas diferencias se podrían atribuir a que los niveles de antocianinas en las plantas varían de acorde a la época del año, ubicación geográfica, el genotipo y los diversos tipos de metodologías usadas en su extracción (Mayer *et al.*, 2002), además de aumentar su concentración con mayor exposición al sol (Berquist *et al.*, 2001).

Se puede considerar de referencia, una variedad como el Cabernet Sauvignon del valle del Maipo, donde se encontraron valores mayores a los encontrados en Pinot noir (Ketter, 2008). Esto básicamente se debe a un factor varietal ya que el cv. Pinot noir se caracteriza por solo presentar 5 antocianinas en cambio en el cv Cabernet Sauvignon están además de las glucosidades las acetiladas y p-cumariladas . Este punto puede ser de gran importancia a la hora de determinar la autenticidad varietal del cultivar Pinot noir (Castellarin *et al.*, 2006).

Observando las muestras individualmente, los valores de antocianos oscilan entre 91,04 y 341,59 mg equivalentes de malvidina-3-glucósido /L. La muestra con menor concentración corresponde a TA-CYT y la mayor a LA- V mostrándose una diferencia de 375% entre ambas. No es coincidencia que la muestra proveniente de un clima frío como es Casablanca tenga la mayor concentración de antocianos y la con menor provenga de un valle mas cálido como el valle de Lontué, ya que las temperaturas sobre los 35°C inhiben la formación de antocianos, afectando el color, además que las noches frescas favorecen el desarrollo del color en las bayas y del bouquet (Müller, 1982).

### **Intensidad colorante**

Los espectros de absorción de los vinos tintos jóvenes presentan máximos de absorción de 520 nm (característico del color rojo) y un mínimo de absorción a los 420 nm (característico del color amarillo). En los vinos tintos viejos el fenómeno es a la inversa, la absorción a 520 nm llega a ser inferior a aquella a 420 nm. Convencionalmente para caracterizar el color del vino han sido definidos coeficientes que hacen intervenir las densidades ópticas medidas a 420, 520 y 620 nm (Zamora, 2003).

En el Cuadro 2, se aprecia que la menor intensidad colorante es presentada por la selección másal Concha y Toro con 6,77 y la mayor intensidad se observa en la selección masal Valdivieso con un valor de 8,8, pero no se aprecian diferencias entre los grupos dada la gran desviación estándar de los datos. Esto es coincidente con lo observado por Zúñiga (2010) en muestras de Pinot noir comerciales chilenos con valores entre 6,28 y 7,65. Según Ketter (2008) en el caso de Cabernet Sauvignon del valle del Maipo se encontraron valores entre 8,0 y 11,5.

En el caso de la intensidad colorante los valores oscilan entre 3,70 y 11,54. La muestra con el valor más bajo corresponde a VE-CYT-CA y el mayor a MA-V, mostrándose una diferencia de un 311,8%. Los valores presentados coinciden además con diversos estudios realizados por investigadores en distintas regiones con con vinos Pinot noir como el caso de D`Agostino *et al.* (2003) quienes reportaron intensidad colorante con valores entre 4,86 y 9,62 en la localidad de Palermo, Italia. Estos se contraponen a los encontrados por Cliff *et al.* (2007) y por Mazza *et al.* (1999) en la misma variedad.

### **Matiz**

Es el cuociente entre la absorbancia a 420 nm y la absorbancia a 520 nm ( $A_{420}/A_{520}$ ). Representa la proporción de color amarillo en relación al color rojo del vino tinto.

Al analizar los resultados del Cuadro 2, se aprecia que el valor más bajo de matiz es de 0,61 correspondiente a la selección masal Valdivieso y el valor más alto lo presentó el clon 115 con un valor de 0,66, siendo ambos valores coincidentes con lo observado por Zúñiga (2010) en vinos comerciales de Pinot noir.

Los valores se asemejan entre variedades dado que el factor más importante es que son vinos tintos jóvenes donde predomina la absorbancia a 520 nm y con el paso del tiempo esta pierde importancia y aumenta la absorción a 420 nm dando valores más altos de matiz y por ende vinos más “amarillos”. Esto coincide por lo descrito por Sun *et al.* (2006) que describe que durante el envejecimiento de vinos tintos la contribución de antocianos libres hacia el color rojo gradualmente se reduce y es remplazada por pigmentos más complejos, desplazando el color rojo hacia café rojizo.

Entre las muestras estudiadas, los valores de matiz oscilan entre 0,48 y 0,83. La muestra con el menor valor corresponde a TA-777 y UN-CYT, por otro lado el mayor corresponde a VE-CYT-CA, apreciándose una diferencia de un 172%. Estos valores coinciden con los encontrados en vinos Pinot noir italianos por D'Agostino (2003) donde estos fluctúan entre 0,61 y 0,84. Para el Caso de Cabernet Sauvignon del valle del Maipo se encontraron valores entre 0,7 y 0,8 (Ketter, 2008).

### **Taninos totales**

Los flavanoles (taninos condensados o procianidinas) representan una compleja familia compuesta por las diferentes formas isoméricas de la catequina y sus polímeros (Zamora, 2003).

Los flavan-3-oles se encuentran ubicados tanto en la piel como en la semilla, sin embargo la piel contiene una menor concentración de flavan-3-oles que las semillas además su composición también es diferente. Si bien es sabido que la piel contiene (+)-catequina además de galocatequina y sus correspondientes derivados proantocianidicos (ej., procianidina y prodelfinidinas), mientras que la semilla solo presenta (+)-catequina, (-)-epicatequina y procianidinas.

La (+)-catequina es usualmente el flavanol mas importante tanto en la semilla como en la piel, a su vez la epicatequina usualmente se encuentra presente en grandes cantidades. Algunas variedades de uva muestran similares niveles de los dos monómeros e incluso una mayor proporción de (-)-epicatequina.

Al analizar los resultados del Cuadro 2, se aprecia que los valores fluctúan entre 1,72 y 2,32 g equivalentes de procianidina /L. La menor concentración corresponde a la selección masal Concha y Toro y la mayor a la del clon 115, no obstante ellas no se diferencian por la gran desviación estándar. Los valores son mayores a los observados por Zúñiga (2010), la que observó valores de entre 0,61 a 1,62 g equivalentes de procianidina /L en 21 muestras de vinos chilenos del cv. Pinot noir adquiridos en el comercio nacional.

Los valores de taninos totales observados en todas las muestras analizadas oscilan entre 1,02 y 3,81 g equivalentes de procianidina /L. La muestra con la menor concentración corresponde a VE-CYT-CA y la mayor a CO-115, observándose una diferencia de 373% entre ellas.

Estos valores son muy distintos a los encontrados por Cliff *et al.* (2006) en vinos del mismo cultivar en Canadá siendo estos últimos muy inferiores (0,33 g equivalentes de procianidina /L), pero se acercan a los encontrados por D'Agostino (2003) en vinos de Pinot noir italianos, donde se encontraron valores entre 1,9 y 3,2 g equivalentes de procianidina /L, los cuales se asemejan mayormente a los Pinot noir chilenos.

Ketter (2008) observó en vinos de Cabernet Sauvignon del valle del Maipo valores que varían entre 3,33 y 3,92 g equivalentes de procianidina /L.

## Fraccionamiento de taninos

Cuadro 3. Análisis de fraccionamiento de taninos en vinos Pinot noir chilenos.

Clones y selecciones masales mas usados en Chile					
Parámetros	clon 115 (n=5)	clon 777 (n=6)	Valdivieso (n=6)	CyT (n=7)	p valor
FI	7,27 ± 7,44*	7,02 ± 7,72	6,90 ± 7,78	8,44 ± 8,67	<b>0,583</b>
FI %	1,21 ± 0,79	1,21 ± 0,79	1,26 ± 0,84	1,35 ± 1,22	<b>0,675</b>
FII	62,12 ± 53,08	63,40 ± 57,17	62,02 ± 57,64	74 ± 55,90	<b>0,243</b>
FII %	9,26 ± 3,57	9,69 ± 3,68	9,67 ± 3,72	10,85 ± 4,95	<b>0,897</b>
FIII	609,17 ± 408,56	576,04 ± 415,14	566,25 ± 422,90	634,74 ± 429,95	<b>0,218</b>
FIII %	89,53 ± 3,86	89,10 ± 3,95	89,07 ± 4,02	87,80 ± 5,87	<b>0,645</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Los flavan-3-oles o flavanoles presentados en el Cuadro 3, se encuentran en las partes sólidas de la baya (semilla, piel y raquis) en formas monoméricas, oligomérica y polimérica; las últimas dos formas también son conocidas como proantocianinas o taninos condensados (Monagas *et al.*, 2005).

### Unidades monoméricas (FI)

Las unidades monoméricas de flavan-3-oles encontradas en uvas de *Vitis vinifera* son (+)-catequina, (-)-epicatequina, (+)-galocatequina y (-)-epigalocatequina. La (+)-catequina y la (-)-epicatequina son ortohidroxiladas en las posiciones C-3' y C-4' del anillo B, mientras que la (+)-galocatequina y la (-)-epigalocatequina poseen un tercer grupo hidroxilo en la posición C-5'. En relación a las formas dihidroxilada, la (-)-epicatequina puede estar esterificada con ácido gálico en la posición C-3, formando la (-)-epicatequina-3-O-galato (Monagas *et al.*, 2005).

### Formas oligoméricas (FII)

El término oligomero se refiere a la molécula más larga posible de identificar individualmente dentro de un conjunto, que usualmente corresponde a una proantocinidina con un grado de polimerización medio de 2 a 5 unidades. Numerosas proantocinidinas oligoméricas del tipo B, incluyendo dímeros, trímeros y tetrámeros constituidos por unidades de (+)-catequina, (-)-epicatequina y (-)-epicatequina-3-O-galato han sido identificados en semillas de uva de *Vitis vinifera*, en pulpa, raquis y vino (Monagas *et al.*, 2005).

### Formas poliméricas (FIII)

Los proantocianos poliméricos representan la más grande proporción del contenido total de flavan-3-oles en las diferentes partes de la baya. La cantidad, estructura y grado de polimerización de los proantocianos poliméricos de la uva difiere dependiendo de su localización en los diferentes tejidos de la planta. En general las semillas contienen concentraciones más altas de flavan-3-oles, de monómeros, de oligómeros y de polímeros que las pieles. Los taninos de las semillas están parcialmente galoilados por procianidinas compuestas por (+)-catequina, (-)-epicatequina y (-)-epicatequin-3-O-galato, a diferencia de los taninos de la piel y raquis que a su vez contienen (-)- epigallocatequina. (Monagas *et al.*, 2005).

Al observar el Cuadro 3, la mayor concentración de FI se aprecia en la selección masal Concha y Toro con un valor de 8,44 mg/L, la menor concentración se observa en las muestras de la selección masal Valdivieso con un valor de 6,90 mg/L.

Los valores extremos de FII corresponden a 74,00 mg/L y 62,02 mg/L, el mayor correspondiente a la selección masal Concha y Toro y la menor a las de la selección masal Valdivieso.

En el caso de la fracción FIII los extremos corresponden a la selección masal Valdivieso y Concha y Toro con valores de 566,25 mg/L y 634,74 mg/L, siendo el mínimo y máximo respectivamente.

En ninguna de las tres fracciones tanto en valor como en porcentaje hubo diferencia estadística significativa para poder diferenciar los grupos en base a su origen genético.

La distribución de la fracción tánica entre todas las muestras analizadas se presentó de manera similar, siendo la fracción de polímeros (FIII) la que se encuentra en mayor proporción, desde 72,7% hasta 94,2% respecto del total, en segundo lugar se encuentra la fracción de oligómeros (FII) donde se observaron valores de 4,8% a 22,3%, en tercer lugar se encontró que los valores de la fracción de monómeros (FI) son de menor proporción y sus valores oscilan entre 0,2% y 5,1%. Estos resultados coinciden por los encontrados por Monagas *et al.* (2003) en Cabernet Sauvignon donde se observa la misma distribución al igual que Zúñiga (2010) quién observó para las muestras de Pinot noir chilenos de las cosechas 2007 y 2008 valores en porcentaje de FI entre 5,3% y 10,7%, para FII desde 6,2% a 12,3% y para FIII de 77,1% a 88,1%.



### Análisis del perfil de antocianos

Los antocianos son el principal agente responsable del color en uvas tintas y en los vinos producidos con ellas. Estos se encuentran ubicados en la piel de las uvas (en las vacuolas de las tres primeras capas de la hipodermis), los cuales se desarrollan desde pinta en adelante. En *Vitis vinifera* L., los antocianos glucosilados, los que están compuestos por una antocianidina (malvidina, delphinidina, peonidina, petunidina o cianidina) substituida en la posición 3 por una molécula de glucosa (Mazza, 1995; Keller y Hrazdina, 1998; Esteban *et al.*, 2001; Vivas de Gaulejac *et al.*, 2001; Citado por Núñez *et al.*, 2004).

La actividad enzimática necesaria para la formación de derivados acetilados y p-cumarilados entre las variedades del género *Vitis* es dependiente de factores genéticos, de forma que hay variedades que no expresan los genes asociados a la acilación de antocianos para la formación de los derivados mencionados, como es el caso del Pinot noir (Ageorges *et al.*, 2006).

La Figura 1, muestra un cromatograma de un vino de la variedad Pinot noir donde se aprecia claramente que las antocianinas presentes son solo las glucosiladas, lo cual es característico de la variedad.

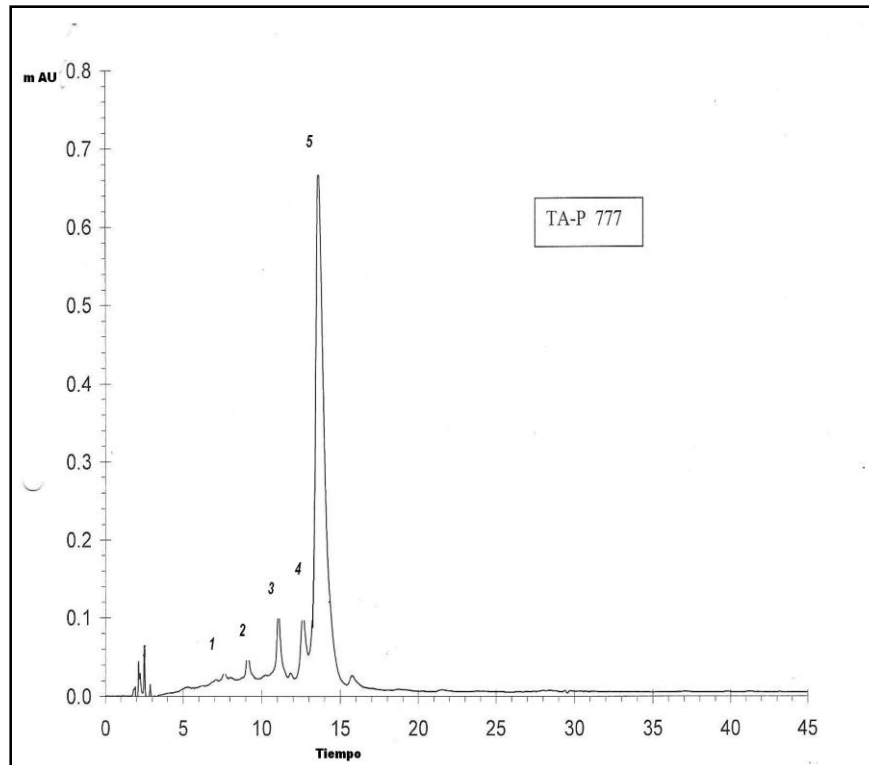


Figura 1. Cromatograma tipo por HPLC-DAD de antocianos presentes en vinos variedad Pinot noir (520 nm). 1:delfinidina-3-glucósido; 2: cianidina-3-glucósido; 3: petunidina-3-glucósido; 4: peonidina-3-glucósido; 5: malvidina-3-glucósido.

Cuadro 4. Análisis del perfil antociánico de vinos Pinot noir chilenos (mg EM/L).

Clones y selecciones masales mas usados en Chile					
Parámetros	clon 115 (n=5)	clon 777 (n=6)	Valdivieso (n=6)	CyT (n=7)	p valor
Dp3Gl	3,83 ± 4,89*	3,03 ± 4,11	3,62 ± 4,24	2,95 ± 4,36	<b>0,347</b>
Cy3Gl	19,55 ± 12,02	19 ± 11,53	19,67 ± 13,04	18,24 ± 12,39	<b>0,715</b>
Pt3Gl	1,60 ± 2,35	1,68 ± 2,47	1,67 ± 2,48	1,59 ± 2,64	<b>0,219</b>
Po3Gl	15,28 ± 10,22	15,52 ± 9,74	17,02 ± 10,11	10,97 ± 9,40	<b>0,888</b>
Mv3Gl	252,16 ± 128,75	253,51 ± 121,01	258,08 ± 137,81	223,13 ± 120,09	<b>0,715</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente. DS: desviación estándar.

La distribución de los antocianos glucosilados en general se mantiene constante en todos los tratamientos siendo de mayor concentración la malvidina-3-glucósido con porcentajes que van desde 76,4% hasta 91,2%, en segundo lugar se observa la cianidina-3-glucósido con porcentajes que van de un 0,4% a 10,2%, en tercer lugar se encuentra la peonidina-3-glucósido con valores que van desde 0,9% hasta 9,7%, en cuarto lugar se encuentra la delphinidina-3-glucósido con valores que van de 0,3% a 9,8% y en último lugar se aprecia la petunidina-3-glucósido con valores que van desde 0,2% hasta 12,2%.

A pesar de lo anterior, este orden no se observó en todas las muestras, dado a que en 6 de ellas el segundo lugar lo ocupó la peonidina-3-glucósido y en una muestra lo ocupó la delphinidina-3-glucósido, de modo que no solo sería un factor varietal o clonal el que afecte esta proporción. Estos resultados difieren de los encontrados por Cortell *et al.* (2007) en vinos Pinot noir de Estado Unidos, donde la mayor concentración en orden decreciente que se observó en los glucósidos fue la siguiente: Malvidina, peonidina, petunidina, delphinidina y cianidina en todas sus muestras. Esta diferencia de concentración se podría deber a factores climáticos y de manejo, lo cual coincide por lo descrito por Haselgrove *et al.* (2000) y Downey *et al.* (2004) quienes encontraron diferencias en la composición de antocianos del cultivar Syrah sometido a diferentes tratamientos de luz, donde los antocianos con 3 grupos hidroxilos (malvidina, delphinidina y petunidina) disminuyeron su concentración al estar los racimos sombreados a su vez en el mismo tratamiento se observó un aumento en los antocianos con 2 grupos hidroxilos (peonidina y cianidina-3-glucósido), lo cual sugiere que el efecto del sombramiento reduce la actividad de la flavonol-3'-5'-hidroxilasa (F3'5'H) o para la expresión del gen que codifica para la enzima, o que alternativamente aumenta la actividad de la flavonol-3'-hidroxilasa (F3'H) o una mayor expresión del gen.

Al analizar el Cuadro 4, se aprecia que la distribución de la antocianina más abundante varía entre 223,13 mg equivalentes de malvidina-3-glucósido /L y 258,08 mg equivalentes de malvidina-3-glucósido /L, estos valores corresponden respectivamente a las selecciones masales Concha y Toro y Valdivieso. No se encontró diferencia estadística significativa en ninguna de las antocianinas.

Según Ketter (2008), en vinos de Cabernet Sauvignon del valle del Maipo la composición de antocianos glicosilados observada fue de: malvidina con 74,3%, petunidina 10,8%, delphinidina 7,5%, cianidina 3,8% y peonidina 3,2%. A su vez Zúñiga (2010) no observó diferencias en los contenidos individuales y totales de antocianos por HPLC-DAD para 21 muestras comerciales del cv. Pinot noir.

### Análisis pormenorizado de compuestos fenólicos de bajo peso molecular

Se realizaron análisis en forma individual de algunos compuestos fenólicos en los vinos, por cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC-DAD), en extractos de cada uno de los vinos con los que se trabajó. Los compuestos fenólicos estudiados fueron identificados mediante la comparación de su espectro y tiempos de retención con su respectivo estándar.

A continuación se presenta un cromatograma tipo, obtenido de una de las muestras.

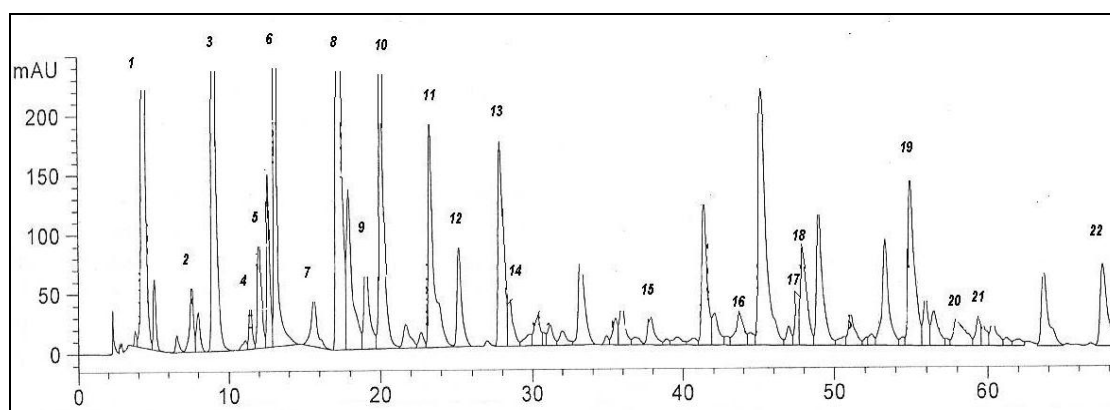


Figura 2. Cromatograma tipo por HPLC-DAD de compuestos fenólicos de bajo peso molecular (280 nm) de vinos Pinot noir chilenos. 1: ácido gálico; 2: ácido protocatéquico; 3: ácido caftárico trans; 4: ácido caftárico cis; 5: tirosol; 6: ácido cutárico; 7: procianidina B3; 8: (+)-catequina; 9: ácido cafeico cis; 10: ácido cafeico trans; 11: ácido siríngico; 12: galato de procianidina; 13: (-)-epicatequina; 14: ácido fetárico; 15: triptofol; 16: ácido ferúlico; 17: miricetina-3-glucósido; 18: miricetina-3-galactosido; 19: glicósido de trans resveratrol; 20: quercetina-3-glúcosido; 21: quercetina-3-galactosido; 22: quercetina.

### Compuestos fenólicos no flavonoides del vino

Los compuestos fenólicos no flavonoides incluyen dos grandes familias: los ácidos fenólicos y los estilbenos (Zamora, 2003).

## Ácidos fenólicos

Estos se subdividen en ácidos benzoicos y ácidos cinámicos, ambos ácidos pueden estar en forma libre o bien esterificados con el ácido tartárico u otros componentes del vino. Los ácidos fenólicos se encuentran en los hollejos, en la pulpa, en las semillas y en el raspón. Estos ácidos carecen de color en el espectro visible. No obstante, pueden oxidarse y dar lugar al pardeamiento del mosto y del vino. A pesar de que estas reacciones presentan un papel primordial en la evolución del color de los vinos blancos, no parecen ser de gran importancia en la evolución del color en vino tinto. Sin embargo, sí pueden ejercer un cierto papel como copigmentos (Zamora, 2003).

## Ácido benzoico

El ácido gálico se encuentra normalmente en forma nativa en las uvas, ubicándose en las partes solidas de la baya, tanto en forma libre o en forma de ester flavanol. Otros ácidos benzoicos pueden ser encontrados en vinos, incluyendo p-benzoico, procatequico, vainillínico, siríngico y ácido gentísico (Monagas *et al.*, 2005).

Cuadro 5. Concentraciones en mg equivalentes de ácidos gálico y procatequico/L de en vinos Pinot noir chilenos.

Clones y selecciones masales mas usados en Chile					
Parámetros	clon 115 (n=5)	clon 777 (n=6)	Valdivieso (n=6)	CyT (n=7)	p valor
Ácido Gálico	11,5 ± 8,65*	11,0 ± 8,79	11,55 ± 8,94	11,91 ± 8,86	<b>0,439</b>
Ácido Procatequico	1,54 ± 0,63	1,58 ± 0,68	1,54 ± 0,69	1,71 ± 0,75	<b>0,403</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Al observar los resultados del Cuadro 5, se aprecia que el ácido benzoico de mayor concentración presente en los tratamientos es al ácido gálico con valores que fluctúan entre 11,9 mg/L de ácido gálico en el caso de la selección masal Concha y Toro y 11,0 mg/L de ácido gálico para el clon 777, pero con grandes desviaciones estándar que no permiten diferenciar los grupos. Similares valores de ácido gálico fueron encontrados en vinos tintos por Gutiérrez *et al.* (2005) los cuales varían entre 8 y 14 mg/L de ácido gálico.

En caso del ácido procatequico este varía entre 1,71 mg/L y 1,54 mg/L de ácido procatequico, donde el mayor valor corresponde a la selección masal Concha y Toro y el menor pertenece tanto al clon 115 como a la selección masal Valdivieso. Estos valores fueron ostensiblemente menores que los encontrados por Pérez-Magariño y González-San José (2005) en vinos Cabernet Sauvignon con valores entre 6 y 8 mg/L de ácido procatequico.

## Ácidos cinámicos

Se encuentran en las vacuolas de la piel y en células de la pulpa en forma de esteres tartáricos. Representados por los ácidos caftártico, p-cutarico y fetárico que están presentes en su forma trans, aunque también en pequeñas cantidades en forma de su isómero cis. La presencia de esteres de glucosa de trans p-cumarico y ácidos ferúlico también ha sido encontrada en baya.

Los ácidos cinámicos encontrados en todas las muestras fueron el ácido cafeico y su ester tartárico el ácido caftártico, los cuales se encuentran en los hollejos y en menor medida en la pulpa de las bayas, los cuales pasan al vino durante la fermentación (Price *et al.*, 1995).

Cuadro 6. Concentraciones en mg equivalentes de ácido cafeico /L en vinos Pinot noir chilenos.

Clones y selecciones masales mas usados en Chile					
Parámetros	clon 115 (n=5)	clon 777 (n=6)	Valdivieso (n=6)	CyT (n=7)	p valor
Ácido Caftártico	2,04 ± 2,92*	2,01 ± 2,85	2,01 ± 2,86	2,16 ± 2,88	<b>0,801</b>
Ácido Cafeico	4,34 ± 4,19	4,57 ± 4,51	4,70 ± 4,46	5,16 ± 4,70	<b>0,176</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Al analizar el Cuadro 6, se aprecia que el ácido cinámico de mayor concentración es el cafeico con valores que varían entre 4,34 y 5,16 mg/L de ácido cafeico, correspondientes al clon 115 y a la selección masal Concha y Toro respectivamente. En el caso del ácido caftártico la mayor concentración se encuentra en la selección masal Concha y Toro con un valor de 2,16 mg/L eq. de ácido cafeico y la menor concentración se encuentra tanto en el clon 777 como en la selección masal Valdivieso con un valor de 2,01 mg/L ácido caftártico. No obstante, no se aprecia una diferenciación entre los grupos dado que se observa una gran heterogeneidad dentro de ellos.

Según Pérez-Magariño y González-San José (2005), los valores encontrados en vinos tintos de ácido cafeico varían entre 2,7 y 7,2 mg/L de ácido cafeico, coincidente con los resultados obtenidos ya que se enmarcarían dentro de este rango. Distinto es el caso del ácido caftártico donde los valores encontrados por el mismo autor difieren de este estudio, ya que observaron valores entre 9 y 26 mg/L de ácido caftártico.

## Compuestos fenólicos Flavonoides

### Flavanoles

Dentro de estos compuestos están la (+)-catequina y la (-)-epicatequina. Estos, son la base de la estructura de los taninos condensados del vino, influyendo en el cuerpo, astringencia y amargor. Se encuentran en las semillas y en menor medida en los hollejos (Peña-Neira,

2002). En vinos contribuyen a la componente amarilla del color y también participan en la capacidad de envejecimiento y en la sensación de estructura en la boca o cuerpo de los vinos. Los flavanoles son muy reactivos en su unión con los antocianos. La unión antociano-tanino puede ser de tipo directa, dando origen a compuestos rojos o mediada por etanal o acetaldehído, generando compuestos que serían rojo azulados (Zamora, 2003).

La (+)-catequina es usualmente el flavonol más importante tanto en la piel como en la semilla. A su vez la (-)-epicatequina usualmente se encuentra en grandes cantidades. Algunas variedades de uva tienen un nivel similar de ambos monómeros o incluso mayores niveles de (-)-epicatequina (Manzano *et al.*, 2004).

Cuadro 7. Concentraciones en mg equivalentes de (+)-catequina /L en vinos Pinot noir chilenos.

Clones y selecciones masales mas usados en Chile					
Parámetros	clon 115 (n=5)	clon 777 (n=6)	Valdivieso (n=6)	CyT (n=7)	p valor
(+)catequina	40,71 ± 30,04*	38,95 ± 30,59	40,39 ± 30,74	43,57 ± 29,06	<b>0,464</b>
(-)epicatequina	14,40 ± 11,64	14,80 ± 12,09	15,75 ± 12,08	14,97 ± 12,31	<b>0,385</b>
Procianidina	4,18 ± 4,60	4,26 ± 4,99	4,26 ± 5,00	4,80 ± 5,10	<b>0,403</b>
Galato de Procianidina	6,05 ± 5,55	3,31 ± 2,41	5,79 ± 6,58	6,10 ± 6,58	<b>0,248</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

En ninguno de los flavanoles se encontró diferencia estadística significativa para poder diferenciar los tratamientos.

Según Gutierrez *et al.* (2005), los valores de catequina en vinos tintos varían entre 30 y 96 mg/L, coincidente con lo observado en este estudio ya que se enmarcaría dentro de este rango, distinto es el caso de la epicatequina donde el mismo autor encontró concentraciones entre 30 y 88 mg/L, sin concordar con lo observado.

Según Muñoz (2006), las concentraciones de procianidina encontradas en vinos Carmenere varían entre 2 y 6 equivalentes de (+)-catequina mg/L siendo similares a las encontradas en este estudio. En el caso del galato de procianidina obtuvo valores entre 1,4 y 4 mg equivalentes de (+)-catequina /L, los que se asemejan salvo en algunos casos donde la concentración en vinos Pinot noir fue mayor.

## Flavonoles

Los flavonoles son una clase de compuestos flavonoides que se encuentran en la mayoría de las plantas superiores, en forma más frecuente se encuentran glicosilados en las vacuolas de tejido epidermal (Price *et al.*, 1995)

Los flavonoles actúan principalmente como protectores de la luz UV, previenen el daño en los tejidos de las plantas, a su vez participan como copigmentos de los antocianos en

diversas flores, frutas y derivados de fruta. Un alto contenido de flavonoles ha sido encontrado en racimos de gran exposición y en sus vinos correspondientes, el cual ha sido asociado a una gran cantidad de flavonol-antociano por el fenómeno de copigmentación, y por consecuencia un alto nivel de estabilización del color rojo (Price *et al.*, 1995)

Según McDonald *et al.* (1998), un alto contenido de flavonol en el vino también se debería a variedades que presenten pieles gruesas y/o una alta relación piel/pulpa, al igual que las técnicas extractivas realizadas durante la vinificación.

Son pigmentos amarillos principalmente ubicados en el tejido epidermal de las vacuolas. En uvas de *Vitis vinifera* los flavonoles existen como 3-O-glicosido de cuatro agliconas: miricetina, quercetina, kaemferol y isorhamentina. Ocho flavonoles monoglicosidos (kaemferol-3-O-glucosido, kaemferol-3-O-gluconico, kaemferol-3-O-galactosido, quercetina-3-O-galactosido, quercetina-3-O-gluconico, miricetina-3-O-glucosido, miricetina-3-O-gluconico y isorhamentina-3-O-glucosido) y tres diglicósidos (kaemferol-3-O-glucosilabarinoide, quercetina-3-O-glucosilgalactósido y quercetina-3-O-glucoxilósido) (Monagas *et al.*, 2005).

Cuadro 8. Concentraciones en mg/L de flavonoles en vinos Pinot noir chilenos.

Clones y selecciones masales mas usados en Chile					
Parámetros	clon 115 (n=5)	clon 777 (n=6)	Valdivieso (n=6)	CyT (n=7)	p valor
Miricetina-3-glucosido	3,51 ± 2,58*	4,23 ± 2,13	3,48 ± 2,11	3,19 ± 2,34	<b>0,961</b>
Miricetina-3-galactósido	3,74 ± 2,36	4,11 ± 1,97	3,75 ± 2,01	3,45 ± 2,29	<b>0,42</b>
Quercetina	0,76 ± 0,78	0,31 ± 0,31	0,45 ± 0,59	0,52 ± 0,59	<b>0,104</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

No se aprecia diferencia significativa entre los distintos orígenes genéticos y se observa una gran desviación estándar dentro de cada grupo.

Según Muñoz (2006), las concentraciones de miricetina-3-glucósido en vinos Carmenere varían entre 0,6 y 4,0 mg/L de miricetina, los cuales coinciden por los valores encontrados en el estudio. En el caso de la miricetina-3-galactósido Castro (2009) encontró valores similares.

En el caso de la quercetina en vinos tintos españoles se encontraron valores que varían entre 1 y 4 mg/L (Gutierrez *et al.*, 2005), los cuales son mayores a los encontrados en este estudio.

## Estilbenos

Los estilbenos hidroxilados son fitoalexinas sintetizadas por la planta, especialmente en hollejo, hojas y raíces en respuesta a infecciones fúngicas y luz ultravioleta (UV). Dentro

de estos las formas trans y cis resveratrol (3,5,4'-trihidroxiestilbeno), así como también sus derivados de glucosa (trans y cis piceidos), han sido identificados en bayas y vino (Monagas *et al.*, 2005).

La importancia de este compuesto radica en que posee beneficios en la salud humana, entre los cuales se encuentran su actividad anticancerígena, protección cardiovascular, actividad antioxidante, inhibición de agregación de plaquetas y actividad antiinflamatoria (Wang *et al.*, 2002).

Cuadro 9. Concentraciones en mg/L de resveratrol en vinos Pinot noir chilenos.

Clones y selecciones masales mas usados en Chile					
Parámetros	clon 115 (n=4)	clon 777 (n=6)	Valdivieso (n=6)	CyT (n=6)	p valor
Trans Resveratrol	1,63 ± 0,93*	0,90 ± 0,83	0,87 ± 0,38	0,89 ± 0,39	<b>0,789</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Al analizar el Cuadro 9, se aprecia que los valores de trans resveratrol oscilan entre 0,87 y 1,63 mg/L equivalentes de resveratrol, estos valores corresponden a la selección masal Valdivieso y al clon 115 respectivamente. Sin embargo cabe destacar que este compuesto no se detecto en 2 muestras de los grupos analizados, las cuales corresponden a CO-115 y VE-CYT-CA, correspondientes al clon 115 y a la selección masal Concha y Toro. Estos valores son similares a los encontrados en vinos Carménère chilenos (Muñoz, 2006).

### Agrupación de los datos en base a su lugar de origen

Dado a que en las variables analíticas expuestas anteriormente no se encontraron diferencias estadísticas significativas. Se procedió de manera alternativa, agrupar los resultados en base a su lugar geográfico, donde se separaron en 7 zonas que se presenta a continuación.

#### Zona 1

**Valle del Limarí**, Ubicado aproximadamente en la latitud 33°42' y longitud 71°11'.

El valle del Limarí presenta una distribución similar a la presentada por el conjunto de los valles chilenos que se presentan entre la V y la VII Región. Es decir, estos valles están marcados por la presencia de grandes cursos de agua que se forman a partir de la cordillera de los Andes y desembocan (o no) en el océano Pacífico. En el caso del valle del Limarí, éste se genera a partir de los ríos Limarí y Hurtado, generando suelos que siguen una pendiente y un trayecto largo hasta desembocar en el océano pacífico. Este trayecto es el responsable del sistema de distribución granulométrica de los suelos, que varía según tamaño y peso siguiendo la pendiente y la distancia a partir de su origen (Hernández, 2011).



Durante la temporada 2008-2009, el invierno se presentó sin heladas y con precipitaciones de 78,6 mm, en un año normal las precipitaciones alcanzan los 123 mm. Las temperaturas medias mínimas variaron entre 7°C y 8,6°C durante el invierno, las temperaturas medias máximas durante el periodo de brotación fueron de 19°C, esto es 2°C más alto respecto de la temporada anterior. Los grados-día anuales para la zona de Ovalle fue de 2140, los cuales son 300 más que la temporada anterior por lo que la primavera fue bastante calurosa con un adelanto en la evolución de la madurez de la fruta (A.I.E, 2009).

## **Zona 2**

**Valle del Maipo**, Ubicado aproximadamente en la latitud 33°39' y longitud 70°32'.

La zona del valle Maipo corresponde a una subregión del valle central, comprendiendo las áreas de Santiago, Pirque, Puente Alto, Buin, Isla de Maipo, Talagante y Melipilla. Las viñas se localizan a través del valle del Maipo, siguiendo el curso del río del mismo nombre, desde el piedmont de la cordillera de los Andes a una altura de 800 m.s.n.m, hasta la isla de Maipo y Talagante al suroeste de Santiago. Esta zona se encuentra inserta en la cabecera del valle central. Sus límites naturales son, por el este, la cordillera de los Andes y, por el oeste, la cordillera de la Costa, posee un declive natural de oriente a poniente alcanzando en el primero los 1.000 m.s.n.m. y descendiendo hacia el poniente con un promedio de 500 a 600 m.s.n.m (Salgado, 2003).

Durante la temporada 2008-2009, se registraron precipitaciones con valores promedio de 400 mm, alrededor de un 25% de superávit con respecto a un año normal. Además no se presentaron lluvias durante la vendimia lo que hizo que las cosechas se pudieran realizar con normalidad. Las temperaturas medias mínimas fueron mayores durante la temporada, alcanzando los 3°C, no se registraron heladas en esta temporada. Las temperaturas medias máximas durante el periodo de brotación fueron de 21°C, y durante el periodo de maduración del fruto las temperaturas llegaron a los 30°C aproximadamente. La acumulación de grados-día alcanzó un valor de 2076, esto alrededor de 200 grados más que la temporada anterior (A.I.E, 2009).

## **Zona 3**

**Valle de Casablanca**, Ubicado aproximadamente en la longitud 33°20' y longitud 71°20'.

Es un valle prelitoral ubicado en la planicie costera de la V Región. El relieve es en general, de cerros lejanos y suaves lomas que no sobrepasan los 400 metros sobre el nivel del mar. La vid se cultiva en terrenos planos o de pendientes suaves y las aguas de riego son generalmente extraídas de pozos subterráneos del estero Los Sauces y de los embalses La Vinilla y Perales (Salgado, 2003).

Durante la temporada 2008-2009, las precipitaciones mejoraron sustantivamente con respecto a la temporada anterior, las que fueron de 487 mm, siendo considerado un año

normal, la concentración de estas lluvias fue básicamente durante el invierno, sin registro de lluvias durante el periodo de cosecha. Las temperaturas medias mínimas fueron de 5°C, superiores en 3°C sobre la temporada anterior. En cuanto a heladas esta temporada se presento más benigna, las cuales solo se registraron en el mes de Octubre, sin graves consecuencias. Las temperaturas medias máximas durante la brotación fueron de 18°C y las temperaturas medias máximas durante el periodo de maduración del fruto fueron de 27°C. Los grados-días fueron menores a temporadas anteriores, lo cuál produjo un leve retraso en la madurez (A.I.E, 2009).

#### **Zona 4**

**Valle de San Antonio,** Durante la temporada 2008-2009, las precipitaciones fueron del orden de 530 mm, esto equivale a un bajo nivel de superávit considerando que un año normal varía entre 400 y 500 mm, las que no afectaron el periodo de vendimia. Las temperaturas medias mínimas durante el periodo de brotación fueron de 7°C, esto es 4°C más alto que la temporada anterior, no hubo registro de heladas. Las temperaturas medias máximas durante el mismo periodo fueron de 17°C, similares a la temporada anterior. A diferencia de las temperaturas medias máximas, que en el periodo de maduración fueron de 23°C, superiores en 3°C a la temporada anterior (A.I.E, 2009).

#### **Zona 5**

**Valle de Curicó,** Ubicado aproximadamente en la latitud 34°57' y longitud 71°22'.

La región vitivinícola del valle de Curicó comprende la zona del Valle de Teno, con sus áreas Rauco y Romeral, y la zona del Valle de Lontué con sus áreas de Molina y Sagrada Familia. Concentrándose el cultivo de la vid preferentemente en el valle central y en el piedmont de la cordillera de la costa. Muchos de estos suelos son aluviales recientemente influenciados por los ríos Teno y Lontué, ambos afluentes del río Mataquito (Hernández, 2011).

Durante la temporada 2008-2009, las precipitaciones estuvieron alrededor de los 680 mm, esto estuvo dentro del promedio de un año normal que es 660mm, no se presentaron precipitaciones en la época de cosecha. Las temperaturas medias mínimas en la época de brotación fueron de 5°C, no hubo registro de heladas. Las temperaturas medias máximas en la misma fecha fueron de 19°C, superiores en 2°C a un año promedio. Las temperaturas medias máximas durante el periodo de maduración del fruto fueron de 28°C, 1°C más alto que un año promedio (A.I.E, 2009).

#### **Zona 6**

**Valle Lolol,** Ubicado aproximadamente en la latitud 34°42' y longitud 71°39'.

El Valle de Lolol, sub-denominación de origen del Valle de Colchagua, es particularmente templado debido a la proximidad del océano Pacífico, situado a unos 40 kilómetros, lo que

ocasiona frecuentes brumas matutinas. Estas características hacen de Lolol un valle más templado que Colchagua y asociado a regiones costeras.

El clima es fresco con brisas oceánicas y nieblas. La mayoría de las lluvias caen durante los meses de invierno, las temperaturas bajan hasta 2°C en invierno y no superan los 30°C durante el verano (Hernández, 2011).

Durante la temporada 2008-2009, las precipitaciones estuvieron cerca de un 20% por sobre el promedio, las que alcanzaron 660 mm siendo con respecto al año anterior un 71% más. Las lluvias fueron concentradas en el invierno y se presentó una primavera y un verano secos. Las temperaturas medias mínimas en el periodo de brotación fueron de 8°C, esto en promedio dentro de la zona. Las medias máximas en el mismo periodo fueron de 21°C y durante la maduración del fruto fueron en promedio de 27°C estas son temperaturas similares a otras temporadas (A.I.E, 2009).

## **Zona 7**

**Valle de Bio-Bio**, ubicado aproximadamente en la latitud 33°15' y longitud 71°30'.

En este valle se encuentran diversos tipos de suelos, como los derivados de cenizas volcánicas modernas que se encuentran principalmente en la precordillera andina y en el oriente de la depresión intermedia. Los suelos rojo arcillosos son derivados de cenizas volcánicas antiguas que han evolucionado sobre brechas volcánicas o tobas volcánicas en la precordillera andina y depresión intermedia. Los suelos de sedimentos aluviales finos en la depresión intermedia generalmente tienen entre 4 y 6% de materia orgánica en la superficie, texturas medias a moderadamente finas en la superficie y moderadamente finas a finas en el subsuelo. Los suelos de rocas graníticas se han originado a partir de la meteorización de rocas graníticas, las que forman parte del macizo montañoso de la cordillera de la costa en la VIII región. Los suelos de rocas metamórficas se encuentran en distintos sectores de la cordillera de la costa, y se han formado a partir de material generador de rocas metamórficas. Otros suelos se han formado a partir de la evolución de los sedimentos marinos que forman extensas plataformas litorales en la zona costera de la VIII región (Hernández, 2011).

Durante la temporada 2008-2009, las precipitaciones fueron alrededor de un 40% menores esto es decir 700 mm, las temperaturas medias mínimas en el periodo de brotación fueron de 4°C y las medias máximas en el mismo periodo fueron de 17°C. En el periodo de maduración del fruto las temperaturas medias máximas fueron de 25°C y las medias mínimas en el mismo periodo fueron de 10°C (A.I.E, 2009).

A continuación se presentan los distintos análisis realizados agrupados en base a su lugar de origen.

Cuadro 10. Análisis básicos para vinos Pinot noir chilenos.

Zonas geográficas de Chile								
Parámetros	Zona 1 (n=6)	Zona 2 (n=3)	Zona 3 (n=7)	Zona 4 (n=3)	Zona 5 (n=3)	Zona 6 (n=6)	Zona 7 (n=3)	p valor
Azúcar residual (g glucosa/L)	3,85 ± 0,06*	3,55 ± 0,18	4 ± 0,17	3,82 ± 0,18	3,78 ± 0,09	3,83 ± 0,16	3,66 ± 0,19	<b>0,01</b>
Acidez total (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> g/L)	4,25 ± 0,24	3,38 ± 0,55	4,60 ± 0,30	4,09 ± 0,54	4,02 ± 0,21	4,12 ± 0,36	3,61 ± 0,49	<b>0,018</b>
pH	3,46 ± 0,20	3,72 ± 0,21	3,40 ± 0,12	3,56 ± 0,18	3,54 ± 0,02	3,55 ± 0,12	3,71 ± 0,12	<b>0,025</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Cuadro 11. Análisis de fraccionamiento de taninos de vinos Pinot noir chilenos.

Zonas geográficas de Chile								
Parámetros	Zona 1 (n=6)	Zona 2 (n=3)	Zona 3 (n=7)	Zona 4 (n=3)	Zona 5 (n=3)	Zona 6 (n=6)	Zona 7 (n=3)	p valor
F1	6,55 ± 3,15*	4,23 ± 2,59	5,57 ± 2,97	8,17 ± 8,54	5,53 ± 3,88	9,31 ± 6,83	18,12 ± 18,20	<b>0,47</b>
F1 %	1,60 ± 0,63	0,93 ± 0,73	1,44 ± 0,85	1,33 ± 1,20	0,72 ± 0,68	1,59 ± 1,75	1,10 ± 0,67	<b>0,33</b>
F2	39,99 ± 29,42	58,63 ± 23,29	44,27 ± 22,80	71,81 ± 55,40	81,92 ± 11,51	65,02 ± 19,12	168,62 ± 95,71	<b>0,036</b>
F2 %	8,87 ± 3,38	11,33 ± 4,56	9,75 ± 3,91	10,79 ± 4,83	9,78 ± 4,74	10,53 ± 6,32	10,93 ± 1,31	<b>0,066</b>
F3	413,12 ± 204,32	498,22 ± 258,50	438,43 ± 323,76	617,13 ± 426,75	829,65 ± 341,90	644,60 ± 296,0	1314 ± 605,48	<b>0,044</b>
F3 %	89,53 ± 3,47	87,74 ± 5,11	88,80 ± 4,11	87,88 ± 5,73	89,50 ± 5,42	87,88 ± 7,99	87,97 ± 1,96	<b>0,058</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Cuadro 12. Análisis de la composición fenólica de vinos Pinot noir chilenos.

Zonas geográficas de Chile								
Parámetros	Zona 1 (n=6)	Zona 2 (n=3)	Zona 3 (n=7)	Zona 4 (n=3)	Zona 5 (n=3)	Zona 6 (n=6)	Zona 7 (n=3)	p valor
Intensidad de color	6,38 ± 0,99*	6,39 ± 0,74	8,80 ± 1,82	7,48 ± 3,93	7,76 ± 0,05	5,79 ± 1 b	9,04 ± 0,85	<b>0,012</b>
Absorbancia a 420 nm	0,21 ± 0,02	0,24 ± 0,02	0,29 ± 0,05	0,32 ± 0,02	0,27 ± 0,01	0,22 ± 0,05	0,32 ± 0,02	<b>0,08</b>
Absorbancia a 520 nm	0,37 ± 0,09	0,32 ± 0,05	0,50 ± 0,11	0,25 ± 0,10	0,41 ± 0,02	0,29 ± 0,07	0,46 ± 0,09	<b>0,099</b>
Absorbancia a 620nm	0,05 ± 0,01	0,08 ± 0,003	0,09 ± 0,03	0,08 ± 0,02	0,09 ± 0,001	0,06 ± 0,01	0,12 ± 0,004	<b>0,055</b>
Matiz	0,58 ± 0,12	0,77 ± 0,06	0,58 ± 0,04	0,65 ± 0,1	0,67 ± 0,05	0,76 ± 0,05	0,71 ± 0,12	<b>0,01</b>
Antocianos mg EM/L	218,88 ± 42,34	153,11 ± 54,86	251 ± 66,26	256,20 ± 96,35	106,27 ± 21,53	200,78 ± 29,69	143,33 ± 5,49	<b>0,007</b>
Taninos g EP/L	1,46 ± 0,28	1,81 ± 0,35	2,06 ± 0,58	1,29 ± 0,24	3,04 ± 0,28	2,21 ± 0,65	3,52 ± 0,41	<b>0,003</b>
Fenoles g EAG/L	0,94 ± 0,10	1,12 ± 0,06	1,25 ± 0,22	0,97 ± 0,14	1,60 ± 0,04	1,20 ± 0,20	1,80 ± 0,09	<b>0,002</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Cuadro 13. Análisis del perfil antocianico de vinos Pinot noir chilenos (mg EM/L).

Zonas geográficas de Chile								
Parámetros	Zona 1 (n=6)	Zona 2 (n=3)	Zona 3 (n=7)	Zona 4 (n=3)	Zona 5 (n=3)	Zona 6 (n=6)	Zona 7 (n=3)	p valor
Dp3Gl	1,75 ± 0,89*	2,10 ± 0,77	3,58 ± 4,28	2,89 ± 4,26	1,83 ± 0,49	0,81 ± 0,09	4,84 ± 4,07	<b>0,006</b>
Cy3Gl	19,61 ± 2,53	15,17 ± 4,98	21,50 ± 9,82	18,36 ± 12,09	9,29 ± 0,21	19,63 ± 3,48	6,32 ± 5,51	<b>0,023</b>
Pt3Gl	1,07 ± 0,24	1,22 ± 1,59	1,27 ± 1,29	1,57 ± 2,58	0,40 ± 0,26	0,99 ± 1,24	4,45 ± 6,19	<b>0,275</b>
Po3Gl	19,07 ± 6,75	12,13 ± 4,49	18,37 ± 9,32	11,89 ± 1,08	10,12 ± 3,75	5,02 ± 1,93	6,79 ± 1,72	<b>0,008</b>
Mv3Gl	305,09 ± 66,17	226,22 ± 107,68	293,0 ± 102,37	226,04 ± 117,81	96,95 ± 14,84	231,81 ± 27,12	82,63 ± 7,20	<b>0,006</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Cuadro 14. Concentraciones en mg equivalentes de ácido benzoicos\*L-1 en vinos Pinot noir chilenos

Zonas geográficas de Chile								
Parámetros	Zona1 (n=6)	Zona2 (n=3)	Zona3 (n=7)	Zona4 (n=3)	Zona 5 (n=3)	Zona 6 (n=6)	Zona 7 (n=3)	p valor
Acido Gálico	6,06 ± 1,67*	16,49± 12,30	10,38± 5,90	11,77± 8,66	29,38 ± 22,75	7,25 ± 1,12	13,88 ± 3,24	<b>0,014</b>
Acido Protocatéquico	1,28 ± 0,33	1,91± 0,84	1,53 ± 0,47	1,76 ± 0,77	2,66 ± 1,66	1,63 ± 0,24	0,94 ± 0,09	<b>0,015</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Cuadro 15. Concentraciones de Ácidos Caftárico y Caféico en vinos Pinot noir chilenos.

Zonas geográficas de Chile								
Parámetros	Zona 1 (n=6)	Zona 2 (n=3)	Zona 3 (n=7)	Zona 4 (n=3)	Zona 5 (n=3)	Zona 6 (n=6)	Zona 7 (n=3)	p valor
Ácido Caftárico	0,46 ± 0,09*	2,86 ± 3,50	1,64 ± 2,31	2,36 ± 2,95	7,06 ± 5,65	2,44 ± 3,33	1,14 ± 1,06	<b>0,274</b>
Ácido Cafeíco	1,71 ± 0,65	4,74 ± 1,70	3,52 ± 1,72	5,14 ± 4,58	4,82 ± 1,99	2,01 ± 0,24	12,49 ± 8,60	<b>0,005</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Cuadro 16. Concentraciones en mg equivalentes de (+)-catequina\*L-1 en vinos Pinot noir chilenos.

Zonas geográficas de Chile								
Parámetros	Zona 1 (n=6)	Zona 2 (n=3)	Zona 3 (n=7)	Zona 4 (n=3)	Zona 5 (n=3)	Zona 6 (n=6)	Zona 7 (n=3)	p valor
(+) catequina	19,72 ± 12,77*	60,32 ± 28,72	40,56 ± 30,55	42,05 ± 29,16	69,39 ± 1,57	28,60 ± 4,25	56,95 ± 42,02	<b>0,057</b>
(-) epicatequina	11,24 ± 6,28	19,68 ± 15,11	14,07 ± 9,91	14,67 ± 12,07	23,06 ± 28,14	9,48 ± 1,55	20,26 ± 18,38	<b>0,391</b>
Procianidina	2,45 ± 1,25	7,54 ± 7,23	3,53 ± 1,76	4,70 ± 4,99	16,14 ± 12,37	3,82 ± 1,28	2,07 ± 2,05	<b>0,03</b>
Galato de procianidina	3,17 ± 2,42	4,96 ± 5,66	5,38 ± 5,91	8,23 ± 6,35	12,12 ± 7,49	5,58 ± 5,29	6,46 ± 5,98	<b>0,031</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Cuadro 17. Concentraciones en mg/L de Trans resveratrol en vinos Pinot noir chilenos.

Zonas geográficas de Chile								
Parámetros	Zona1 (n=6)	Zona2 (n=3)	Zona3 (n=7)	Zona4 (n=3)	Zona5 (n=3)	Zona6 (n=4)	Zona7 (n=3)	p valor
trans resveratrol	0,88 ± 0,39*	1 ± 0,47	0,92 ± 0,35	1,91 ± 1,58	0,86 ± 0,45	0,99 ± 0,50	0,78 ± 0,38	<b>0,556</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

Cuadro 18. Concentraciones en mg/L de flavonoles en vinos Pinot noir chilenos.

Zonas geográficas de Chile								
Parámetros	Zona 1 (n=6)	Zona 2 (n=3)	Zona 3 (n=7)	Zona 4 (n=3)	Zona 5 (n=3)	Zona 6 (n=6)	Zona 7 (n=3)	p valor
Miricetina-3-glucosido	4,18 ± 2,10*	4,15 ± 2,36	3,60 ± 2,15	3,50 ± 2,94	1,62 ± 1,25	4,07 ± 2,75	3,34 ± 2,45	<b>0,01</b>
Miricetina-3-galactosido	4,05 ± 1,91	4,06 ± 2,26	3,58 ± 2,04	3,74 ± 2,72	2,17 ± 2,09	4,05 ± 2,57	3,58 ± 2,37	<b>0,092</b>
Quercetina	0,33 ± 0,33	0,43 ± 0,53	0,46 ± 0,54	1,10 ± 0,87	1,10 ± 0,84	0,66 ± 0,73	0,74 ± 0,79	<b>0,354</b>

\*Promedio ± desviación estándar. Parámetros con p valor >0,05 no difieren estadísticamente.

## Análisis Estadístico

Se procedió a analizar cada variante agrupada por los lugares de origen de las muestras mediante Kruskal Wallis, de ellas 23 tuvieron diferencia significativa, luego se realizó un análisis de componentes principales.

### Análisis de componentes principales

El análisis de Componentes Principales (PCA), se realizó con las 28 muestras estudiadas y además se agregaron 2 muestras con los promedios respectivos para que la zona 2 y 5 cumplan con tres muestras para el análisis estadístico. Fueron 23 las variables en las cuales se obtuvo diferencias significativas mediante el método Kruskal Wallis entre zonas durante el transcurso del estudio, éstas fueron: azúcares reductores, acidez total, pH, antocianos totales, taninos totales, fenoles totales, flavan-3-oles monómeros, oligómeros y polímeros, ácido protocatequico, procianidina, galato de procianidina, ácido gálico, miricetina-3-glucosido, quercetina-3-glucosido, ácido caféico, glucósidos de malvidina, peonidina, petunidina, cianidina, delfinidina, matiz e intensidad colorante. De estas las que tenían p-value mas bajo, por lo tanto que se diferenciaban más los grupos, fueron taninos totales, antocianos totales, fenoles totales, ácido caféico, malvidina, peonidina y delfinidina.

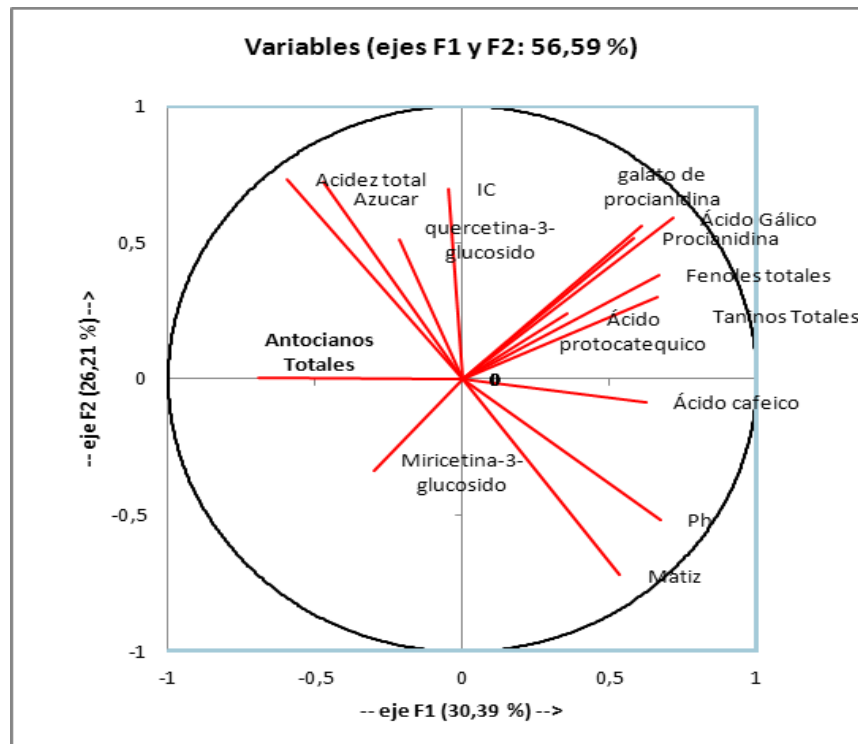


Figura 3. Análisis de componentes principales (PCA) de vinos Pinot noir chilenos.

Las correlaciones de las dos primeras componentes principales se presentan en la Figura 3.

Al analizar la figura se puede observar como la primera componente se correlaciona de forma positiva con el pH, taninos totales, fenoles totales, ácido gálico, ácido protocatequico, ácido caféico, procianidina, galato de procianidina y de forma negativa con las variables de antocianos totales, miricetina-3-glucósido y quercetina-3-glucósido. La posición de los vinos de acuerdo al segundo componente está determinado en mayor medida por la acidez total, azúcar, intensidad colorante y matiz.

Según Zuñiga (2010) en un análisis de componentes principales en la caracterización de Pinot noir chilenos comerciales de 5 zonas distintas, las diferencias más importantes dentro de las variables analíticas que explicaban la separación de los grupos son coincidentes con la de este estudio en taninos totales, fenoles totales y quercetina. Si tomamos en cuenta los análisis sensoriales donde la variable tono contribuye en gran medida a la diferenciación de las zonas, estas se podrían relacionar con las variables analíticas que hacen alusión a este atributo como; intensidad colorante y matiz que ayudaron en gran medida a explicar las diferencias en este estudio.

Cabe destacar que independiente de que la comparación haya sido con vinos comerciales, los que obtuvieron otros procesos anexos en su elaboración. Aun así, se encontraron similitudes como es en el caso que el menor contenido de malvidina-3-glucosido en ambos estudios se encontrara en la zona sur del país.

Es importante destacar el hecho de no haber encontrado diferencia estadística en las variables estudiadas al agrupar por origen genético, sin embargo el haber podido encontrar diferencias en este estudio donde además de la variable del lugar está el distinto material genético. Si tomamos en cuenta el estudio de Zuñiga (2010) donde existe la variabilidad de la crianza del vino que generalmente es distinto en cada bodega y de igual forma se pudieron agrupar las muestras según su origen. Es más explícito lo altamente influenciados que están los vinos por las condiciones ambientales.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a lo realizado durante este estudio se concluye que:

No existen diferencias significativas en las variables físicas y químicas en los vinos del cv Pinot noir que permitan agrupar las muestras de acuerdo a origen clonal o masal, por lo que no se aprueba la hipótesis propuesta.

En relación a la composición física y química de los vinos no se encontraron diferencias estadísticas significativas que permitieran agrupar por origen genético las muestras, dadas las grandes desviaciones estándar que habían dentro de cada tratamiento, sin embargo los valores en general tenían concordancia con estudios hechos en Chile y nivel mundial en la misma variedad.



## BIBLIOGRAFÍA

Ageorges, A.; L. Fernandez; S. Vialet; D. Merdinoglu; N. Terrier and C. Romieu. 2006, feb. Four specific isogenes of the anthocyanin metabolic pathway are systematically co-expressed with the red colour of grape berries. *Plant Science*. 170: 372–383.

Anderson, M.M.; R. J. Smith and M.A. Williams. 2008, jun. Viticultural evaluation of French and California Pinot noir clones grown for production of sparkling wine. *American Journal of Enology and Viticulture*. 59:2:188-193.

A.I.E (Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos Enólogos). 2009. Informe de Vendimia 2009. Disponible en <http://www.enologo.cl/vendimia.htm> (consulta: 15 de octubre 2013).

Bergquist, J.; N. Dokoozolian; N. Ebisuna. 2001, dic. Sunlight Exposure and Temperature Effects on Berry Growth and Composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *American Journal of Enology and Viticulture*. 52: 1.

Castagnoli, S.P. and M. Carmo-Vasconcelos. 2006, mar. Field performance of 20 “Pinot Noir” clones in the Willamette Valley of Oregon. *HortTechnology*. 16: 153–161.

Castellarin, S.D.; G. Di Gaspero; R. Marconi; A. Nonis; E. Peterlunger; S. Paillard; A.F. Adam-Blondon; and R. Testolin. 2006, ene. Colour variation in red grapevines (*Vitis vinifera L.*): genomic organisation, expression of flavonoid 3'-hydroxylase, flavonoid 3',5'-hydroxylase genes and related metabolite profiling of red cyanidin-/blue delphinidin-based anthocyanins in berry skin. *Bmc Genomics*. 7, 12.

Castro, L. 2009. Evolución de la composición fenólica de bayas de *Vitis vinifera L.* cv. Cabernet sauvignon y cv. Carménère durante la maduración. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Enología y Vitivinicultura. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 69h.

Cliff, M.A.; C.M. King; J. Scholsser. 2007, ago. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory of BC commercial red wines. *Food Research International*. 40:92-100.

Cortell, J.M.; M. Halbleib; A.V. Callacher; T.L. Righetti; J.A. Kennedy. 2007, ago. Influence of vine vigor on grape (*Vitis Vinifera l.* cv. Pinot noir) Anthocyanin concentration and composition in fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 6575-6584.

D'Agostino, S.; P. Catanzaro and R. Riotto. 2003, dic. Caratteristiche dei vini Della cv. Pinot nero prodotti in provincia di Palermo. *Industrie delle Bevande*. 33: 553-559.

Del valle, G.; A. González and R. Baes. 2005, dic. Antocianinas en uva (*Vitis vinifera* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*. 28:359-368.

Downey, M.O.; J.S. Harvey and S.P. Robinson. 2004, ene. The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 1: 55-73.

Du toit, W.J. 2008, sept. Colour and phenolic characteristics of different clones from Pinot noir, Merlot, Shiraz, Cabernet franc and Cabernet sauvignon. *Wynboer*. 12: 39-49.

Fang, Y.; M. Qian. 2005, nov. Aroma compounds in Oregon Pinot noir wine determined by aroma extract dilution analysis (AEDA). *Flavour and Fragrance Journal*. 20: 20-29.

Fidelibus, M.W.; L.P. Christensen; D.G. Katayama and P.T. Verdenal. 2006, ene. Yield components and fruit composition of six “Cabernet Sauvignon” grapevine selections in the Central San Joaquin Valley, California. *Journal of the American Pomological Society*. 60: 32–36.

García-Barceló. J. 1990. “Técnicas analíticas para vinos”. Barcelona, España: Ediciones FAB. 1713p.

Glories, Y. 1978. Recherches sur la matière colorante des vins rouges. Thèse doctorat d'état, Université de Bordeaux II. 364h.

Glories, Y. 1984. La Couleur des Vins Rouges, 1° Partie les equilibres des anthocyanes et des tanins. *Connaissance Vigne Vin*. 18, 3: 195-217.

Gómez, E.; R. Gil; J.M. López; A. Martínez; J.I. Fernández-Fernández. 2001, mar. Phenolic compounds and color stability of red wines. Effect of skin maceration time. *American Journal of Enology and Viticulture*. 52: 271-275.

González-San José, M.L.; G. Santa-María and C. Díez. 1990, abr. Anthocyanins as parameters for differentiating wines by grape variety, wine-growing region and wine-making methods. *Journal of Food Composition and Analysis*. 3: 54–66.

Gutierrez, I.; E. Sanchez; A. Vicario. 2005, jul. Phenolic composition and magnitude of copigmentation in young and shortly aged red wines made from the cultivars, Cabernet Sauvignon, Cencibel, and Syrah. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 92: 269-283.

Haselgrove, L.; D. Botting; R. Van Heeswijck; P.B. Høj; R. Dry; C. Ford and P.G. Iland. 2000, jul. Canopy microclimate and berry composition: the effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L cv. Shiraz grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 6: 141–149.

Hernández, A. y Y. Moreno. 2011. Origen del vino Chileno. Santiago, Chile: Ediciones ORICA. 272 p.

Karna, S.; B. Linda and A. Douglas. 2005, sep. A Review of the Effect of Winemaking Techniques on Phenolic Extraction in Red Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 56:3.

Ketter, M. 2008. Caracterización de la composición fenólica de vinos comerciales del cv. Cabernet Sauvignon provenientes de tres valles de Chile, de las vendimias 2002 y 2003. Memoria Ingeniero. Agrónomo, Mención Enología y Vitivinicultura. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 50h.

Manzano, S.; J. Gonzalo and C. Buelga. 2004, jun. Extraction of flavan-3-ols from grape seed and skin into wine using simulated maceration. *Analytical Chemical*. 513: 283–289.

MAPA (Ministere de l'agriculture, de la peche et de l'alimentation). 1995. "Catalogue officiel des varietes de vigne cultivees en France". Ediciones ONIVNS. Francia. 352 p.

Mayer, R.; K. Hummer; C. Finn; B. Fei and R. Wrostand. 2002. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 519-525.

Mazza, G.; L. Fukumoto; P. Delaquis; B. Girard; B. Ewert. 1999, sep. Anthocyanins, Phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot y Pinot noir wines from British Columbia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47: 4009-4017.

Mc Donald, M.S.; M. Huches; J. Burns; M. Lean; D. Matthews and A. Crozier. 1998, feb. Survey of the free and conjugates myricetin and quercetin contend of red wine of different geographical origins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 368-375.

Monagas, M.; B. Bartolomé and C. Gómez-Cordovés. 2005, jul. Update knowledge about the presence of phenolic compounds in wine. *Critical reviews in food science and nutrition*. 45: 85-118.

Monagas, M.; C. Gómez-Cordovés; B. Bartolomé; O. Laureano and J.M. Ricardo-Da Silva. 2003, sep. Monomeric, oligomeric, and polymeric flavan-3-ol composition of wines and grapes from *Vitis Vinifera L.* cv. Graciano, Tempranillo and Cabernet Sauvignon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51:6475-6481.

Moreno, J.J.; F. Cerpa-Calderon; S.D. Cohen; Y. Fang; M. Qian and J.A. Kennedy. 2008, ene. Effect of postharvest dehydration on the composition of pinot noir grapes (*Vitis vinifera L.*) and wine. *Food Chemistry*. 109: 755–762.

Muller, L. 1982. Rapport entre la qualité du vin produit, le cépage et l'environnement. O.I.V. 612:97-107.

Muñoz, A. 2006. Composición fenólica y evaluación sensorial de vinos comerciales de la cosecha 2005 del cv. Carmenére de las D.O. Curicó y Maule. Memoria Ingeniero

Agrónomo, Mención Enología y Vitivinicultura. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agrónomicas, Universidad de Chile. 48h.

Nuñez, V.; M. Monagas; M.C. Gomez and B. Bartolome. 2004, jun. *Vitis vinifera L. cv. Graciano* grapes characterized by its anthocyanin profile. *Postharvest Biology and Technology*. 31: 69–79.

Oliveira M.; P. Esperanca and A. Ferreira. 2001, ago. Characterisation of anthocyanidins by electrospray ionisation and collision-induced dissociation tandem mass spectrometry. *Rapid Communicationn in Mass Spectrometry*. 15: 25-32.

Peña-Neira, A. 2002, jul. Composición fenólica de vinos comerciales chilenos. *Revista Vitivinicultura Chile*. 4: 46-51.

Peña-Neira, A.; A. Caceres and C. Pastene. 2007, sep. Low molecular weight phenolic and anthocyanin composition of grape skins from cv. Syrah (*Vitis vinifera L.*) in the Maipo valley (Chile): Effect of clusters thinning and vineyard yield. *Food Science and Technology International*. Vol. 13 (2):153-158.

Perez-Magariño, S. and M.L, González-San José. 2005, feb. Effect of ripening stage of grapes on the low molecular weight phenolic compounds of red wines. *European Food Research and Technology*. 220: 597-606.

Perret, C.; R. Pezet and R. Tabachini. 2003, jul. Fractionation of grape tannins and análisis by matrix-assisted laser desorption/ionisation time of flight mass spectrometry. *Phytochemical. Analysis*. 14: 202–208.

Preys, S.; E. Vigneau; G. Mazerolles; V. Cheyneir and D. Bertand. 2007, ene. Multivariate prototype approach for authentication of food products. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 87: 200–207.

Price, S.; P.J. Breen; M. Valladao and B. Watson. 1995, may. Cluster sun exposure and quercetine in Pinot noir grapes and wine. *American Journal of Enology and Viticulture* 46: 2.

Revilla, E.; E. Garcia-Beneytez and F. Cabello. 2009, feb. Anthocyanin fingerprint of clones of Tempranillo grapes and wines made with them. *Australian Journal of Grape and Wine Research*.15: 70–78.

Ribereau–Gayon, P. and E. Stonestreet. 1966. Dosage des tanins du vin rouge et détermination de leur structure. *Analytical Chemistry*. 48: 188-196.

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 2009. División Protección Agrícola Viñas y Vinos. Catastro Vitícola Nacional 2011. Disponible en: <http://www.sag.cl/>. Leído el 15 de Junio de 2012.

Salgado, R. 2003. Caracterización de la composición fenólica de vinos del cv. Carménère provenientes de cinco valles de Chile. Memoria Ingeniero Agrónomo,

Mención Enología y Vitivinicultura. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 72h.

Sun, B.; C. Leandro; J.M. Ricardo da Silva and I. Spranger. 1998, feb. Separation of grape and wine proanthocyanidins according to their degree of polymerization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 1390-1396.

Sun, B.; M. Conceicao; V. Freitas and M.I. Spranger. 2006, jun. Fraction of red wine polyphenols by solid-phase extraction and liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*. 1128: 27-38.

Wang, S.; F. Catana; Y. Yang; R. Roderick and R.B. Van Bremen. 2002, ene. An LC-MS method for analyzing total resveratrol in grape juice, cranberry juice and in wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 431-435.

Yamane, T.; S, Tae Jeong; N, Goto-Yamamoto; Y, Koshita and S, Kobayashi. 2006, mar. Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57(1): 54-59.

Zamora, F. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. 224 p.

Zamorano, R. 2004. Efecto de distintos momentos de cosecha de uva cv. Cabernet Sauvignon sobre la composición química y sensorial de los vinos en el valle del Maipo. Memoria de Título Ingeniero Agrónomo. Mención Enología y Vitivinicultura. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 87h.

Zamus, S.; C.M. Martinez and M. Vilanova. 2007, abr. Primary study of eonological variability of wines of different clones of *Vitis vinifera* L. cv. Grown in Albariño Misión biológica de Galicia (CSIC). *Journal of Food Composition and Analysis*. 20: 591-595.

Zoecklein, B.W.; K.C. Fugelsang; B.H. Gump and F.S. Nury. 2001. Análisis y producción de vino. Zaragoza, España: Editorial Acribia. 611p.

Zúñiga, C. 2010. Caracterización química y sensorial de vinos comerciales del cultivar Pinot Noir producidos en Chile. Tesis de Magister en Enología y Vitivinicultura. Mención Enología y Vitivinicultura. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 72h.

## ANEXOS

## Anexo I

Nº Muestra	Viña	Valle	Clon/selección masal	Código	Observaciones
1	Casas del Bosque	Casablanca	Valdivieso	CDB-V	2 semanas en barrica
2	Corpora	Bío-Bío	Valdivieso	CO-V	
3	Laroche	Casablanca	Valdivieso	LA-V	
4	Matetic	San Antonio	Valdivieso	MA-V	
5	Tabali	Limarí	Valdivieso	TA-V	
6	WilliamFevre	Maipo	Valdivieso	WF-V	
7	Emiliana	Casablanca	Concha y toro	EM-160	
8	Emiliana	Casablanca	Concha y toro	EM-181	
9	Emiliana	Casablanca	Concha y toro	EM-146	c/ orujos
10	Terrandina	Lontue	Concha y toro	TA-CYT	2 semanas en barrica
11	Ventisquero	Maule	Concha y toro	VE-CYT	1 mes en barrica
12	Ventisquero	San Antonio	Concha y toro	VE-CYT-CA	
13	Undurraga	Casablanca	Concha y toro	UN-CYT	
14	Casas del Bosque	Casablanca	115	CDB-115	2 semanas en barrica
15	Corpora	Bío-Bío	115	CO-115	
16	Tabali	Limarí	115	TA-V-115	
17	Ventisquero	Lolol	115	VE-115	1 mes en barrica
18	Undurraga	San Antonio	115	UN-115	2 semanas en barrica
19	Corpora	Bío-Bío	777	CO-777	
20	Emiliana	Casablanca	777	EM-777	
21	Tabali	Limarí	777	TA-777	
22	Tabali	Limarí (productor)	777	TA-P777	
23	Ventisquero	Lolol	777	VE-777	1 mes en barrica
24	Undurraga	Limarí	777	UN-777	1 mes en barrica
25	Ventisquero	Lolol	667	VE-667	1 mes en barrica
26	Ventisquero	Lolol	113	VE-113	1 mes en barrica
27	Ventisquero	Lolol	56	VE-56	1 mes en barrica
28	Undurraga	Limarí	16	UN-16	1 mes en barrica

## APÉNDICES

## Apéndice I

MUESTRA	ACIDEZ TOTAL (g/L H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	pH	AZÚCAR RESIDUAL (g/L glucosa)
CDB-115	5,29	3,54	4,42
CDB-V	4,31	3,57	3,94
LA-V	4,51	3,5	4
TA-P777	4,17	3,34	3,75
TA-777	4,61	3,27	3,89
TA-V	4,61	3,37	3,99
TA-115	4,46	3,27	3,81
UN-16	3,33	3,7	3,52
UN-777	4,12	3,57	3,84
UN-115	4,02	3,54	3,78
UN-CYT	4,61	3,26	3,93
WF-V	2,99	3,86	3,42
EM-777	4,46	3,39	3,92
EM-CYT160	4,41	3,35	3,88
EM-CYT181	4,61	3,28	3,94
EM-CYT146	4,61	3,31	3,96
TA-CYT	4,17	3,52	3,84
SP-CU67	3,87	3,55	3,71
SP-SM	3,77	3,57	3,67
MA-V	4,66	3,39	4,02
CO-777	4,17	3,57	3,87
CO-115	3,38	3,8	3,59
CO-V	3,28	3,76	3,52
VE-667	4,21	3,5	3,86
VE-777	3,97	3,74	3,85
VE-115	4,26	3,57	3,92
VE-113	3,58	3,62	3,6
VE-56	4,66	3,46	4,06
VE-CYT	4,02	3,4	3,71
VE-CYT-CA	3,58	3,74	3,66

## Apéndice II

MUESTRA	INTENSIDAD COLORANTE	MATÍZ	ANTOCIANOS TOTALES (g/L EM)	TANINOS (g/L EP)	FENOLES TOTALES ( g/L EAG)
CDB-115	10,98	0,57	157,3	2,47	1,51
CDB-V	10,47	0,58	158,34	3,27	1,63
LA-V	9,44	0,52	341,59	1,56	1,16
TA-P777	5,02	0,67	185,07	1,14	0,77
TA-777	7,57	0,42	218,5	1,61	1
TA-V	7,21	0,46	221,31	1,91	1,05
TA-115	6,15	0,58	166,21	1,52	0,89
UN-16	5,54	0,73	288,26	1,29	0,92
UN-777	6,76	0,64	233,9	1,3	0,98
UN-115	7,21	0,65	296,35	1,37	0,95
UN-CYT	10,28	0,52	287,18	1,51	1,05
WF-V	5,87	0,81	191,9	2,06	1,16
EM-777	8,33	0,63	304,7	2,11	1,28
EM-CYT160	5,63	0,62	231,43	2,05	1,1
EM-CYT181	7,51	0,6	274,25	1,81	1,04
EM-CYT146	7,77	0,57	257,99	1,73	1,26
TA-CYT	7,79	0,63	91,04	2,84	1,57
SP-CU67	7,72	0,7	121,49	3,23	1,62
SP-SM	6,91	0,73	114,31	1,56	1,07
MA-V	11,54	0,49	325,98	1,47	1,12
CO-777	9,94	0,57	149,6	3,71	1,77
CO-115	8,92	0,79	141	3,81	1,9
CO-V	8,26	0,77	139,39	3,05	1,74
VE-667	6,26	0,69	221,05	2,44	1,31
VE-777	5,4	0,79	223	1,76	1,29
VE-115	5,59	0,73	184,59	2,67	1,34
VE-113	5,25	0,83	216,86	2,79	1,06
VE-56	7,55	0,73	211,84	2,48	1,33
VE-CYT	4,68	0,8	147,31	1,09	0,84
VE-CYT-CA	3,7	0,8	146,27	1,02	0,84



## Apéndice III

MUESTRA	ÁCIDO GÁLICO	ÁCIDO PROTOCATEQUICO
CDB-115	23,15	1,37
CDB-V	19,57	1,27
LA-V	5,58	1,25
TA-P777	5,58	0,71
TA-777	5,21	1,57
TA-V	8,99	1,49
TA-115	4,79	1,50
UN-16	7,05	1,08
UN-777	4,72	1,33
UN-115	8,94	2,74
UN-CYT	5,75	1,19
WF-V	12,29	1,82
EM-777	15,00	1,37
EM-CYT160	18,43	1,75
EM-CYT181	13,04	2,24
EM-CYT146	8,06	1,72
TA-CYT	45,47	3,83
SP-CU67	13,29	1,48
SP-SM	6,36	1,11
MA-V	4,41	1,64
CO-777	10,19	1,04
CO-115	16,30	0,89
CO-V	15,15	0,88
VE-667	6,76	1,55
VE-777	6,15	1,72
VE-115	8,78	1,53
VE-113	8,55	2,07
VE-56	6,63	1,51
VE-CYT	6,66	1,40
VE-CYT-CA	11,01	3,44

## Apéndice IV

MUESTRA	PROCIANIDINA	CATEQUINA	EPICATEQUINA
CDB-115	5,03	87,48	0,68
CDB-V	4,80	58,42	24,78
LA-V	2,23	25,50	12,85
TA-P777	1,12	11,17	9,82
TA-777	2,38	12,64	7,84
TA-V	3,71	32,22	19,25
TA-115	1,34	8,60	5,50
UN-16	4,18	39,29	18,96
UN-777	1,97	14,37	6,07
UN-115	2,65	11,73	8,77
UN-CYT	1,68	11,67	8,85
WF-V	4,43	91,61	2,75
EM-777	5,17	64,76	26,25
EM-CYT160	7,64	93,90	37,67
EM-CYT181	4,78	50,62	20,63
EM-CYT146	3,38	35,03	14,37
TA-CYT	24,89	70,50	42,96
SP-CU67	7,40	68,28	3,17
SP-SM	2,62	7,90	9,64
MA-V	1,15	9,46	5,66
CO-777	4,40	66,64	17,30
CO-115	1,26	10,93	39,94
CO-V	0,56	93,28	3,53
VE-667	4,05	25,39	9,45
VE-777	2,92	27,00	7,23
VE-115	2,84	30,01	10,37
VE-113	6,22	34,38	11,84
VE-56	3,83	31,83	9,19
VE-CYT	3,08	22,98	8,83
VE-CYT-CA	3,69	25,15	9,76

## Apéndice V

MUESTRA	ÁCIDO CAFTÁRICO	ÁCIDO CAFEICO
CDB-115	0,33	3,36
CDB-V	7,87	2,79
LA-V	0,33	3,99
TA-P777	0,39	0,62
TA-777	0,58	1,75
TA-V	0,38	1,39
TA-115	0,57	1,89
UN-16	0,41	2,08
UN-777	0,42	2,53
UN-115	6,34	4,85
UN-CYT	0,42	4,07
WF-V	2,18	6,21
EM-777	1,40	4,46
EM-CYT160	0,43	5,74
EM-CYT181	3,41	5,19
EM-CYT146	0,87	5,46
TA-CYT	3,06	6,23
SP-CU67	11,05	3,42
SP-SM	0,45	1,25
MA-V	0,36	2,05
CO-777	0,78	2,60
CO-115	2,33	16,65
CO-V	0,31	18,22
VE-667	7,76	1,91
VE-777	0,37	2,02
VE-115	0,23	2,07
VE-113	0,48	2,44
VE-56	5,51	1,94
VE-CYT	0,26	1,71
VE-CYT-CA	1,48	9,48

## Apéndice VI

MUESTRAS	MALVIDINA	PEONIDINA	PETUNIDINA	CIANIDINA	DELFINIDINA
<b>CDB-115</b>	136,97	9,81	0,27	14,57	17,64
<b>CDB-V</b>	94,73	7,57	0,21	9,38	5,35
<b>LA-V</b>	513,85	35,01	3,70	45,68	9,11
<b>TA-P777</b>	270,62	13,52	0,80	17,92	1,45
<b>TA-777</b>	286,27	27,04	1,17	19,19	1,52
<b>TA-V</b>	282,77	25,77	1,07	24,02	2,41
<b>TA-115</b>	260,35	12,35	0,79	16,89	1,35
<b>UN-16</b>	438,10	13,36	1,41	20,81	0,61
<b>UN-777</b>	292,43	22,37	1,16	18,80	3,14
<b>UN-115</b>	284,37	30,20	1,02	20,86	1,67
<b>UN-CYT</b>	356,76	32,51	0,53	44,34	2,14
<b>WF-V</b>	211,00	5,62	0,72	16,68	1,13
<b>EM-777</b>	315,12	14,60	0,45	22,11	1,88
<b>EM-CYT160</b>	246,27	9,66	5,06	14,30	3,65
<b>EM-CYT181</b>	316,49	14,94	0,60	17,44	1,67
<b>EM-CYT146</b>	381,92	19,64	1,39	20,93	2,55
<b>TA-CYT</b>	86,46	7,46	0,21	9,44	1,48
<b>SP-CU67</b>	107,44	12,77	0,58	9,14	2,17
<b>SP-SM</b>	145,05	12,33	0,76	11,30	2,26
<b>MA-V</b>	539,84	37,33	1,84	54,52	19,54
<b>CO-777</b>	90,27	8,42	1,54	11,27	9,54
<b>CO-115</b>	81,65	6,94	0,24	7,31	2,33
<b>CO-V</b>	75,96	5,00	11,56	0,38	2,66
<b>VE-667</b>	229,35	6,90	0,44	17,70	0,66
<b>VE-777</b>	278,80	2,66	3,52	22,67	0,78
<b>VE-115</b>	233,33	3,38	0,49	20,56	0,79
<b>VE-113</b>	214,02	4,28	0,43	16,41	0,90
<b>VE-56</b>	236,99	5,39	0,59	24,46	0,89
<b>VE-CYT</b>	198,39	7,51	0,46	16,00	0,85
<b>VE-CYT-CA</b>	117,40	2,07	0,45	7,74	1,07

## Apéndice VII

<b>MUESTRAS</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
<b>CDB-115</b>	102,8	1138,1	100819,5
<b>CDB-V</b>	21,9	1095,6	101841,9
<b>LA-V</b>	257,7	1776,4	95785,5
<b>TA-P777</b>	170,4	1905,7	95920,4
<b>TA-777</b>	58,8	1147,3	101196,3
<b>TA-V</b>	214,7	936,9	100842,1
<b>TA-115</b>	141,0	2743,3	91578,3
<b>UN-16</b>	233,4	2107,2	94194,2
<b>UN-777</b>	246,3	1577,1	96997,2
<b>UN-115</b>	106,4	1855,7	96819,2
<b>UN-CYT</b>	359,6	1603,7	95748,1
<b>WF-V</b>	205,6	2208,6	93904,4
<b>EM-777</b>	87,8	2586,8	92960,7
<b>EM-CYT160</b>	43,0	2636,7	93121,0
<b>EM-CYT181</b>	233,3	3829,9	84675,7
<b>EM-CYT146</b>	77,7	1388,2	99681,8
<b>TA-CYT</b>	134,0	2567,8	92615,4
<b>SP-CU67</b>	27,0	1257,5	100897,3
<b>SP-SM</b>	14,5	1258,8	101012,0
<b>MA-V</b>	73,7	739,5	103305,3
<b>CO-777</b>	202,9	2433,3	92688,4
<b>CO-115</b>	55,4	1974,8	96657,8
<b>CO-V</b>	108,0	2005,9	95973,9
<b>VE-667</b>	73,7	1308,3	100162,3
<b>VE-777</b>	95,4	1635,7	98141,8
<b>VE-115</b>	162,3	1367,0	98975,4
<b>VE-113</b>	23,0	1119,1	101700,8
<b>VE-56</b>	144,3	2576,5	92467,6
<b>VE-CYT</b>	561,0	4353,5	78593,8
<b>VE-CYT-CA</b>	321,5	3605,9	85055,8

## Apéndice VIII

MUESTRAS	Miricetina-3-galactosido	Miricetina-3-glucósido	Quercetina	quercetina-3-glucósido
CDB-115	5,50	5,50	0,19	1,32
CDB-V	5,10	2,89	2,35	1,77
LA-V	3,24	3,24	0,19	1,99
TA-P777	2,18	2,18	0,19	0,75
TA-777	4,73	4,73	0,19	1,58
TA-V	2,82	2,82	0,19	1,18
TA-115	3,67	3,67	0,13	1,62
UN-16	6,52	6,52	0,19	1,37
UN-777	6,92	6,92	0,13	2,03
UN-115	3,38	1,54	1,58	0,74
UN-CYT	5,06	5,06	0,19	2,43
WF-V	0,80	0,53	0,65	0,91
EM-777	2,30	2,30	0,19	1,75
EM-CYT160	6,65	0,71	1,00	0,91
EM-CYT181	0,55	0,97	0,93	0,82
EM-CYT146	1,78	1,78	0,19	1,98
TA-CYT	1,58	2,11	0,18	1,73
SP-CU67	4,54	3,08	1,89	1,14
SP-SM	2,57	4,66	1,00	1,38
MA-V	6,33	6,33	0,13	1,43
CO-777	1,29	1,29	0,19	N.D
CO-115	0,92	1,16	2,30	0,77
CO-V	2,99	2,99	0,19	N.D
E-667	8,26	9,33	1,61	0,87
VE-777	2,05	6,42	1,00	1,01
VE-115	3,07	6,66	1,00	1,14
VE-113	9,20	9,20	0,13	N.D
VE-56	7,96	8,50	2,13	0,75
VE-CYT	6,95	6,95	0,19	0,45
VE-CYT-CA	0,48	0,15	0,62	0,74

## Apéndice IX

MUESTRAS	Trans resveratrol
CDB-115	1,11
CDB-V	0,90
LA-V	0,74
TA-P777	0,23
TA-777	1,79
TA-V	0,71
TA-115	1,25
UN-16	0,73
UN-777	1,25
UN-115	3,03
UN-CYT	0,63
WF-V	0,84
EM-777	1,27
EM-CYT160	0,91
EM-CYT181	0,99
EM-CYT146	0,43
TA-CYT	1,18
SP-CU67	1,23
SP-SM	1,38
MA-V	0,80
CO-777	0,35
CO-115	N.D
CO-V	0,96
VE-667	N.D
VE-777	1,01
VE-115	1,14
VE-113	2,46
VE-56	N.D
VE-CYT	0,95
VE-CYT-CA	N.D

## Apéndice X

<b>MUESTRAS</b>	<b>TRIPTOFOL</b>
CDB-115	0,32
CDB-V	N.D
LA-V	0,18
TA-P777	1,93
TA-777	0,18
TA-V	1,93
TA-115	19,19
UN-16	0,18
UN-777	19,19
UN-115	N.D
UN-CYT	0,32
WF-V	0,38
EM-777	0,32
EM-CYT160	14,35
EM-CYT181	0,50
EM-CYT146	0,18
TA-CYT	0,36
SP-CU67	0,74
SP-SM	14,35
MA-V	19,19
CO-777	1,93
CO-115	0,81
CO-V	0,32
VE-667	0,23
VE-777	14,35
VE-115	14,35
VE-113	19,19
VE-56	0,16