

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE DISTINTOS MOMENTOS DE COSECHA DE UVA cv. CABERNET  
SAUVIGNON SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y SENSORIAL DE LOS  
VINOS EN EL VALLE DEL MAIPO**

**RODRIGO ANDRÉS ZAMORANO YOUNG**

Santiago- Chile  
2004

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO 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 para optar al Título Profesional  
de Ingeniero Agrónomo  
Mención: Enología y Vitivinicultura**

**RODRIGO ANDRÉS ZAMORANO YOUNG**

<b>PROFESOR GUÍA</b>	<b>Calificaciones</b>
Sr. Alvaro Peña Neira Dr., Ingeniero Agrónomo, Enólogo.	6,7
<b>PROFESORES CONSEJEROS</b>	
Sr. Italo Chiffelle G. Dr. Bioquímica.	6,5
Sra. Ester Araya A. Prof. Técnico Industrial en Alimentos.	6,8

Santiago- Chile 2004

## **AGRADECIMIENTO**

- A mis padres que siempre me apoyaron y me entregaron su amor incondicional.
- A Loreto, que con su compañía y cariño hicieron de este tiempo de trabajo una aventura.
- A mis amigos y compañeros de los que tanto he aprendido y con los que he compartido en esta travesía universitaria.
- A mis hermanos, que me han enseñado a ser un hombre en momentos de quiebre.
- A la Universidad de Chile por entregarme la educación que hará de mi un profesional y una “persona” inserta en el ámbito laboral.
- A los profesores, que me entregaron las herramientas que hoy comienzo a usar para lograr las metas profesionales propuestas.
- A los académicos y funcionarios del Departamento de Agroindustria y Enología que me hicieron sentir como en casa.
- A Laura Cabello por su colaboración en el desarrollo de este estudio.
  
- A CONICYT, proyecto FONDECYT 1010224 por el financiamiento de esta investigación.
- A mi profesor guía, Álvaro Peña por permitirme y ayudarme a desarrollar esta investigación.
  
- A los enólogos Vivianne Alamo y Sergio Hormazábal por su colaboración y apoyo que facilitaron el desarrollo de esta investigación.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	1
<b>Palabras claves</b>	2
<b>SUMMARY</b>	3
<b>Key words</b>	4
<b>INTRODUCCIÓN</b>	5
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	7
Antecedentes de la variedad Cabernet Sauvignon en Chile	7
Características del valle del Maipo	8
Compuestos Fenólicos	9
Generalidades de los compuestos fenólicos	9
Clasificación de los compuestos fenólicos	9
Importancia de los compuestos fenólicos en el vino	11
Origen y síntesis de los compuestos fenólicos	12
Factores que influyen en el Origen y Síntesis de los compuestos fenólicos	13
Factores naturales	13
Factores culturales	16
<b>MATERIALES Y MÉTODO</b>	17
Materiales	17

Método	18
Procedimiento	18
Determinaciones Analíticas	20
Análisis sensorial	21
Diseño experimental y análisis estadístico	22
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>23</b>
Antecedentes edafoclimáticos generales de las zonas en estudio	
Durante el desarrollo del ensayo	23
Factor edáfico	23
Factor climático	25
Análisis básicos en bayas	29
Peso de 100 bayas	31
Peso de hollejos de 100 bayas	33
Peso de semillas de 100 bayas	34
Relación azúcar/acidez en las bayas	36
Acidez titulable v/s pH	38
Evolución de la composición fenólica global en hollejos y semillas	40
Fenoles totales	41
Taninos totales	45
Taninos poco polimerizados	48
Índice de gelatina	49
Antocianos totales	51
Intensidad colorante	54
Análisis básicos y polifenólicos de vinos terminados	57
Análisis pormenorizado de compuestos fenólicos de bajo peso molecular	63
Evaluación sensorial de vinos terminados	73

<b>CONCLUSIONES</b>	77
<b>LITERATURA CITADA</b>	79
<b>APÉNDICE</b>	88
Apéndice I	88
Apéndice II	89
Apéndice III	90
Apéndice IV	91
Apéndice V	92
Apéndice VI	93
Apéndice VII	94
Apéndice VIII	95
<b>ANEXOS</b>	96
Anexo I	96
Anexo II	97

## RESUMEN

El siguiente estudio está basado en la determinación y comparación de la composición fenólica, de distintos parámetros físicos y químicos de bayas y vinos, y de la evaluación sensorial de vinos de Cabernet Sauvignon provenientes de una zona alta y baja del valle del Maipo durante la vendimia 2003.

Las bayas recolectadas en diferentes fechas de muestreo fueron sometidas a análisis básicos, donde se midió el peso de cien bayas y de sus respectivos hollejos y semillas, sólidos solubles, acidez de titulación y pH. Además se realizaron análisis específicos a hollejos, semillas y a los vinos consistentes en contenido de polifenoles totales, taninos totales, índice de polimerización de taninos, índice de etanol y de gelatina, antocianos totales e intensidad colorante. Para la determinación de compuestos fenólicos de bajo peso molecular, tanto en hollejos y semillas como en vinos, se utilizó cromatografía líquida de alta eficacia acoplada a un detector de fotodiodos alineados (HPLC-DAD).

Fue posible observar, durante el período de pinta a quince días después de la cosecha, una evolución de los parámetros físicos y químicos de las bayas, aumentando su contenido de sólidos solubles, peso de hollejos, peso de baya y pH, disminuyendo el peso de semillas y acidez total. Estos resultados repercutieron en los vinos en cuanto al grado alcohólico, pH y acidez titulable.

También se observaron diferencias en la evolución de la composición fenólica de hollejos y semillas. Sin embargo, esta evolución de las bayas no siempre se vio reflejada en los vinos, tomando cierta importancia el tiempo y la calidad de la extracción de estos compuestos durante la vinificación.

El estudio de compuestos fenólicos de bajo peso molecular arrojó diferencias en la composición fenólica de hollejos y semillas. Es así como en hollejos los compuestos de mayor concentración fueron la quercetina-3-*O*-glucósido, la quercetina-3-*O*-galactósido y el kaempferol-3-*O*-glucósido. Mientras que en las semillas fueron el ácido gálico, la (+) catequina y la (-) epicatequina. En el vino se observó una combinación de compuestos de hollejos y semillas y la aparición de compuestos producidos durante la vinificación.

En cuanto a la evaluación sensorial, no se encontraron diferencias significativas entre los vinos de ambas zonas. Sin embargo, los vinos preferidos por ambos paneles fueron los vinificados a partir de uva cosechada en la fecha determinada por los enólogos.

A partir de estos resultados se puede observar que las uvas de Cabernet Sauvignon evolucionan en forma diferente de acuerdo a la zona en que se encuentra y a factores culturales como manejos del viñedo. La determinación de una madurez fenólica de las bayas también toma cierta importancia de acuerdo a los resultados obtenidos.

## PALABRAS CLAVES

Cabernet Sauvignon

Compuestos fenólicos

Evaluación sensorial

HPLC-DAD

Terroir

Extracción



## SUMMARY

The following study is based on the determination and comparison of the phenolic composition, of different physical and chemical parameters from berries and wines, and the sensorial wine evaluation of originating Cabernet Sauvignon of a high and low zone of the Maipo valley during the vintage 2003.

The grapes collected in different dates from sampling were submit to basic analyses, where it was moderate the weight of one hundred grapes and its respective skins and seeds, soluble solids, total acidity and pH. Also were carried out specific analyses for skins and seeds and wines consisting of totals phenolic contents, total tannins, index of polimerization of tannins, gelatin and ethanol index, total anthocyanins and index of color. The determination of phenolic compound of low molecular weight, as much in skins and seeds as in wines, was carry out by an equipment of High Performance Liquid Chromatography coupled at Diode Array detector(HPLC-DAD).

It was possible to observe, during the period of veraison to fifteen days after the harvest, an evolution of the physical and chemical parameters of the grapes, increasing its soluble solid content, weight of peels, weight of berry and pH, diminishing the weight of seeds and total acidity. These results repelled in wines as far as the alcoholic degree, pH and total acidity.

Differences in the evolution of the phenolic composition of skins and seeds were observed. Nevertheless, this evolution of the grapes not always was reflected in wines, taking certain importance the time and the quality from the extraction of these compounds during the wine making.

The phenolic compound of low molecular weight study gave differences in the phenolic composition of skins and seeds. The compounds that presented the highest concentrations in skins were quercetin-3-*O*-glucoside, quercetin-3-*O*-galactoside and kaempferol-3-*O*-glucoside, while in the seeds were the galic acid, (+)-catechin and the (-)-epicatechin. In the wine a combination of skins and seeds was observed and the compound appearance produced during the wine making.

As far as the sensorial evaluation, were not significant differences between wines of both zones. Nevertheless, the wines preferred by both panels were the ones made from grape harvested in the date determined by the wine makers.

From these results it is possible to be observed that the grapes of Cabernet Sauvignon evolve in different form according to the zone where they grow and to cultural factors like handlings of the vineyard. The determination of a phenolic maturity of the berries also takes certain importance according to the obtained results.

#### KEY WORDS

Cabernet Sauvignon

Phenolic compounds

Sensorial evaluation

HPLC-DAD

Terroir

Extraction

## INTRODUCCIÓN

La vid al igual que los demás vegetales expresa su potencial genético de acuerdo a las condiciones del medio ambiente en que se encuentra, siendo muchos los factores que intervienen en su desarrollo. Es muy generalizada la idea de que los mejores vinos se producen en terrenos pobres, poco profundos, de climas secos y con restricciones hídricas. No obstante no basta sólo con conocer los factores que intervienen en la producción de vinos de calidad, también se deben conocer los compuestos de la baya que generan dicha calidad, y como estos compuestos se relacionan con los sistemas de producción.

Uno de los grupos de compuestos más importantes que determinan la calidad de un vino corresponde a los compuestos fenólicos, los cuales intervienen directamente en las características organolépticas del vino, otorgándole color, cuerpo y estructura, además de tener propiedades antioxidantes importantes para el hombre.

La composición fenólica del vino depende de diversos factores, pero en gran medida de la composición fenólica de la materia prima utilizada, por lo que se hace indispensable conocer los factores que intervienen en su formación y desarrollo a medida que la baya va madurando, con el fin de optimizar el manejo de los viñedos para una mejor producción y calidad de los vinos.

La variedad Cabernet Sauvignon es la variedad más cultivada en Chile, con 39.261 ha, y una de las diez más cultivadas del mundo. Presenta gran adaptación a las condiciones naturales de Chile, siendo algunas de sus zonas, como los valles del Maipo y Colchagua, famosas a nivel mundial por la calidad de sus vinos.

Considerando lo antes expuesto, se planteó la realización de esta investigación que tuvo por objetivos:

-Determinar la evolución de parámetros físicos y químicos de bayas del cultivar Cabernet Sauvignon durante el período de maduración.

-Comparar la composición química y sensorial de vinos obtenidos con bayas cosechadas en distintos momentos de maduración y en dos zonas de producción en el valle del Maipo [alta y baja].

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Antecedentes de la variedad Cabernet Sauvignon en Chile

Es una de las variedades más noble de Francia, originaria probablemente de la región de Bordeaux, y una de las diez cepas más cultivadas a nivel mundial (Galet, 1998).

Ha presentado gran adaptación a las condiciones naturales de Chile, destacándose los valles de Maipo, de Cachapoal y de Colchagua, como los mejores productores de Cabernet Sauvignon del país. Los vinos que se producen con uvas de esta variedad son de alta calidad desde un punto de vista tanto aromático, como de estructura y han sido la base para el prestigio internacional alcanzado por Chile (Pszczolkowski, 1998).

En Chile la superficie vitícola de Cabernet Sauvignon abarca 39.261 ha, con un crecimiento en sus plantaciones respecto del año 2001 de un 2,6 % (Servicio Agrícola Ganadero (SAG), 2002).

Los aromas característicos de la variedad son herbáceos propios de la familia de las pirazinas, con notas a pimienta otorgada por la 2-metoxi-3-isobutil pirazina. Cuando el Cabernet Sauvignon está falto de notas a pimienta ofrece aromas a cassis y a cereza (Boulton *et al.*, 1996).

Las regiones más importantes en cuanto a su distribución son la Sexta y Séptima regiones, con 15.536 y 15.592 ha, respectivamente (SAG, 2002).

### Características del Valle del Maipo

La zona del Valle del Maipo pertenece a la Región Vitícola del Valle Central y comprende todas las provincias de la Región Administrativa Metropolitana, y en él se encuentran las siguientes áreas: Santiago, Pirque, Puente Alto, Buin, Isla de Maipo, Talagante y Melipilla (SAG, 1998).

El valle del Maipo cuenta con alrededor de 10.461 ha de vid para vinificación, de las cuales 6.202 ha pertenecen a la variedad Cabernet Sauvignon (SAG, 2002). Las viñas se localizan a través del Valle del Maipo, siguiendo el curso del río del mismo nombre, cuya hoya hidrográfica abarca un área de 14.911 km<sup>2</sup>, la cual se puede subdividir en tres subcuencas principales: Hoya del Maipo superior, que va desde su nacimiento hasta la llegada al llano longitudinal, la Hoya del Maipo intermedio desde el llano longitudinal hasta los cordones de los cerros que forman el límite occidental de la cuenca de Santiago y la Hoya del Maipo inferior desde los cordones de los cerros del límite occidental hasta el océano Pacífico (Chile-CNR, 1981).

La zona posee un clima templado cálido con estación seca prolongada de 6 a 8 meses, con una temperatura máxima en enero de 29°C y una temperatura mínima en julio de 3°C; la suma térmica efectiva (sobre 10°C) es de 1.556 grados/días, la insolación efectiva alcanza las 1.993 horas/año, el período libre de heladas es de 232 días y las horas de frío anual son de 1.300 horas/año. Esta zona está parcialmente influida por el anticiclón del Pacífico, lo que determina una concentración de las lluvias entre los meses de abril y septiembre con un promedio anual de 400mm (Santibañez *et al.*, 1989).

La zona alta del valle del Maipo presenta un período de maduración de la uva más prolongado que la zona baja del mismo valle debido a pequeñas diferencias climáticas que afectan la evolución de las bayas.

## Compuestos Fenólicos

### Generalidades

Las diferencias entre los tipos y estilos de vino se deben, en gran parte a la concentración y composición de los compuestos fenólicos. Ellos son los responsables del color, astringencia, amargor, cuerpo, aroma, etc., además poseen propiedades antioxidantes y taxonómicas, por cuya razón, si se desea un vino de buena calidad su cuidado debe ser considerado desde el viñedo (Zoecklein *et al.*, 2000).

La comparación de la composición fenólica entre la uva y el vino, muestra que junto a las moléculas provenientes de la baya aparecen en el vino otros fenoles, provenientes de las etapas fermentativas y evolutivas de los polifenoles propios de la baya. Los fenoles finales del vino provienen de la baya y en menor proporción de la fermentación y del envejecimiento en la bodega (Sarni-Manchado *et al.*, 1997).

El contenido total de compuestos fenólicos en el vino es menor del que hay en la baya, sólo consiguiéndose una extracción máxima de un 60% (Singleton *et al.*, 1980).

Importante es, por lo tanto, dado que la mayor cantidad de fenoles es aportado por la baya al vino, garantizar su producción, concentración y madurez al momento de cosecha.

### Clasificación

Los compuestos fenólicos son sustancias sumamente heterogéneas, que se caracterizan por poseer un anillo aromático con, al menos, una sustitución hidroxilo y una cadena lateral funcional (Pridham, 1965).

Desde el punto de vista enológico su clasificación está basada de acuerdo a su esqueleto carbonado, agrupándose en cuatro clases principales (Peña, 1999):

Compuestos fenólicos no flavonoides: Son aquellos que poseen un solo anillo de 6 carbonos, el cual, puede ir unido a una cadena lateral de uno ( $C_6-C_1$ ) o de tres ( $C_6-C_3$ ) carbonos.

Los principales compuestos  $C_6-C_1$  de interés enológico son los ácidos vainillínico, gálico, protocatéquico, gentísico y los aldehidos vainillínico, siríngico y protocatéquico.

Los principales compuestos  $C_6-C_3$  son los ácidos cinámicos (cafeico, *p*-cumárico, ferúlico) y las cumarinas (escopoletina, esculetina, umbeliferona).

Compuestos fenólicos flavonoides: Son aquellos que poseen dos anillos de 6 carbonos, unidos por un anillo de 3 carbonos.

Los principales compuestos fenólicos flavonoides son los antocianos, flavonoles y flavanoles.

Los antocianos y flavonoles se localizan principalmente en los hollejos, siendo los antocianos los responsables del color rojo en los vinos.

Los flavanoles se localizan principalmente en las semillas y en menor medida en los hollejos y constituyen la base de los taninos condensados.

Compuestos fenólicos polimerizados: Son aquellos que se forman a partir de la polimerización de los compuestos flavonoides (taninos condensados) y de la polimerización de los compuestos no flavonoides (taninos hidrolizables).



Compuestos fenólicos minoritarios: Entre estos compuestos están los estilbenos, siendo el resveratrol el compuesto más importante, dadas sus características farmacológicas.

#### Importancia de los compuestos fenólicos en el vino

Su importancia radica en que son los responsables del color rojo de los vinos tintos, de su astringencia, y su amargor; actúan como sustrato para las reacciones de pardeamiento y poseen una importante acción farmacológica (Peña, 1999).

El color del vino tinto depende de los antocianos, cuya inestabilidad constituye un factor intrínseco que afecta con el tiempo al color, el cual cambia desde el rojo rubí de los tintos jóvenes hasta el pardo o teja de los muy envejecidos. Se acumulan en las vacuolas de las 3-10 capas de células de la superficie de la epidermis de los hollejos y en la pulpa de algunas variedades tintas (Peña, 1999).

La astringencia de los vinos está dada por un grupo de compuestos fenólicos denominados taninos, que son polímeros de fenoles tanto flavonoides (taninos condensados) como no flavonoides (taninos hidrolizables).

Los taninos hidrolizables son aportados principalmente por la madera de las barricas, mientras los taninos condensados son aportados por la uva, encontrándose en un 58,5 % en la semilla, 21% en los tallos, 16,5 % en las hojas y un 4 % en los hollejos (Kantz y Singleton, 1991).

Estos compuestos y su grado de polimerización en la baya están directamente relacionados con el amargor, el cual se hace más intenso al aumentar la concentración de (+) catequina y procianidinas (Arnold y Noble, 1978).

Estos compuestos también juegan un papel importante en el pardeamiento de uvas y de vinos, siendo muy sensibles a la oxidación enzimática (tirosinasa y lacasa) (Peña, 1999).

Finalmente su acción farmacológica está dada entre otros compuestos por el transresveratrol, el cual presenta una acción preventiva contra el cáncer y las procianidinas cuyo consumo puede llegar a disminuir el riesgo de infarto (Peña, 1999).

### Origen y Síntesis de los compuestos fenólicos

Estos compuestos se originan a partir del metabolismo secundario de los vegetales, pueden seguir dos vías principalmente, la vía del ácido siquímico y la vía del ácido malónico.

El ácido siquímico formado a partir de las rutas de las pentosas fosfato da origen a la L-fenilalalina, que junto a la tirosina y al triptofano son los principales aminoácidos aromáticos, los cuales sólo se sintetizan en el reino vegetal (Taíz y Zeiger, 1991).

La mayoría de los compuestos fenólicos en las plantas son derivados de fenilalalina y tirosina. La enzima fenilalalina amonio liasa (PAL) cataliza la eliminación del amonio del aminoácido, transformándolo en el primer compuesto fenólico de la planta, el ácido cinámico (Taiz y Zeiger, 1991).

El ácido cinámico es el fenol base para la síntesis de los compuestos no flavonoides.

Los compuestos flavonoides se originan por la unión del ácido cinámico con la malonil coenzima A, compuesto generado a partir de la Acetil-CoA, reacción mediada por la enzima calcona sintetasa (Taíz y Zeiger, 1991).

### Factores que influyen en la síntesis y composición de los compuestos fenólicos

El contenido de compuestos fenólicos de la uva, está directamente relacionado con las condiciones naturales del medio, la forma de manejo y de las características propias de la variedad.

#### Factores naturales

Los factores naturales son todos los elementos independientes, en los cuales el hombre no puede intervenir directamente y que afectan la calidad y diferenciación de los vinos (Yravedra, 1978).

Factor edáfico: Los suelos tienen efectos directos en el crecimiento, rendimiento y calidad de la viña. Esto se debe principalmente a que las características del suelo determinan la distribución de las raíces, el abastecimiento de nutrientes, y el suministro de agua a la viña. Todo lo anterior afectaría el vigor de la planta y, por ende, la composición química y física de las bayas (Reynier,1995).

Temperatura: Las temperaturas tienen una influencia decisiva en la aptitud vitivinícola del medio, ya que define la calidad de la producción que se puede obtener al inferir en el desarrollo de los procesos biológicos de la planta: fotosíntesis, respiración y transpiración.

Las temperaturas sobre los 35°C inhiben la formación de antocianos, afectando el color. Las noches frescas favorecen el desarrollo de color en las bayas y del bouquet. Una oscilación térmica diaria de 10°C parece ser la óptima (Oreglia,1978;Müller, 1982).

Luz: El régimen radiactivo y lumínico ejerce una influencia de primer orden sobre la producción vitivinícola. La intensidad fotosintética que determina el nivel de azúcar en los frutos está en relación directa con las horas de sol e intensidad de la radiación solar. Con relación al color de las uvas, cuanto más elevada es la luminosidad, más intenso es el color de la uva (Santibáñez *et al*; Kliewer, 1977).

Factor hídrico: La lluvia es un índice natural ecológico de gran importancia en el desarrollo de la vid, ejerciendo una influencia decisiva sobre la cantidad y calidad de la producción (Organización Internacional de la Vid y el Vino (OIV), 1980).

Frente a un déficit hídrico los vinos obtenidos presentan una mayor concentración de compuestos fenólicos totales e intensidad colorante que los vinos provenientes de uvas plantadas con riego continuo (Sotomayor y Lavín (1984), citados por Burgos, 1996).

Frecuentemente las mejores cosechas coinciden con veranos calurosos y secos (OIV, 1980).

Grado de madurez. Este aspecto es de vital importancia en el caso de variedades tintas donde existe gran preocupación en el contenido de compuestos fenólicos totales en la baya al momento de la cosecha. La madurez determina cambios cualitativos en los fenoles de las uvas (Marquette, 1999; Zoecklein *et al.*, 2000).

Con el fin de disponer de informaciones más selectivas, Glories y Augustin (1995), citado por Flanzky (2000), caracterizan una vendimia madura como la de hollejos ricos en antocianos y taninos fácilmente extraíbles y semillas relativamente pobres en taninos.

A medida que las uvas maduran, los fenoles se polimerizan disminuyendo la astringencia. La polimerización, junto con la disminución de la acidez resultante de la respiración de los ácidos orgánicos durante la maduración, disminuye la agresividad sensorial de los taninos de las bayas (Zoecklein *et al.*, 2000).

Marquette (1999), señala que en el transcurso de la maduración de la baya, existe un aumento en el tenor de antocianos y en taninos a nivel de la piel, y paralelamente una disminución del tenor en taninos de las pepas.

Con respecto a lo anterior, Flanzy (2000), destaca que esta madurez celular de la piel y de la pulpa (fragilidad celular) es confrontada con la madurez de las pepitas que, por el contrario, consiste en un reforzamiento de las estructuras de estos órganos, mediante un recubrimiento con una cera cuticular, la cual haría disminuir la liberación de los taninos agresivos.

Una baya madura presenta estructuras celulares debilitadas, que participan en la calidad facilitando la solubilización de los taninos de los hollejos. Además, el estado de las paredes y su fragilización eventual determina la extracción de sus diferentes compuestos, poliosídicos, polifenólicos o aromáticos, a lo largo de la vinificación (Flanzy, 2000).

Glories y Augustin (1995), citado por Flanzy (2000), indicaron que la capacidad de extracción de los antocianos y los taninos caracteriza mejor las potencialidades de la vendimia de un año, que sus contenidos en la piel.

Los frutos demasiado maduros y arrugados tienen menos fenoles (incluyendo antocianinas) posiblemente como resultado de su conversión a productos de oxidación que no se extraen (Zoecklein *et al.*, 2000).

### Factores culturales

El cultivo de la vid se caracteriza por la utilización de técnicas destinadas a disminuir el crecimiento vegetativo (vigor), en pos de una mejor calidad en la producción.

El nivel de carga en la vid, afecta el tamaño de la baya y del racimo, la acumulación de azúcares y de otros componentes de la uva (Winkler, 1964 y Contreras, 2001).

Plantas con menor carga frutal tuvieron bayas y racimos mas pequeños, con mayor contenido de azúcar y de compuestos fenólicos (Contreras, 2001).

Hasta hoy se han realizado numerosos estudios que permiten determinar la influencia del vigor sobre la concentración de compuestos fenólicos en la vid, encontrándose por ejemplo que la concentración de antocianos en los hollejos de Cabernet Sauvignon provenientes de plantas con bajo vigor es mayor que las provenientes de plantas de vigor alto (Lisoni, 2001).

El estudio de la composición individualizada en extracto de semillas permitió establecer que en las muestras de plantas con alto vigor los taninos condensados presentan mayores concentraciones, lo que podría influir en mayor forma en el amargor y astringencia de los vinos producidos (Duarte, 2001).

## **MATERIALES Y MÉTODO**

El trabajo se realizó en los viñedos pertenecientes a la viña Casa Rivas y viñedos William Fèvre ubicados en las zonas baja y alta del valle del Maipo respectivamente. Los análisis sensoriales, enológicos y caracterización fenólica, se realizaron en los laboratorios del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

### Materiales

El trabajo se realizó con bayas provenientes de plantas del cv. Cabernet Sauvignon, obtenidas por un muestreo al azar de 25 plantas (unidad experimental), ubicadas en predios que presentan ciertas similitudes en cuanto a su conducción, poda, manejo de carga y producción.

Las muestras fueron constituidas por 600 bayas sacadas en forma aleatoria de racimos ubicados en distintas partes de las plantas, por cada repetición.

Para microvinificar se cosecharon 25 kg de uva de los cuales se obtuvieron 20 L de vinos aproximadamente.

## Método

### Procedimiento

Para comparar la composición química y sensorial de vinos obtenidos con bayas cosechadas en distintos momentos de maduración y en dos zonas de producción en el valle del Maipo, el experimento constó de dos ensayos, constituido cada uno de una zona determinada (alta y baja) del valle del Maipo.

Cada ensayo constó de tres tratamientos correspondientes a las distintas fechas de cosecha:

En el Cuadro 1 se resumen los tratamientos propuestos.

**Cuadro 1.** Ensayos y Tratamientos propuestos para comparar la composición química y sensorial de los vinos.

Ensayo	Tratamiento	Momento de Cosecha	Nº de Repeticiones
Zona Alta	T1	15 días antes de la fecha tradicional de cosecha	3
	T2	Fecha tradicional de cosecha	3
	T3	15 días después de fecha tradicional de cosecha	3
Zona Baja	T1	15 días antes de la fecha tradicional de cosecha	3
	T2	Fecha tradicional de cosecha	3
	T3	15 días después de fecha tradicional de cosecha	3

Cada tratamiento constó de tres repeticiones consistentes en parcelas de veinte y cinco plantas cada una.



Para el estudio de la evolución de parámetros físicos y químicos durante la maduración de las bayas (objetivo 1), se obtuvieron para las dos primeras fechas de muestreo (85% de pinta y 15 días después) 200 bayas por repetición de cada tratamiento, obteniendo una muestra compuesta final de 600 bayas. En los momentos restantes de muestreo se tomaron muestras simples correspondientes a 200 bayas por repetición tanto para el tratamiento 1 (15 días antes de cosecha), para el tratamiento 2 (fecha normal de cosecha) como para el tratamiento 3 (15 después de cosecha). En el Cuadro 2 se presenta en forma resumida lo antes expuesto.

**Cuadro 2.** Momentos de muestreo y tipo de muestra en los diferentes ensayos.

Momento de muestreo	Conformación de la muestra	Tipo de muestra
85% de Pinta	600 bayas por tratamiento Tratamiento 0 (T0)	Compuesta
15 días después de pinta	600 bayas por tratamiento Tratamiento 0II (ToII)	Compuesta
15 días antes de cosecha	200 bayas por repetición Tratamiento 1 (600 bayas)	Simple
Fecha tradicional de cosecha	200 bayas por repetición Tratamiento 2 (600 bayas)	Simple
15 días después de cosecha	200 bayas por repetición Tratamiento 3 (600 bayas)	Simple

El análisis de la composición fenólica se realizó sobre extractos de los hollejos y semillas de las bayas (Venencie *et al*,1997), ya que en dichas partes del fruto se encuentra la mayor concentración de polifenoles de uva.

Finalmente se realizaron microvinificaciones por cada una de las tres repeticiones del campo en recipientes plásticos de 20 litros. La uva correspondiente a cada una de las repeticiones de campo se cosechó y vinificó en forma separada, controlando los parámetros tradicionales del proceso. Una vez terminado el proceso de vinificación se tomó una muestra para los correspondientes análisis de compuestos fenólicos.

### Determinaciones Analíticas

Las muestras fueron pesadas para obtener los parámetros de peso de 100 bayas. Además, se pesaron los hollejos y semillas correspondientes a 100 bayas en cada fecha de muestreo.

A continuación en el Cuadro 3 se detallan las determinaciones analíticas que se utilizaron en las distintas fechas de muestreo.

**Cuadro 3.** Determinaciones analíticas para bayas y vinos.

Parámetro a medir	Bayas	Vinos
Sólidos Solubles (refractometría. Bordeau y Scarpa, 1998)	SI	NO
Grado alcohólico (método densimétrico. Bordeau y Scarpa, 1998)	NO	SI
Acidez total (determinación usando fenofaleína como indicador ácido-base. Bordeau y Scarpa, 1998)	SI	SI
Acidez volátil (método Blarez. Bordeau y Scarpa, 1998)	NO	SI
pH (por pH-metro. Bordeau y Scarpa, 1998)	SI	SI
Anhídrido sulfuroso libre y total (método Ripper. Bordeau y Scarpa, 1998)	NO	SI
Fenoles totales (índice D.O 280 nm. García Barceló, 1990)	SI	SI
Taninos totales (mediante la reacción de Bate-Smith. Bate- Smith, 1981)	SI	SI
Índice de taninos (a través del índice de etanol y el índice de gelatina. Glories, 1978)	SI	SI
Matiz de intensidad colorante (espectrofotometría. Glories, 1978)	SI	SI
Determinación de antocianos (método de decoloración por bisulfito. García Barceló, 1990)	SI	SI
Grado de polimerización de taninos condensados (método de p-dimetilaminocinamaldehído "DMACH". Vivas <i>et al.</i> , 1994)	SI	SI

Además para cada muestra se determinó mediante técnicas de individualización por cromatografía líquida de alta eficacia acoplada a un detector de fotodiodos acoplados (HPLC-DAD) las concentraciones de compuestos fenólicos presentes, tanto en los hollejos y semillas de las bayas, como en los vinos.

### Análisis sensorial

Las muestras correspondientes a los tres tratamientos vinificados fueron evaluadas sensorialmente.

Calidad sensorial. Los vinos fueron degustados por un panel de 12 degustadores entrenados. Se evaluaron las características visuales, olfativas y gustativas del vino obtenido, mediante una pauta no estructurada de 0 a 15 cm, confeccionada especialmente para este caso, basada en una pauta propuesta por la Organización Internacional de la Vid y del Vino (O.I.V.) (Anexo I). En la fase visual se analizaron parámetros de fluidez, limpidez, intensidad de color y matiz de color. En la fase olfativa se consideró franqueza, intensidad, finura y armonía, mientras que en la fase gustativa se incluyó franqueza, cuerpo, armonía, persistencia y sensación final.

Aceptabilidad. La aceptabilidad se determinó por el método de la Escala Hedónica usando una pauta no estructurada de 0 a 15 cm. En esta degustación de vinos participaron 24 evaluadores (12 entrenados y 12 no entrenados) (Anexo II).

### Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental usado en este estudio fue totalmente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, para ambos ensayos independientes entre sí.

Para alcanzar el primer objetivo se utilizó sólo un análisis estadístico descriptivo, siendo la unidad experimental de 25 plantas.

En el segundo objetivo los resultados se analizaron mediante ANDEVA y al existir diferencias significativas se usó el test de rango múltiple de Duncan. Su unidad experimental será de 25 plantas.

La evaluación sensorial de calidad y aceptabilidad, fue analizada con un diseño de bloques al azar (evaluadores). Los resultados obtenidos se analizaron mediante ANDEVA y al existir diferencias significativas se utilizó el test de rango múltiple de Duncan.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### Antecedentes edafoclimáticos generales de las zonas en estudio durante el desarrollo del ensayo

La producción de vino se ha visto enmarcada desde tiempos ancestrales por el concepto de “terroir”, el cual se define como la interacción de los factores edáficos, climáticos y culturales para la correcta obtención de esta bebida. Dichos factores afectan el desarrollo y fisiología de las plantas y, por tanto, la composición química de las uvas y vinos (Reynier, 1995).

#### Factor edáfico

Este es un factor de suma importancia al hablar de vinos de calidad, sobre todo si se toma en consideración la generalidad que dice que, plantas en suelos muy profundos, ricos en nutrientes y con buen abastecimiento de agua, producen, bajo clima caluroso, mucha uva, con altas concentraciones de azúcar y muy coloreadas. Además, la textura y estructura son factores que pueden determinar el estilo de vino que se puede obtener, pudiendo observarse en general que en suelos calcáreos se desarrolla la fineza y aptitud a envejecer, en tanto que en suelos arcillosos se logran vinos grasos y generosos. En general, la variedad Cabernet Sauvignon se adapta mejor a condiciones de suelos gravosos (Hidalgo, 2003).

En el Cuadro 4 se pueden observar las principales características edáficas de las dos unidades básicas de “terroir” en estudio. En este se puede apreciar que el sitio en estudio ubicado en Maipo Alto se encuentra en un piedmont y que su clase textural Franco-Arenosa presenta un mejor drenaje que la clase textural Franco de Maipo Bajo. Ambos suelos muestran una permeabilidad moderadamente rápida permitiendo una buena velocidad de absorción del agua de riego proporcionada. Obviamente, Maipo Alto presenta un mejor escurrimiento superficial debido a su pendiente, evitando de mejor manera la saturación del suelo. Es importante la posible presencia de carbonatos en los primeros centímetros del suelo de Maipo Alto, ya que podría dificultar la absorción de agua y de ciertos nutrientes, como el potasio, por parte de la planta. Por último, ambos suelos son aptos para producción frutícola, y por ende una buena capacidad para la plantación de viñas viníferas (Comisión Nacional de Riego, 1981; Luzio *et al.*, 1999).

**Cuadro 4.** Características edáficas de ambas zonas.

Características/Serie	Maipo Alto	Maipo Bajo
	Santa Rita de Pirque	Chorombo
Origen	Aluvio-Coluvial	Aluvial
Posición	Plano Inclinado 2-5% de pendiente	Plano 0-1% de pendiente
Textura	Franco-Arenoso Fino	Franco
Reacción al HCl	Decreciente en los primeros 50 cm	No hay
Drenaje	Bien Drenado	Moderadamente bien Drenado
Permeabilidad	Moderadamente rápida	Moderadamente rápida
Escurrecimiento Superficial	Moderado	Moderadamente lento
Uso	Cultivos,Frutales,Viñas	Cultivos,Frutales

Fuente: Proyecto Maipo (Comisión Nacional de Riego, 1981).

En cuanto a la profundidad de estos suelos, se puede agregar que los de la zona de Maipo Alto tienen una profundidad de 110 centímetros con horizontes A y B. En tanto, los de Maipo Bajo presentan una profundidad de 102 centímetros con estratos A, B y C.

Esto determina una menor profundidad de las raíces en Maipo Bajo, aproximadamente hasta los 59 centímetros *versus* los 90 centímetros aproximados de Maipo Alto, haciendo más fáciles las labores culturales referidas a la fertilización y riego de esos suelos (Comisión Nacional de Riego, 1981).

La fertilidad del suelo es otro factor que puede influir tanto en la producción como en la calidad de la materia prima.

El Nitrógeno es el principal gestor del desarrollo y crecimiento de la vid. Es el elemento base de la multiplicación celular y del desarrollo de los órganos vegetativos. El potasio, a su vez, tiene un importante papel en el metabolismo celular y en la biosíntesis de los azúcares (Hidalgo, 2003).

Pero, contrariamente a lo que se podría pensar, terrenos muy fértiles, o con exceso de nitrógeno y gran disponibilidad de agua, podrían producir vinos con baja concentración en compuestos polifenólicos, y por lo tanto vinos de menor calidad comercial. Esto se explica por la actividad de la fenilalanina amonio liasa, que en suelos con buena fertilidad beneficiaría el crecimiento vegetativo y la producción de proteínas en desmedro de la síntesis de ácido cinámico, primer compuesto fenólico y precursor de todos los compuestos fenólicos restantes. Es por esto que se cree en la vitivinicultura que suelos pobres y con estrés hídrico favorecen la calidad del vino final (Zamora, 2003).

### Factor climático

Con el clima se ven envueltos un sin número de variables que pueden cambiar año a año y favorecer o perjudicar la producción del vino. Aún así, se pueden encontrar ciertos factores que se repiten en el tiempo y pueden ser considerados como constantes en el momento de evaluar el comportamiento de la vid. Otros factores como la temperatura media mensual, con sus mínimos y máximos, la evaporación media o la humedad pueden

ser estudiados y analizados como causales de ciertos procesos fisiológicos que ocurren en la planta (Haselgrove *et al.*, 2000; Kennedy *et al.*, 2002 y Tesic *et al.*, 2001).

Tal como lo señala Hidalgo (2003), en general la vid en climas cálidos produce vendimias ricas en azúcares y pobres en ácidos. Las variedades tintas, a su vez, precisan de una insolación más intensa para la síntesis de los polifenoles. Es por eso que en climas cálidos se prefiere plantar variedades de ciclo más extenso como el Cabernet Sauvignon.

Como se aprecia en el Cuadro 5, las temperaturas medias de ambas zonas son bastante similares, entre 20°C en enero hasta 10°C en mayo, notándose temperaturas algo superiores en Maipo Alto.

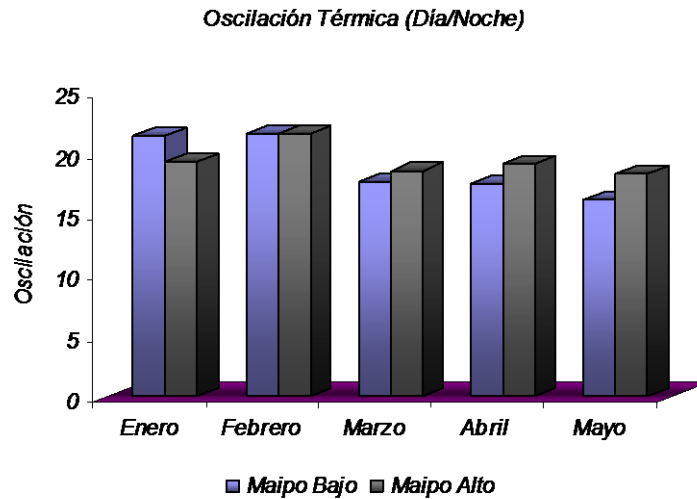
**Cuadro 5.** Temperaturas medias, máximas y mínimas en ambas zonas.

Mes/Estación	Maipo Bajo			Maipo Alto		
	Chorombo			Pirque		
	T° media	T° máx media	T° mín media	T° media	T° máx media	T° mín media
enero	19,8	30,5	9,1	20,4	30,1	10,8
febrero	18,7	29,5	7,9	19,2	29,5	8,0
marzo	17,4	26,2	8,6	17,8	27,1	8,6
abril	14,5	23,3	5,8	13,6	23,2	4,1
mayo	10,5	18,6	2,5	10,6	19,7	1,5

En ambas zonas se observa un leve descenso de estas temperaturas con el pasar de los meses. Las temperaturas medias sumadas a las temperaturas máximas, permiten apreciar que se trata de un clima cálido, el cual es apto para una buena producción de uvas tintas con buenas concentraciones de compuestos fenólicos. Según lo expuesto por Hidalgo (2003), se entiende que, además, con estas temperaturas hay una gran acumulación de azúcares en las bayas y una baja concentración de ácidos. Las temperaturas mínimas, son de importancia en cuanto a la oscilación térmica que se pueda producir durante los días de maduración de las bayas. Esto influye en la formación de los antocianos.

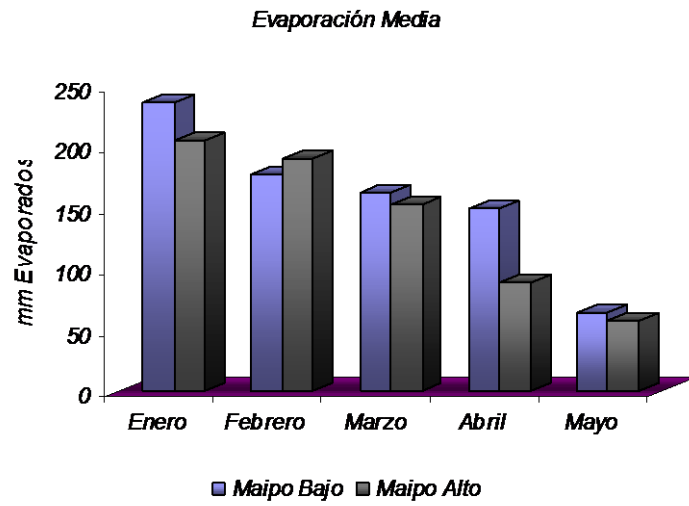


Como se aprecia en la Figura 1, existe una correcta oscilación térmica, entre 21 y 16°C, lo que es indicado, según Zamora (2003), para una correcta síntesis de compuestos fenólicos por parte de la vid, entre los que se encuentran los antocianos, compuestos encargados de entregarle el color al vino. Por lo general, se observa una mayor oscilación térmica en Maipo Alto.



**Figura 1.** Oscilación térmica entre los meses de febrero y mayo en ambas zonas.

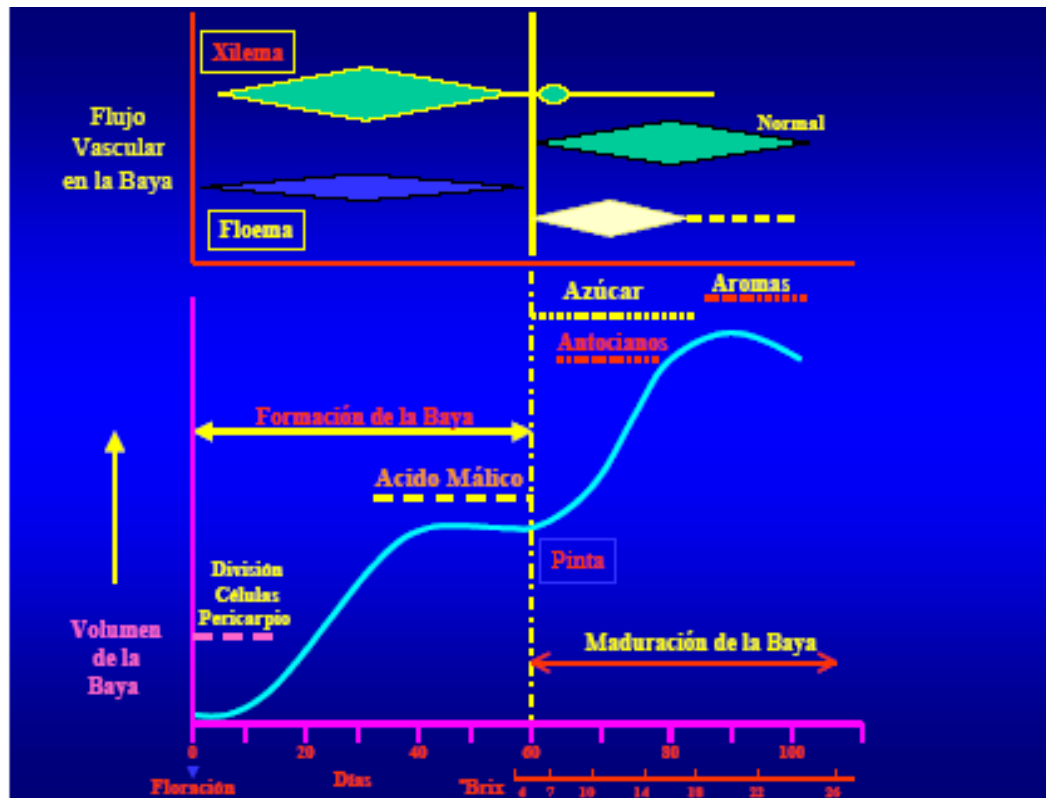
En la Figura 2 se observa la evaporación de bandeja de ambas zonas, en la cual se aprecia una disminución general a lo largo del tiempo, y una superioridad en los tres últimos meses, sobre todo febrero, en la zona de Maipo Bajo. Estos tres últimos meses son los más importantes en cuanto a la evaporación, ya que son los meses en los cuales ocurre una sobre maduración de las bayas, produciéndose ciertos cambios físico-químicos dentro de estas como la respiración de ciertos ácidos (Zoecklein *et al.*, 2000). Este factor puede conllevar algunas consecuencias importantes que serán abordadas más adelante.



**Figura 2.** Evaporación de bandeja media en ambas zonas.

### Análisis Básicos en bayas

La vid es una planta arbustiva sarmentosa trepadora de la familia de las Ampelídeas, cuyo fruto es una baya globosa unilocular, que se ordena en forma de racimo (Hidalgo, 2003). Según el mismo autor, cada grano de uva está formado de un pedicelo, de una película externa llamada hollejo, de la pulpa y de un número variable de semillas.



**Figura 3.** Crecimiento y desarrollo de la baya.

Fuente: Peña-Neira (2004) ([www.gie.uchile.cl](http://www.gie.uchile.cl))

Tal como se observa en la Figura 3, el crecimiento y desarrollo de las bayas comprende tres fases:

- La fase I, donde ocurre una rápida división y agrandamiento celular, y se acumula principalmente ácido málico. Es una etapa herbácea de la baya en la que se encuentran pigmentos clorofílicos. Sin embargo, la tasa respiratoria de las bayas es negativa ya que estos pigmentos no producen la cantidad suficiente de asimilados, los que deben ser importados desde otros órganos de la planta vía xilemática y floemática. Es en esta etapa donde se le suele dar un estrés hídrico a la planta para poder manejar el tamaño final de la baya y aumentar así la relación hollejo/pulpa.
  
- Fase II. En esta fase hay una detención en el crecimiento de la baya, exceptuando las semillas, desarrollándose así los embriones. Además, en esta etapa, los haces vasculares sufren una fuerte contracción, sobre todo el xilema, reduciendo el transporte de asimilados y el suministro hídrico al paso floemático.
  
- A partir de ese momento comienza a producirse una deshidratación de la baya, característica de la última fase de desarrollo de esta, donde además se acumulan los azúcares, se desarrollan los compuestos fenólicos como antocianos y taninos, aparecen los compuestos aromáticos o precursores de aromas. Esta etapa es conocida como fase de sobre maduración (Peña y Pinto, 2002).

Es importante destacar que dentro de un racimo cada baya es independiente de las otras, observándose distintas etapas de maduración en un mismo racimo (Foullonneau, 2002).

El desarrollo de este trabajo se efectuó en la tercera etapa, que va desde enero o pinta hasta quince días después de la cosecha, período de sobremadurez tecnológica, como se muestra en el Cuadro 6.

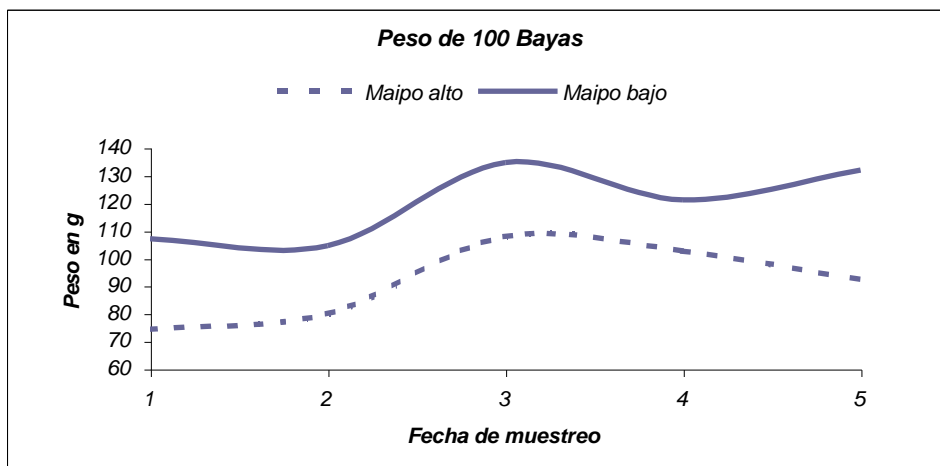
**Cuadro 6.** Fechas de muestreo en las dos zona en estudio.

Muestreo	Maipo Alto	Maipo Bajo
Primero	4 de febrero	8 de febrero
Segundo	19 de febrero	22 de febrero
Tercero	14 de abril	28 de marzo
Cuarto	29 de abril	21 de abril
Quinto	14 de mayo	7 de mayo

### Peso de 100 bayas

La Figura 4, muestra una curva sigmoidea que sigue el patrón de crecimiento de la última fase de desarrollo de la baya, en la que se puede observar un comienzo de poco crecimiento. Luego, en la tercera fecha de muestreo, se observa un máximo siguiendo el mismo patrón de evolución presentado por los sólidos solubles (figura 8) y gran aumento de tamaño de las bayas debido a la elongación celular que se produce coincidiendo con lo expuesto por Foulonneau (2002).

Después de ese momento se observa la sobre maduración de la baya que conlleva una disminución del peso debido a una severa deshidratación de ésta, lo que permite obtener una mayor concentración de los compuestos vacuolares que en esta se encuentran. Esta curva difiere a la obtenida por Sepúlveda (2003), quien trabajó con la misma variedad en el mismo valle, lo que podría atribuirse a las diferencias climáticas entre ambos años.



**Figura 4.** Evolución del peso de 100 bayas a lo largo de la maduración.

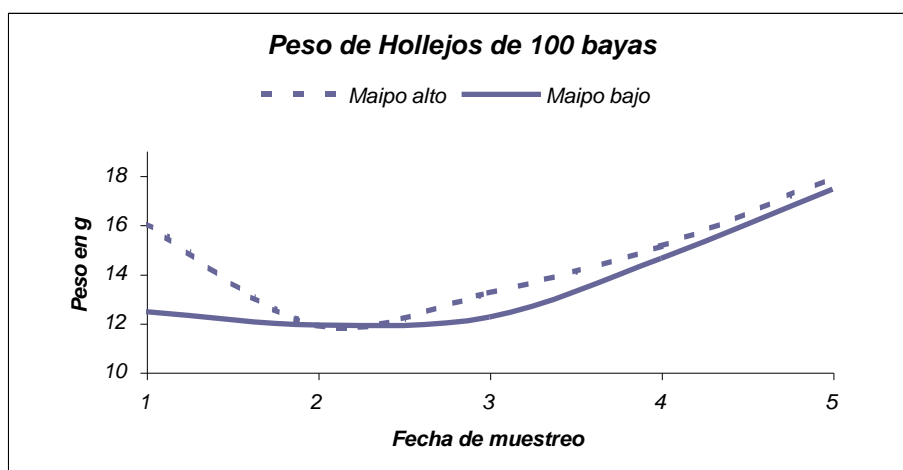
También se puede apreciar una constante superioridad en el peso de bayas de Maipo Bajo, lo que se podría explicar por la menor carga de fruta por planta que presenta Maipo Bajo sobre Maipo Alto (ton/ha en Maipo Alto *versus* ton/ha Maipo Bajo). Esto coincide con lo estudiado por Sepúlveda (2003), sin embargo los pesos promedios obtenidos el año anterior con la misma variedad en la fecha de cosecha fueron inferiores a los pesos de 100 bayas obtenidos, 120 y 100 g, en Maipo Bajo y Maipo Alto respectivamente. Según Pinto (2002), es importante recalcar, que tanto factores climáticos como culturales, influyen directamente en el peso de las bayas, tal como la cantidad de agua disponible para la planta, la disponibilidad de nutrientes, la relación fuente-receptáculo que se produzca entre otros, pudiendo influir en las diferencias encontradas entre un año y otro.

El aumento de peso observado en el último muestreo de Maipo Bajo pudo ser causado por un riego aplicado luego de la cosecha.

### Peso de hollejos de 100 bayas

Los hollejos son conocidos como la parte más “noble” de las bayas. En estos se encuentran los compuestos que le otorgan cuerpo, carácter y aromaticidad al vino, además del color que es uno de los factores más importante a la hora de evaluar un vino (Foulonneau, 2002; Priewe, 1998).

Como se observa en la Figura 5, el peso de los hollejos aumenta constantemente en ambas zonas, coincidiendo con la investigación realizada por Sepúlveda (2003). Según Pinto (2002), este aumento en el peso de los hollejos se debería principalmente a la elongación celular que se produce en esta etapa de desarrollo de la uva.



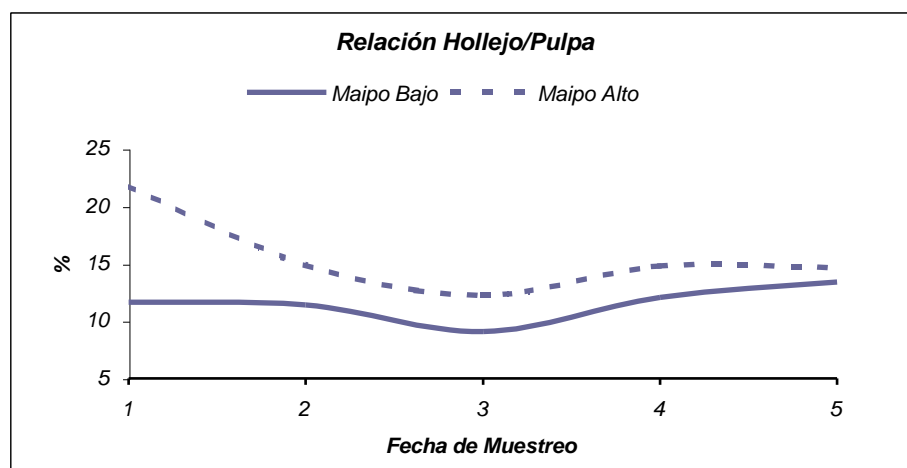
**Figura 5.** Evolución del peso de los hollejos en ambas zonas.

Según Tarantole citado por Hidalgo (2003), la composición media del hollejo en estado fresco es:

- 70 a 88% de agua
- 1,5 a 2% de sustancias minerales
- 0,5 a 1,8% de sustancias tánicas

➤ 1% de ácidos orgánicos

Tan importante como la composición química de los hollejos, es la relación superficie/volumen de estos, ya que el aumento de esta representa una mayor concentración de los compuestos contenidos por los hollejos (Priewe, 1998). En la Figura 6, coincidiendo con Hidalgo (2003), se observa la relación hollejo/pulpa de las bayas, la que tiene un comienzo descendente coincidiendo con el período de mayor crecimiento de la baya, sucedido de un final ascendente que corresponde a la disminución en el peso de las bayas debido a la deshidratación de estas.



**Figura 6.** Relación hollejo/pulpa en ambas zonas.

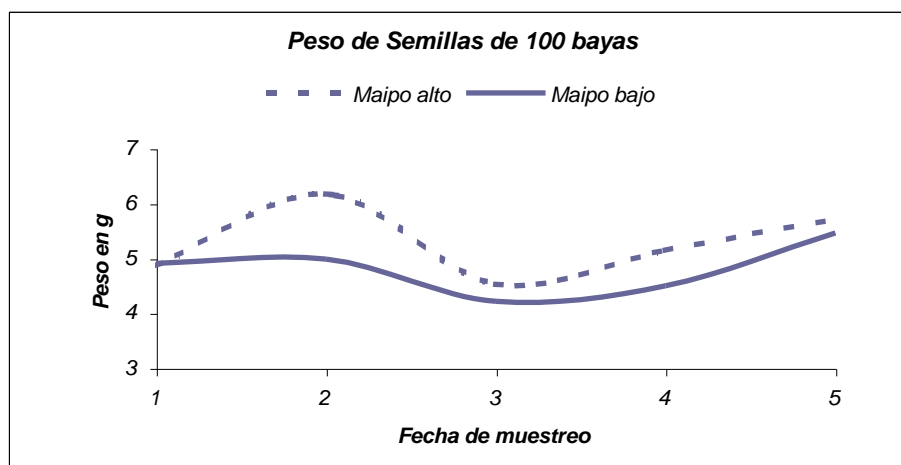
### Peso de semillas de 100 bayas

Las semillas son responsables de perpetuar la especie por vía sexual. Están constituidas de una cutícula, una epidermis, un tegumento externo de células lignificadas ricas en taninos, una envoltura media, un tegumento interno también rico en taninos. Estos tejidos rodean el albúmen y al embrión (Reynier, 1995).



El número de pepitas en una baya es variable, desde ninguna a cuatro, existiendo una estrecha relación entre el número de semillas y el tamaño de la bayas. Los compuestos que predominan en la semilla son el agua (25 a 45%), materias glucídicas (34 a 36%), aceite (13 a 20%) y taninos (4 a 6%) (Hidalgo ,2003; Foulonneau, 2002).

Tal como muestra la Figura 7, y coincidiendo con lo citado por Kennedy *et al* (2000), se ve una curva sigmoidea en la que existe un “peak” en el segundo muestreo, luego del cual comienza una declinación en el peso de las semillas de ambas zonas, seguido de un aumento paulatino hasta el último muestreo, coincidiendo con lo observado por Sepúlveda (2003) en la misma variedad.



**Figura 7.** Evolución del peso de semillas de 100 bayas en ambas zonas.

Existe cierta superioridad de Maipo Alto sobre Maipo Bajo en el peso de semillas, la que se ve claramente en el momento de cosecha. Sin embargo, esta superioridad se ve contrariada en cuanto a la concentración de taninos de semillas, ya que Maipo Bajo tiene casi el doble que Maipo Alto (Figura 13), traduciéndose en un mayor poder astringente de las muestras de la primera zona. El “peak” observado en el segundo muestreo de la zona de Maipo Alto coincide con lo estudiado en la misma zona, con muestras de semillas de la variedad Chardonnay por Lonnerberg (2004).

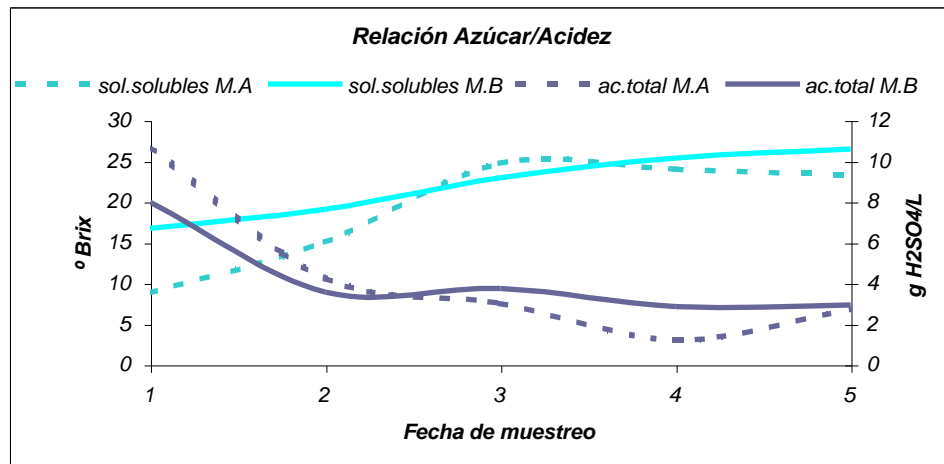
### Relación azúcar/acidez en las bayas

La concentración de azúcares y la descomposición de los ácidos se produce paralelamente en el curso de la maduración. En climas cálidos como los de las zonas vitivinícolas de Chile, la tasa de azúcares aumenta mientras que se pierden ácidos mediante la respiración de estos. Este es un parámetro de suma importancia a la hora de estimar el momento preciso de cosecha, aunque no es el único ni el más importante (Priewe, 1998).

Es importante recalcar que mediante el proceso de fermentación alcohólica, las levaduras transforman a una razón de 20 gramos de azúcar, ya sea glucosa o fructosa, por 1% de etanol (Zoecklein *et al.*, 2000).

A su vez, la acidez del mosto le entrega la frescura y elegancia final al vino, indispensable en un vino de calidad (Priewe, 1998).

Es por esta razón que la relación azúcar/acidez es importante como índice de madurez, y debido a eso se realizó el presente análisis que considera los factores antes mencionados (Figura 8). Esto coincide con lo observado por Valdivia (2001) en muestras de la misma variedad, y se observa claramente un aumento en las concentraciones de azúcares en ambas zonas, llegando a valores cercanos a 25° Brix en la fecha de cosecha, equivalente a 14,7 grados de alcohol probable. A su vez, la acidez de las bayas disminuyó en ambas zonas a medida que maduraba la uva. Es importante recalcar la baja concentración de ácidos que se obtuvo en Maipo Alto en el momento de cosecha, concentración que bordea 1g/L de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, concentración considerada muy baja por Foulonneau (1998) para hacer vinos de calidad.



**Figura 8.** Relación entre azúcar/acidez en ambas zonas.

Como definición, se puede decir que tanto azúcares como ácidos son considerados como compuestos de cantidad de la baya, y que ambos se encuentran en la pulpa en las vacuolas de las células parenquimáticas de ésta. Los azúcares logran su mayor concentración en la zona intermedia de la pulpa, mientras que los ácidos aumentan su concentración a medida que pasa de la zona interior a la zona exterior de la pulpa, donde logra su mayor concentración (Hidalgo, 2003).

Los azúcares son metabolitos primarios producidos por la planta mediante el proceso fotosintético. Estos son transportados a la baya vía floemática, que en su mayor parte son representados por la sacarosa que luego se hidroliza en la baya a glucosa y fructosa, azúcares de seis átomos de carbono considerados como azúcares reductores, los que son aptos para fermentación vía microbiológica (Flanzy, 2003).

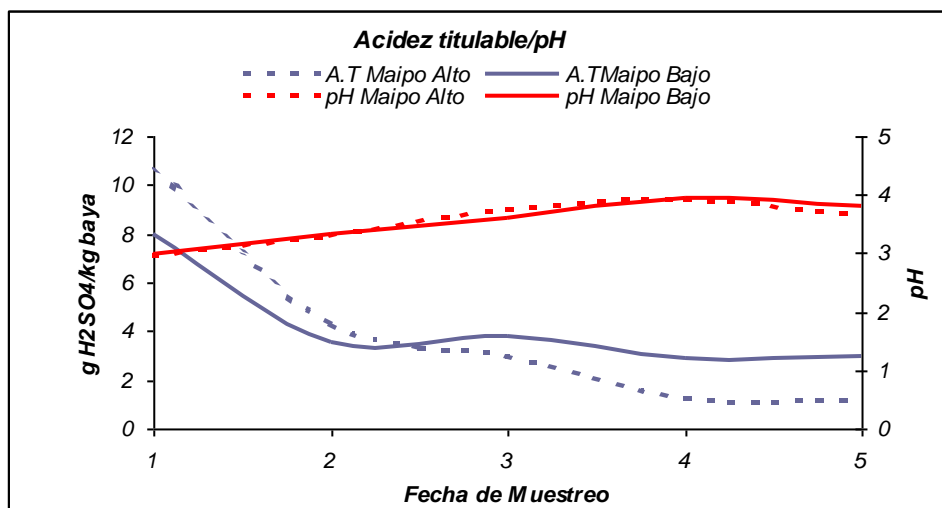
Los ácidos orgánicos más importantes de la uva son el ácido tartárico, el ácido málico y en menor medida el ácido cítrico. Estos, durante la maduración, van decreciendo en su concentración debido a un proceso de respiración que afecta sobre todo al ácido málico (Zoecklein *et al.*, 1989; Dominé, 2001).

### Acidez titulable v/s pH

Contrariamente a lo que se piensa, no hay una relación directa entre la tasa de acidez titulable, también conocida como acidez total, con el cambio de pH. Este último se define como el logaritmo de la concentración de iones hidrógenos del medio. Por su parte, la acidez de titulación depende de la cantidad total de ácidos y de su grado de disociación (Flanzy, 2000).

Las investigaciones indican que los cationes monovalentes como el potasio y el sodio harían aumentar el pH y disminuir la acidez total debido al intercambio que se produce entre estos con los protones procedentes de los ácidos orgánicos para poder entrar a la célula (Zoecklein *et al.*, 1989). Esta reacción química altera tanto al pH como a la acidez total, aunque no sea una relación directa. Sin embargo, la principal diferencia entre ambos análisis radica en la respiración de los ácidos orgánicos de la uva, sobre todo el ácido málico, alterando así la acidez de titulación (Flanzy, 2000).

En climas cálidos como el de la denominación de origen Valle del Maipo, además de la actividad de la enzima ATP-asa que transporta cationes monovalentes, existe una fuerte respiración del malato, elevándose así el pH y disminuyendo la acidez titulable durante la maduración de la baya, como se observa en la Figura 9, concordando con lo estudiado anteriormente, en nuestro país, por Valdivia (2001) y Errazuriz (2003), ambos ensayos realizados en el Valle del Maipo.



**Figura 9.** Evolución del pH y de la acidez de titulación en ambas zonas.

Tal como se esperaba, el pH aumentó en ambas zonas, observándose eso sí, una leve disminución en el último muestreo, que se puede deber a una mayor disponibilidad hídrica. A su vez, la acidez total mostró una disminución bastante rápida en las dos primeras fechas, la que luego se moderó en las dos últimas.

### Evolución de la composición fenólica global en hollejos y semillas

Los compuestos fenólicos son de gran importancia en la uva y juegan un rol tanto directo como indirecto sobre la calidad del vino. Además, le otorgan a éste gran parte de sus propiedades organolépticas (Souquet *et al.*, 1996).

Es sabido que la síntesis de los compuestos fenólicos en la uva es colateral a la formación y acumulación de los azúcares. Es así como, mediante el uso de las hexosas por el ciclo de las pentosas fosfato y luego por la vía del ácido shiquímico, mediante la enzima llamada fenilalanina-amonioliasa (PAL), se forman los primeros compuestos fenólicos, como los ácidos benzoicos y cinámicos, los que luego terminan en la formación de otros polifenoles como flavanoles, flavonoles, antocianos y taninos (Hidalgo, 2003).

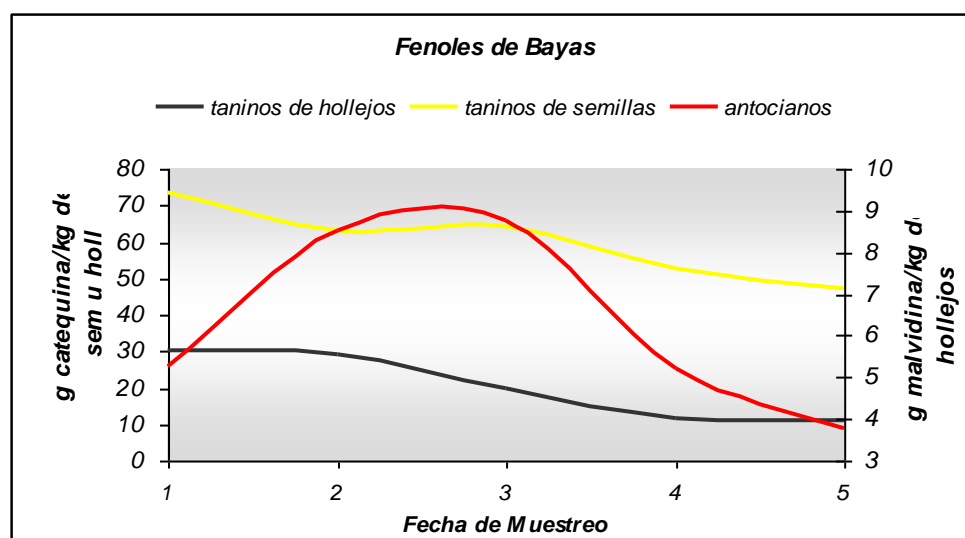
Desafortunadamente para los “terroirs” de climas cálidos, esta enzima, la PAL, actúa dependiendo de factores climáticos como la temperatura y la luminosidad, los cuales en exceso pueden llegar a inhibir su acción (Ribéreau-Gayon, 1998), por lo que la complicación y el cuestionamiento que surge actualmente es la validez de seguir esperando la madurez fenólica mientras la acumulación de azúcares continúa.

La ubicación de la PAL en el grano de uva y su evolución durante la madurez de la baya explicaría el comportamiento de ciertos polifenoles. Ésta se ubica principalmente en las células de los hollejos y en algunos tejidos de las semillas, logrando su máxima concentración en estas en el período herbáceo, decreciendo durante la maduración. En cambio en el hollejo, aparece bruscamente a partir del envero (pinta) (Hidalgo, 2003).

## Fenoles totales

Con este análisis se logra realizar un estudio global de los compuestos fenólicos y su evolución en la baya o en el vino, incluyendo tanto a los antocianos como a los flavanoles, flavonoles, taninos condensados y ácidos fenólicos (Figura 10).

Tomando en cuenta que en los hollejos se puede encontrar alrededor de 12% de los polifenoles totales de la uva, que en las semillas se encuentran cerca del 65%, y que sólo se logran extraer y traspasar aproximadamente el 60-50% de estos al vino final (Hidalgo, 2003), es que se presentará la siguiente división en este trabajo.



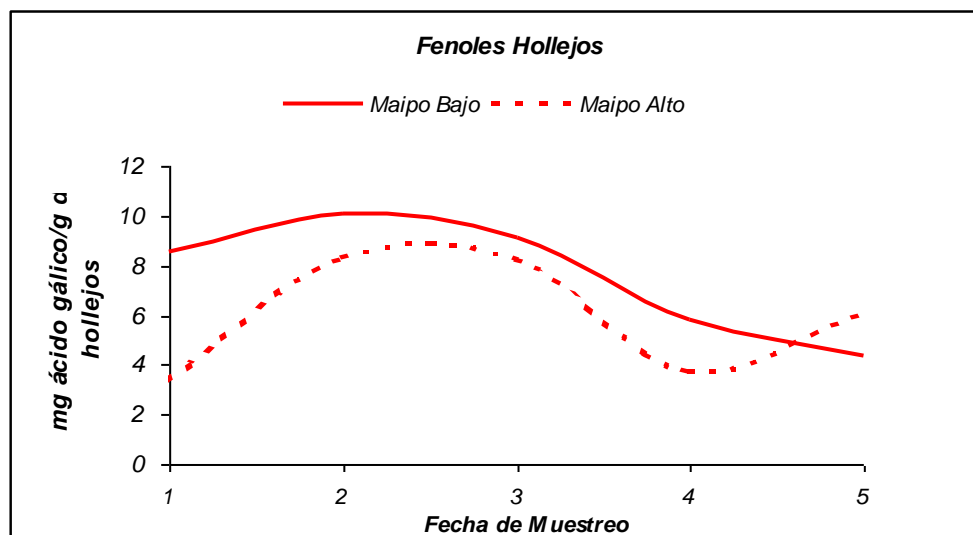
**Figura 10.** Evolución durante la maduración de los taninos en semillas y hollejos y antocianos en hollejos en muestras del cv. Cabernet Sauvignon.

Fenoles totales en hollejos: Los fenoles que se encuentran en los hollejos de uva tinta son antocianos, flavanoles, flavonoles, taninos condensados y ácidos fenólicos (Zoelein *et al.*, 2000).

Como se puede observar en la Figura 11, las concentraciones de fenoles totales presentaron una curva sigmoidea, tal como lo describe Ribéreau-Gayon (1998), en la que

se obtiene un máximo entre el segundo y el tercer muestreo en ambas zonas. Esta curva se asemeja mucho a la que observó Sepúlveda (2003) el año anterior a la realización de este estudio, en las mismas zonas geográficas.

Se puede apreciar una gran similitud con la curva de antocianos totales, que se presenta más adelante en este trabajo, asociándose el comportamiento de los fenoles totales en los hollejos con lo que pueda ocurrir con los antocianos desde pinta en adelante, durante el período de sobre maduración. Existe también cierta similitud en el comportamiento decreciente de los fenoles totales con relación a los taninos totales de hollejos. Es por esta razón que la disminución producida hacia el momento de cosecha, si se considera lo expresado por Zoeclein *et al.* (2000) y Taiz y Zeiger (1991), puede ser atribuida a una disminución de estos compuestos, tanto antocianos como taninos, los que son degradados o respirados debido a una excesiva sobre maduración y exposición a la luz directa de las bayas, con consecuente sobrecalentamiento de éstas al no tener la capacidad fisiológica de transpirar.



**Figura 11.** Evolución de los fenoles totales en hollejos.

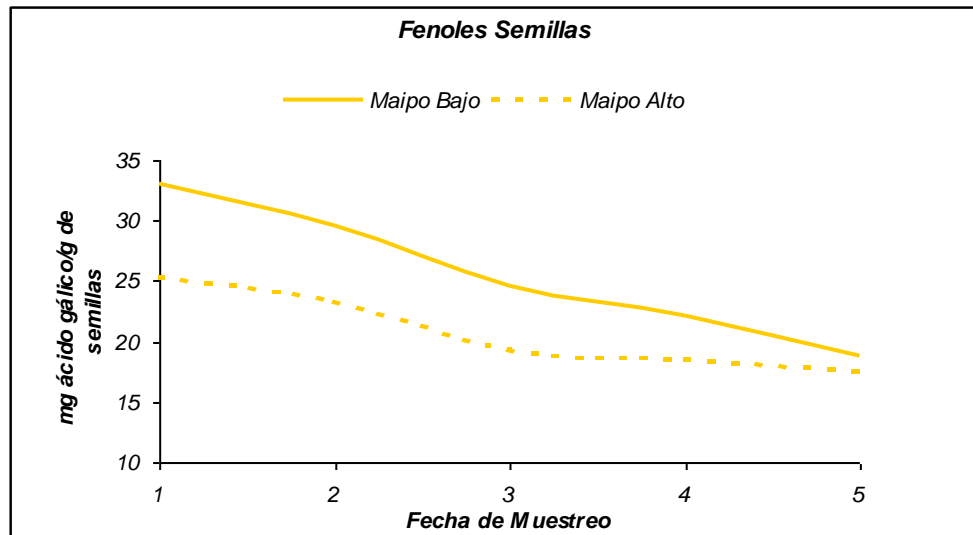


Además, se puede apreciar que, curiosamente, en el último muestreo en Maipo Alto se produce un aumento en las concentraciones de fenoles totales con respecto a los muestreos anteriores, lo que sería atribuido a una mayor extracción de estos compuestos, sobretudo taninos, como se aprecia más adelante en la Figura 13. Según Amrani Joutei y Glories (1995), esto podría deberse al mayor deterioro que presentarían las pieles a esa altura de la maduración.

Fenoles totales en semillas: Estos compuestos fenólicos se ubican en las paredes de las células del tegumento de las semillas (Sepúlveda, 2003). Se encuentran en las semillas tanto de uvas blancas como tintas y son en su gran mayoría taninos condensados, flavanoles y ácidos fenólicos (Zoecklein *et al.*, 2000).

Estos polifenoles, por lo general, le entregan gran parte del amargor y astringencia final a los vinos, por lo cual se busca una mayor maduración y evolución de estos para lograr vinos de mayor redondez de taninos y de menor amargor (Ribéreau-Gayon, 1998).

Según Kennedy *et al* (2000), Ribéreau-Gayon (1998) e Hidalgo (2003), y tal como se definió anteriormente, la actividad de la enzima PAL, en el caso de la semilla, se encuentra en su máximo durante el período herbáceo hasta la pinta o envero. Es por esto que se define este período como de biosíntesis de compuestos fenólicos, el que luego es seguido por otro de declinación, el que se ve representado en la Figura 12, y coincide con lo observado en Chile por Valdivia (2001).



**Figura 12.** Evolución de los fenoles totales en semillas.

Esta disminución se atribuye a una menor extracción de los compuestos fenólicos debido a un endurecimiento de las paredes secundarias e impermeabilización de la semilla durante la maduración. Además, considerando lo expuesto por Kennedy *et al.* (2000), se suma una importante oxidación de los compuestos fenólicos, reduciendo así su potencial extractabilidad.

Estudios anteriores han demostrado que junto con la oxidación de los polifenoles de la semilla durante la maduración, existe un aumento en la concentración de radicales fenoxil, el que se comportaría de forma semejante a los radicales del anillo  $\beta$  de las procianidinas, las que se relacionan con la interacción proteínas-taninos, interviniendo directamente en la astringencia final del vino (Kennedy *et al.*, 2000).

Este pardeamiento y endurecimiento, además de la evolución gustativa debido a la disminución del amargor y de la astringencia de la semilla, puede ser considerado un factor importante dentro de los índices de madurez fenólica de las bayas (Rousseau y Delteil, 2000).

### Taninos totales

Los taninos son moléculas fenólicas que provienen de la polimerización de moléculas elementarias de función fenol (Ribéreau-Gayon, 1998). Son los encargados de otorgar astringencia a los vinos, debido a la precipitación de proteínas salivares producto de una reacción de combinación tanino-proteína que reduce la viscosidad de la saliva, aumentando la fricción (Brossaud *et al.*, 2001).

Existen dos tipos de taninos presentes en el vino, los taninos hidrolizables y los taninos condensados, siendo estos últimos naturales de la uva, ubicados ya sea en los hollejos o en las semillas (Zamora, 2003). La concentración de taninos condensados es mucho más importante en las semillas que en los hollejos como lo muestra la Figura 13. Según Kantz y Singleton (1991) alrededor de 58% de los taninos condensados de la uva se encuentran en las semillas, y sólo el 4% en los hollejos. Sin embargo, la contribución final de los taninos del hollejo al vino es más importante sensorialmente (Flanzy, 2000). Afortunadamente, los taninos de hollejo son más fácil de extraer durante el proceso de vinificación (Sepúlveda, 2003).

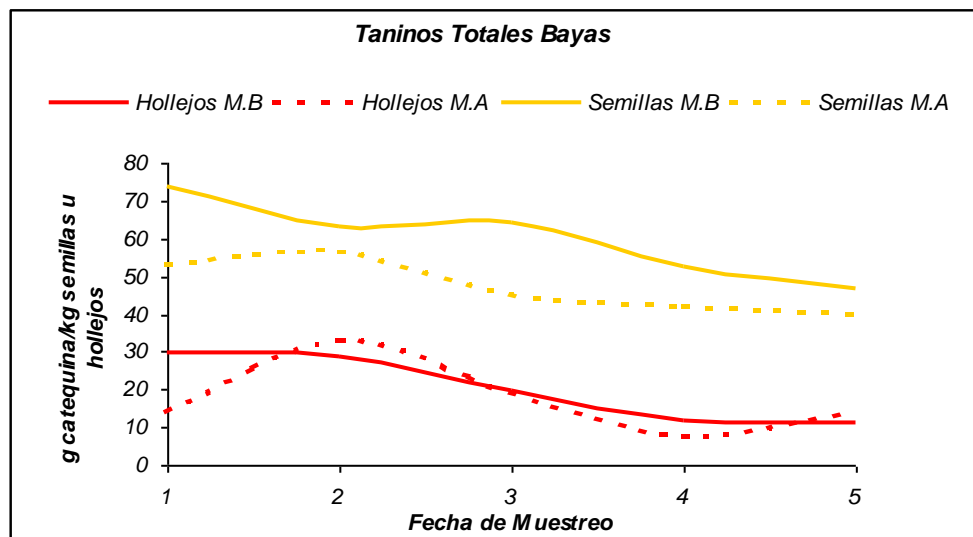
Taninos totales en hollejos. Se distinguen de los taninos de semilla por la presencia de prodelfinidinas provenientes de la polimerización de epigallocatequinas. Además, tienen mayor grado de polimerización y una menor proporción de unidades galoiladas (Flanzy, 2000; Brossaud *et al.*, 2001).

Se han determinado tres grandes grupos de taninos de hollejos (Amrani Joutei, 1994):

- Taninos ligados a la pared celular
- Taninos ligados a la membrana vacuolar y
- Taninos libres dentro de la vacuola.

Los taninos ligados a la membrana vacuolar se encuentran fuertemente unidos a la cara interna del tonoplasto debido a una unión tanino-proteína, lo que hace difícil su extracción (Amrani Joutei y Glories, 1995).

En la Figura 13 se puede observar una curva descendente, en la cual llama la atención el segundo muestreo de Maipo Alto, en donde se aprecia un gran aumento con respecto al muestreo anterior. Esto se explicaría por el fuerte descenso que se produce en el peso de hollejos en ese muestreo, lográndose una mayor concentración de estos compuestos.



**Figura 13.** Comparación de la evolución de los taninos totales en hollejos y semillas.

La disminución constante, antes mencionada, puede ser causada por la polimerización de las procianidinas, las que según Ribéreau-Gayon (1998), aportan una menor reactividad con las proteínas, disminuyendo la agresividad de los taninos.

Contrariamente a lo señalado por Duarte (2001), quien realizó un estudio de la misma variedad en el mismo valle, no existe un aumento paulatino en la concentración de taninos, la que en este caso luego de llegar a un máximo muy adelantado frente a la

madurez “polifenólica” y “tecnológica”, disminuye fuertemente, incluso adelantándose a la disminución en la concentración de antocianos como se observará más adelante.

Finalmente, se puede apreciar en el último muestreo de Maipo Alto un aumento en las concentraciones de taninos, lo que se puede deber a una mayor degradación de la pared celular luego de la acción de enzimas pectolíticas originarias de la uva, logrando extraer una mayor proporción de taninos ligados a la pared y a la membrana celular que son de difícil extracción. Además, según lo observado por Amrani Joutei y Glories (1995), es de importancia el hecho de que estos taninos son menos astringentes que los de vacuola.

Taninos de semillas. Como se ha dicho anteriormente, las semillas poseen una mayor fracción de unidades galoiladas, las que según Ricardo-da-Silva *et al.* (1991) y Cheynier *et al.* (1997) aumenta la interacción tanino-proteína, sugiriendo un mayor poder astringente. Además, el menor grado de polimerización de sus taninos le dan mayor amargor a la semilla (Zoecklein *et al.*, 2000).

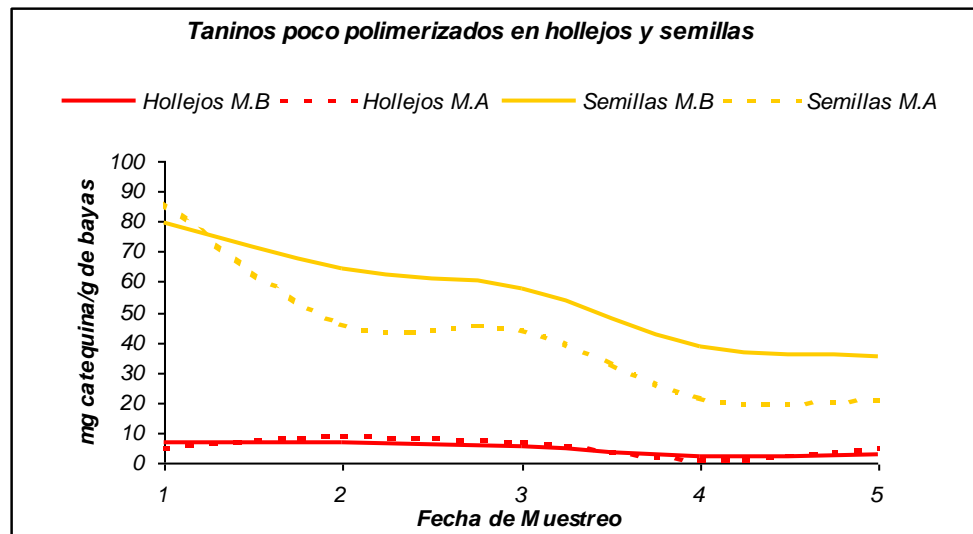
La semilla está constituida de tres capas de células diferentes debajo de la epidermis llamadas capas externa, media e interna. Es en las capas externas e internas donde se localizan los taninos de semilla, cumpliendo una función protectora hacia el embrión, dependiendo de la solubilidad de la cutícula para su liberación al medio (Amrani Joutei y Glories, 1995).

La literatura cita a la variedad Cabernet Sauvignon como pobre en taninos de semilla, los que luego de la pinta disminuyen en concentración como se observa en la Figura 13 coincidiendo con lo observado por Lonnerberg (2003) y Ribéreau-Gayon (1998). En esta, se puede observar un desfase en el descenso final de la concentración de taninos en las muestras de Maipo Bajo con respecto a Maipo Alto. Se puede observar, además, que los taninos de semillas tienen una concentración, en pinta, que dobla la concentración de los hollejos (Figura 13), coincidiendo con lo señalado por Harberston *et al.* (2002).

### Taninos poco polimerizados

Este es un análisis propuesto por Vivas *et al.* (1994) que intenta estudiar el grado de polimerización de las procianidinas, las que aumentan su peso molecular a medida que maduran las bayas. Para esto se usa el método del aldehído *p*-dimetilaminocinamaldehído, que indica la concentración de taninos poco condensados. Este valor dividido por la concentración de taninos totales indica el porcentaje de taninos poco polimerizados.

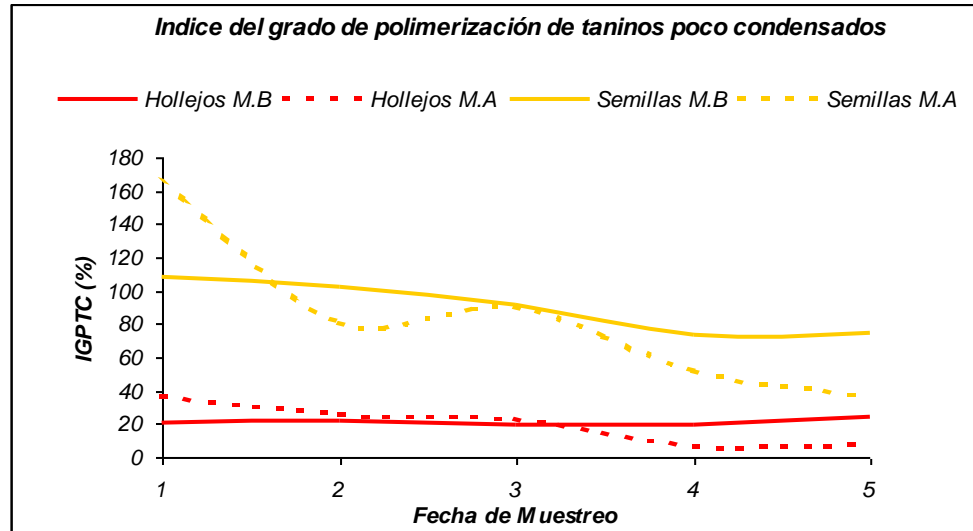
Como se observa en la Figura 14, existe una disminución constante de taninos poco polimerizados en semillas, siendo mucho más tenue en hollejos, coincidiendo con lo señalado por Ribéreau-Gayon, (1998) y Sepúlveda (2003).



**Figura 14.** Evolución de los taninos poco polimerizados en hollejos y semillas en ambas zonas.

Según estos autores, el 90% de los dímeros y trímeros de catequina disminuyen en semillas, no así en hollejos, donde la disminución es mínima.

En la Figura 15, se muestra el índice de grado de polimerización de taninos poco condensados (IGPTC). Este índice indica la cantidad de taninos que no están polimerizados frente al total de taninos (Zamora, 2003).



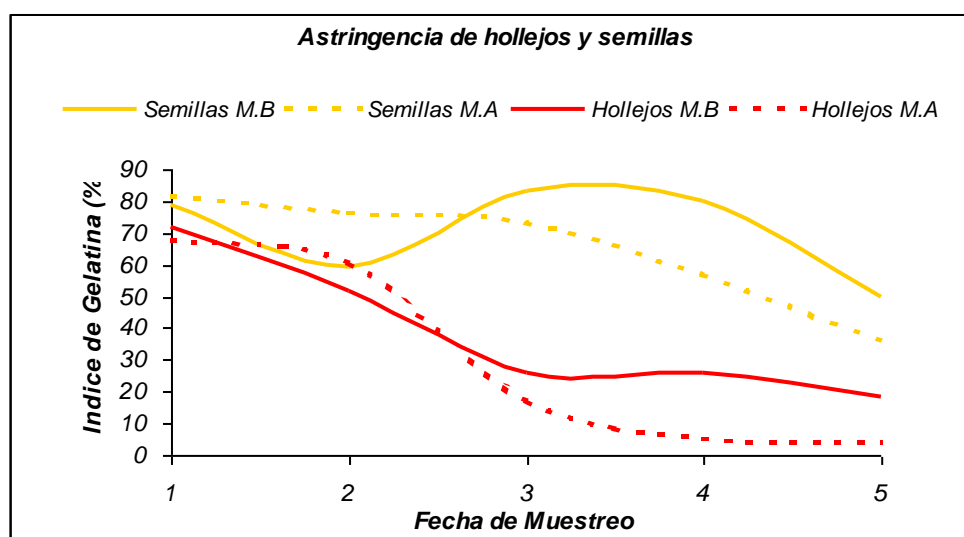
**Figura 15.** Evolución del IGPTC en hollejos y semillas de bayas en ambas zonas.

Llama la atención el mayor grado de polimerización de taninos de semillas en Maipo Alto con respecto a Maipo Bajo para la fecha de cosecha. Esto se puede explicar por el menor contenido de taninos totales de semillas en Maipo Alto frente a los encontrados en las semillas de Maipo Bajo, además de una menor concentración de taninos poco polimerizados en Maipo Alto. En los hollejos se observa una conducta muy similar en cuanto a la concentración de taninos poco polimerizados en ambas zonas.

### Índice de gelatina

Este índice representa el porcentaje de taninos capaces de reaccionar con las proteínas de la gelatina, por lo tanto susceptibles de intervenir en el nivel de astringencia, reacción antes mencionada (Zamora, 2003).

En la Figura 16, se observa claramente una superioridad de la astringencia de los taninos de las semillas por sobre la de los hollejos. Esta diferencia se acentúa a medida que madura la uva, llegando a ser cerca del doble en el momento de cosecha. Considerando lo expresado por Brossaud *et al.* (2001), esto puede deberse a un menor grado de polimerización de los taninos de semilla en comparación a los taninos de hollejo, además de una mayor proporción de unidades galoidadas que son más astringentes. Es así como estos mismos autores señalan que en la semilla el grado medio de polimerización avicina las diez unidades, mientras que en el hollejo aproxima las treinta unidades. A pesar de las diferencias entre semilla y hollejo, para ambos casos y en ambas zonas, se nota una disminución constante de la astringencia a medida que madura la baya, siendo éste un factor determinante en la determinación del momento de cosecha deseado coincidiendo con Olivares (2003).



**Figura 16.** Evolución de la astringencia en semillas y hollejos de ambas zonas.

Sorprende el aumento en la astringencia que presentan las muestras de semillas de Maipo Bajo luego del segundo muestreo, y una posible justificación a este fenómeno sería la disminución en el peso de las mismas hacia el tercer muestreo, concentrando más los compuestos en ellas contenidos, entre los cuales se pueden encontrar taninos astringentes.

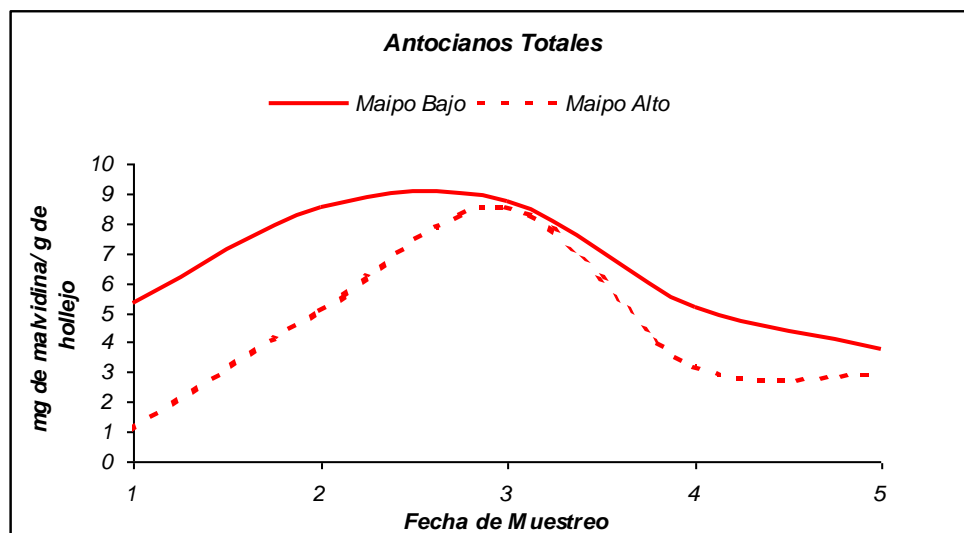


### Antocianos totales

Los antocianos son los encargados de entregar el color rojo al vino tinto. Se encuentran en el hollejo, dentro de vacuolas o de células especializadas llamadas antocianoplastos, donde se presentan con un color rojo azulado debido al bajo pH de las pieles (Zamora, 2003; Hidalgo, 2003).

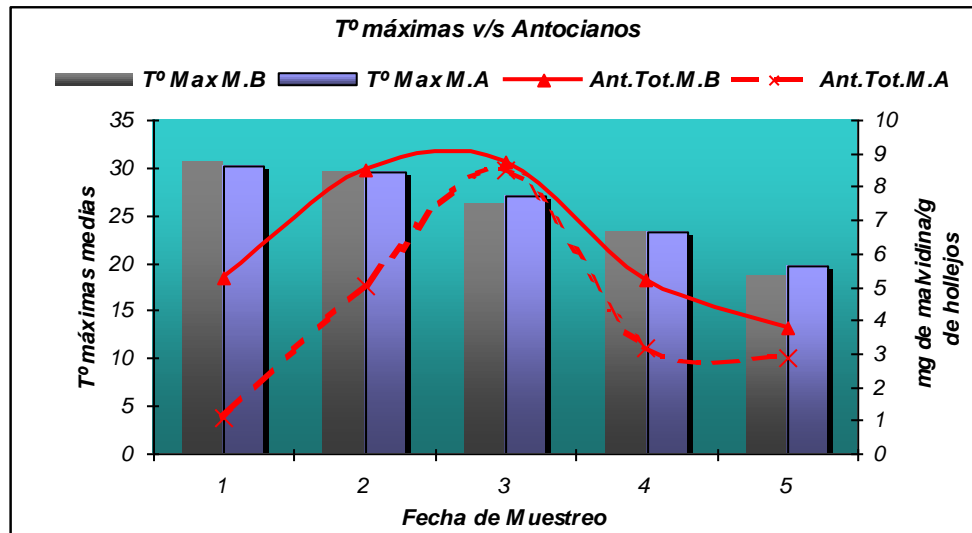
Cabe señalar que el término antocianos se está refiriendo tanto a las antocianidinas, forma aglicona, como a las antocianinas, que se encuentran bajo forma de glicósidos. Dentro del grupo de las antocianidinas se pueden encontrar cinco moléculas distintas, que se diferencian de acuerdo al sustituyente que contengan tanto el carbono tres como el carbono cinco. Estas moléculas son denominadas cianidina, peonidina, delphinidina, petunidina y malvidina, y cada una presenta diferentes tonalidades del color rojo en la baya. La malvidina es la antocianidina de mayor presencia en la baya de la uva (Ribéreau-Gayon, 1998).

Coincidiendo con lo estudiado por Sepúlveda (2003) e Hidalgo (2003), se puede observar en la Figura 17, que los antocianos aparecen en pinta, acumulándose hasta llegar a un máximo que coincide con la más alta relación azúcar/acidez.



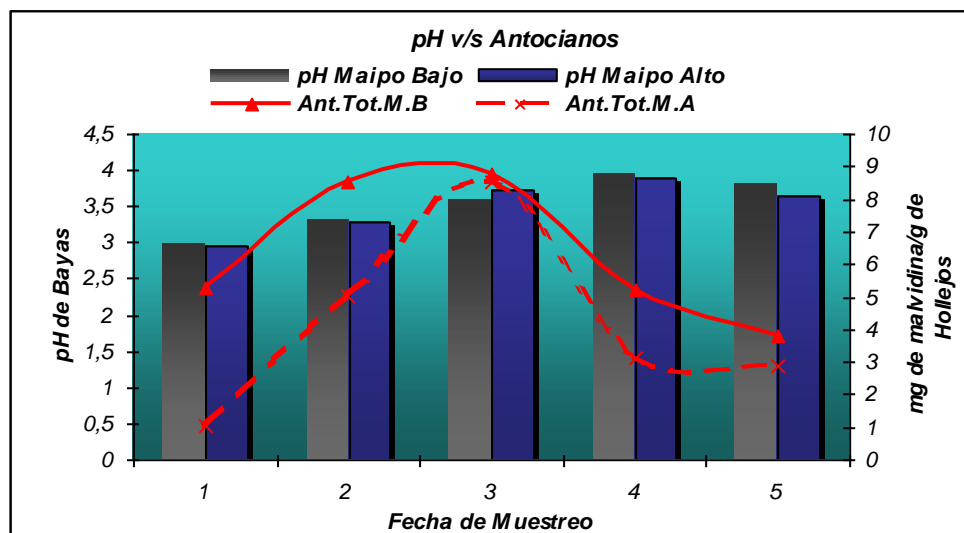
**Figura 17.** Evolución de antocianos en hollejos.

También se puede apreciar, en ambos casos, un descenso en la concentración de antocianos que podría ser causado, según Kataoka *et al* (1984) y Zamora (2003) por una sobre maduración de la uva, en la cual se produce una degradación de los antocianos por efecto de la temperatura y de la oxidación, produciendo calconas de color amarillo que luego se desplazan de manera irreversible hacia fenoles simples incoloros. La iluminación sería un catalizador de este proceso de degradación. Es así como en la Figura 18, se puede apreciar que a fines de febrero y en los meses de marzo y abril, correspondientes a la sobre maduración de la uva, las temperaturas máximas son bastante elevadas, pudiendo intervenir en la degradación de los antocianos luego del tercer muestreo en ambos casos.



**Figura 18.** Relación entre las temperaturas máximas de ambas zonas y el descenso en la concentración de antocianos.

Es sabido que el pH de la uva causa el mismo efecto de degradación en los antocianos, y mientras más aumenta, más disminuye la coloración roja de las pieles. Esto puede ser un factor determinante, según Zamora (2003), en la pérdida de color de las uvas en climas cálidos, en donde, debido a las altas temperaturas a las que se somete a la uva durante su etapa de sobre maduración, el pH aumenta mucho como se puede apreciar en la Figura 19.



**Figura 19.** Relación entre el pH de las bayas y el descenso entre las concentraciones de antocianos totales.

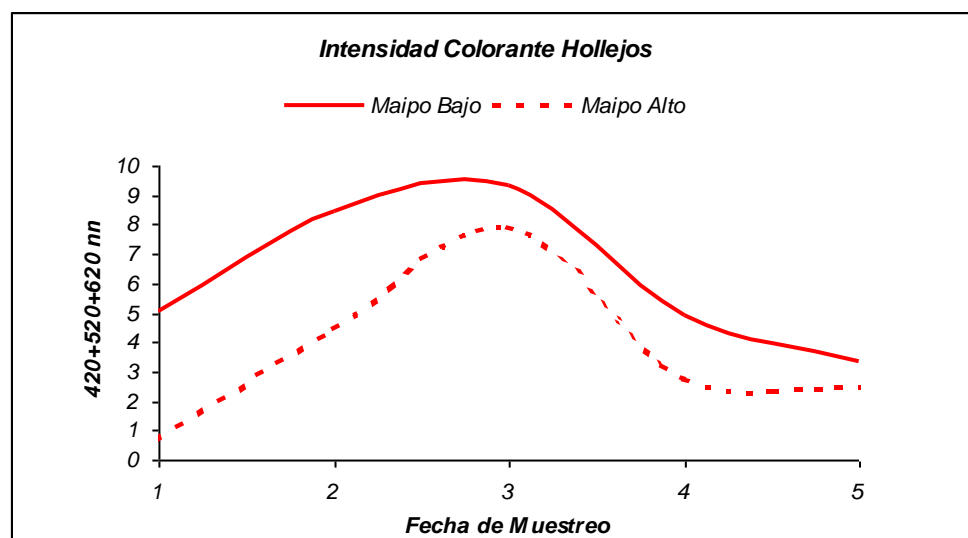
### Intensidad colorante

La intensidad colorante es un índice que corresponde a la sumatoria de las absorbancias a 420 nm, 520 nm y 620 nm, siendo la primera correspondiente a la fracción amarilla producida principalmente por compuestos fenólicos flavonoides (flavanoles y flavonoles), contenidos tanto en hollejos como en semillas. La medición a 520 nm corresponde a la componente roja, debido a la presencia de antocianos extraídos de los hollejos. Por último, la componente azul-violeta, identificada a 620 nm, importante en uvas y en vinos jóvenes, también producida por los antocianos debido a una reacción química mediada por el pH o por procesos de copigmentación (Zamora, 2003).

En la Figura 20, se puede observar un comportamiento bastante similar en ambos valles, en el que se aprecia un aumento en la intensidad colorante de las bayas en los primeros muestreos, seguido de una fuerte disminución para el momento de cosecha. Se hace evidente la fuerte relación entre este índice y la concentración de antocianos presentada previamente, ya que presentan curvas muy parecidas. Esto se explica por la gran

participación de la componente roja (520nm) representada por los antocianos en este índice, como se aprecia en la Figura 21 (a y b).

En estas mismas figuras (21 a y b), se puede apreciar que en ambos valles, la componente azul-violeta (620nm) presenta un leve pero continuo aumento. Según Zamora (2003), esto se podría explicar por procesos de copigmentación que harían pasar a los cationes flavilios a su forma base quinona de color violáceo. A su vez, la disminución de la componente roja también podría ser explicada por reacciones de los cationes flavilios con respecto al pH, pasando a su forma carbinol, que es incolora, o a su forma calcona, de coloración amarilla. En cuanto a la componente amarilla, se puede observar un leve aumento hacia fines de la maduración, el cual estaría explicado por un aumento en la concentración de los flavonoles, la misma transformación de los antocianos a calconas y la mayor polimerización de las procianidinas.



**Figura 20.** Evolución de la intensidad colorante de hollejos en ambos valles.

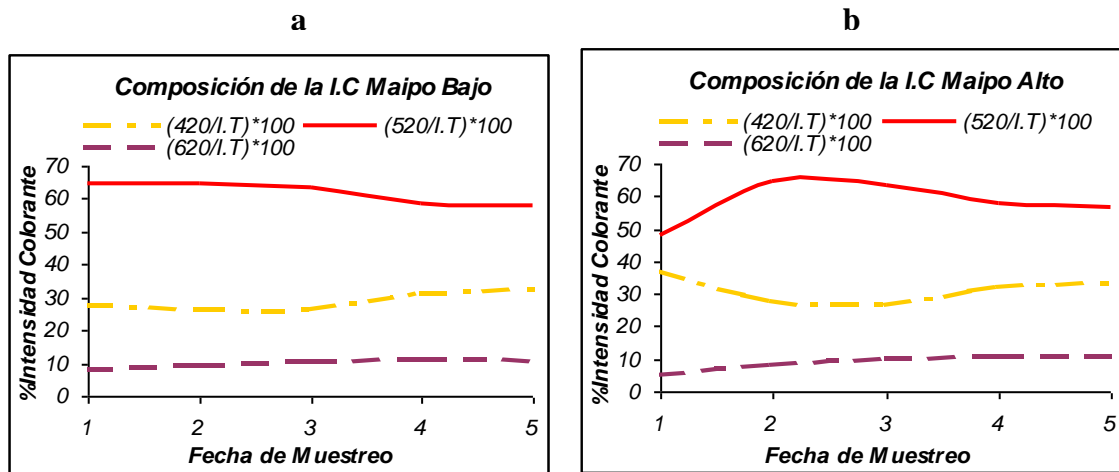


Figura 21 a y b. Componentes amarilla, roja y azul en ambas zonas.

En cuanto a las semillas, se puede observar en la Figura 22, un constante aumento en ambas zonas de la intensidad colorante coincidiendo con Peña (1999). Lo cual podría ser explicado por el constante pardeamiento que sufren las semillas debido a procesos oxidativos sufridos por los flavanoles o los ácidos fenólicos de éstas.

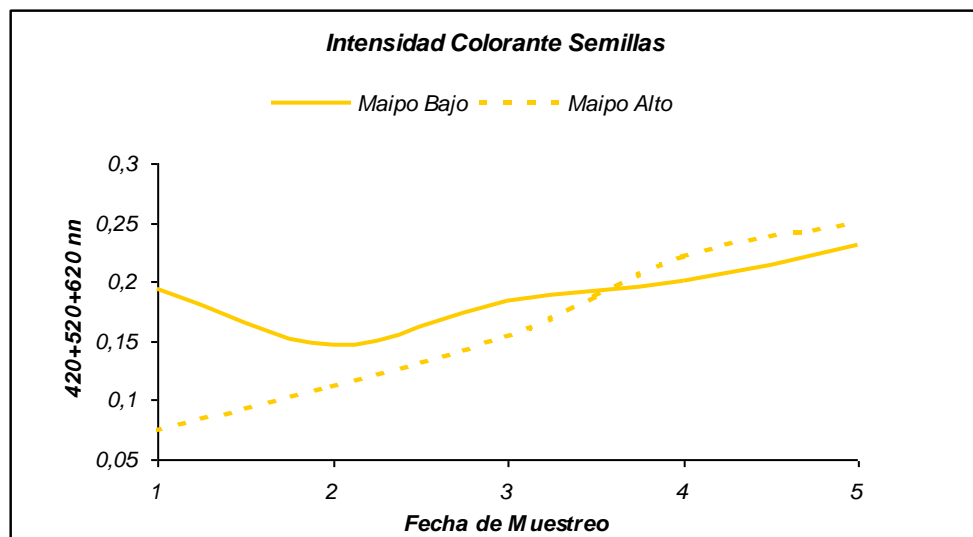


Figura 22. Evolución de la intensidad colorante de semillas en ambas zonas.

### Análisis básicos y polifenólicos de vinos terminados

En este ensayo se vinificaron las tres últimas fechas de muestreo, correspondientes a 15 días antes de la fecha tradicional de cosecha, a la fecha misma de cosecha y a 15 días después de ésta. A cada repetición se le aplicó 10 g/hL de metabisulfito de potasio para proteger la uva de posibles contaminaciones microbiológicas y de oxidaciones, y se inoculó con levaduras secas comerciales (BDX) a razón de 20 g/hL. Una vez comenzada la fermentación, se le realizaron dos remontajes abiertos diarios durante todo el proceso fermentativo, para lograr una máxima extracción de los compuestos fenólicos. Luego de finalizar la fermentación alcohólica, cada depósito fue descubado y prensado manualmente, sin separar el jugo gota del jugo prensa, manteniéndolos a temperaturas adecuadas para que se produjera la fermentación maloláctica en forma natural por la acción de bacterias nativas. Una vez terminada ésta, se le agregó metabisulfito de potasio al vino a concentraciones determinadas para llevarlo a una concentración de sulfuroso libre de 30 ppm.

El vino es una bebida “viva” y compleja, en la cual ocurren reacciones tanto químicas como bioquímicas. Es complicado, o más bien errado, decir que los compuestos encontrados en la baya aparecerán tal cual en el vino, ya que eso raramente ocurre. Existe una serie de reacciones que se producen a lo largo de la fermentación y durante el tiempo de reposo del vino, que hacen muy difícil una comparación directa entre los compuestos obtenidos de la uva con los que se encontrarán posteriormente en el vino (Foullonneau, 2002).

A medida que se avanzó en el tiempo de espera para la cosecha, aumentó el grado alcohólico probable de la uva. Eso se ve reflejado en el Cuadro 7, donde se aprecia un continuo aumento en el grado alcohólico de los vinos de ambas zonas. Así, mientras más tarde se cosechó la uva de la cual fue elaborado el vino, más alcohólico resultó el mismo.

**Cuadro 7.** Análisis básicos en vinos terminados de ambas zonas.

Análisis/Muestra	Maipo Alto						Maipo Bajo					
	T1		T2		T3		T1		T2		T3	
	prom	D.S	Prom	D.S	prom	D.S	prom	D.S	prom	D.S	prom	D.S
Grado Alcohólico <sup>(1)</sup>	12,6	0,3	13,5	0,4	14,3	0,1	13,4	0,1	14,5	0,1	15,7	0,3
Acidez Volátil <sup>(2)</sup>	0,4	0,1	0,48	0,04	0,48	0,06	0,45	0,03	0,32	0,03	0,44	0,1
Acidez Total <sup>(3)</sup>	7,0	1,9	7,2	0,1	6,8	0	6,5	0,2	6,9	0,3	6,3	0,2
pH	3,6	0,1	3,8	0,07	4,0	0,03	3,8	0,03	3,9	0,02	4,0	0,03
SO <sub>2</sub> Libre <sup>(4)</sup>	18,9	0	20,1	2,3	14,9	1,8	20,3	6,7	14,9	1,8	14,9	3,7
SO <sub>2</sub> Total <sup>(4)</sup>	34,1	10,9	42,7	18,1	65,7	2,9	27,3	3,9	19,6	5,3	23,9	7,4

<sup>(1)</sup> % v/v (etanol:agua)

<sup>(2)</sup> g /L ácido acético

<sup>(3)</sup> g /L ácido tartárico

<sup>(4)</sup> mg /L SO<sub>2</sub>

Vale la pena recalcar el mayor grado alcohólico alcanzado en los vinos de Maipo Bajo, para cada fecha de cosecha, lo que según Foulonneau (2002), se podría atribuir a las condiciones climáticas favorables para la acumulación de azúcar en las bayas y a la fuerte deshidratación de éstas, además de los manejos culturales como el rendimiento de kilogramos de uva por planta, el cual es inferior en esta zona. Por esto mismo, era de esperar que en esta zona se obtuvieran vinos de menor acidez y mayor pH que en Maipo Alto, producto de una mayor transpiración de los ácidos en las bayas (Cuadro 7). Los factores climáticos más influyentes en lo anteriormente comentado, según Zoecklein *et al.* (2000), son la temperatura y la evaporación media, ambos presentados con anterioridad. En cuanto al pH, se puede observar un continuo aumento de éste en ambas zonas, lo que sensorialmente hablando, llevaría a tener vinos con menor acidez en boca. Sin embargo, el parámetro acidez total sufrió un comportamiento bastante extraño, si uno considera lo citado por la literatura, ya que se ve un aumento en la concentración de ácidos totales en las dos primeras fechas, llegando luego al descenso esperado. Esto es difícil de explicar al no haber profundizado más en el estudio de los componentes ácidos que forman parte de la acidez total, es decir los ácidos en forma individual. No obstante lo anterior, este comportamiento se podría atribuir, concordando con lo expuesto por Zoecklein *et al.* (1989), a una mayor precipitación del ácido tartárico en los vinos de la primera fecha de cosecha debido a la anterior unión de los iones bitartrato con el potasio en suspensión, y



también a una fermentación maloláctica más completa por parte de estos vinos.

Los polifenoles son compuestos que sufren muchas transformaciones durante la vinificación, sobre todo en vinos tintos, ya sea por procesos de oxidación, condensación, polimerización o precipitación, ocurren cambios en la composición de ciertos compuestos. Por eso, es difícil de predecir el resultado final de un vino a partir de la composición química de la materia prima (Ribéreau-Gayon, 1998).

A continuación, en el Cuadro 8, se presentan los resultados obtenidos en los análisis polifenólicos de los vinos terminados de ambas zonas.

**Cuadro 8.** Análisis polifenólico en vinos terminados de ambas zonas.

Análisis/Muestra	Maipo Alto						Maipo Bajo					
	T1		T2		T3		T1		T2		T3	
	prom	D.S	Prom	D.S	prom	D.S	prom	D.S	prom	D.S	prom	D.S
Fenoles Totales <sup>(1)</sup>	813,1 d	1,4	832,4 d	1,5	1385,9 a	1,2	990,4 c	6,3	855,9 cd	0,9	1200,8 b	1,8
Taninos Totales <sup>(2)</sup>	1,1 c	0,2	0,9 c	0,1	2,2 a	0,2	1,6 b	0,4	1,5 b	0,08	2,04 a	0,1
Flavanoles <sup>(3)</sup>	269,9 b	12,6	235,7 b	1,4	609,6 a	2,6	516,1 a	82,6	278,5 b	29,6	541,6 a	19,5
Astringencia <sup>(4)</sup>	20,9 a	20,4	8,5 a	20,3	32,7 a	3,4	45,1 a	16	39,9 a	4,8	42,4 a	27
Antocianos Totales <sup>(5)</sup>	243,0 a	106	238,2 a	77,8	236,1 a	1,7	239,9 a	49	138,1 a	28	177,9 a	14
Intensidad Colorante	9,3 b	2,3	8,6 b	0,4	14,7 a	2,5	9,9 b	1,4	8,4 b	0,5	9,6 b	0,2
Matiz	7,4abc	0,5	8,2 ab	1,1	5,8 c	1,6	7,2 bc	0,4	8,5 ab	0,6	9,0 a	0,4
Taninos poco Polimerizados <sup>(6)</sup>	32,2 ab	9,5	34,0 ab	13,2	35,3 ab	2,4	44,6 a	72,9	23,9 b	104,7	33,9 ab	103,6

<sup>(1)</sup> mg/L equivalente ácido gálico

<sup>(2)</sup> g/L equivalente catequina

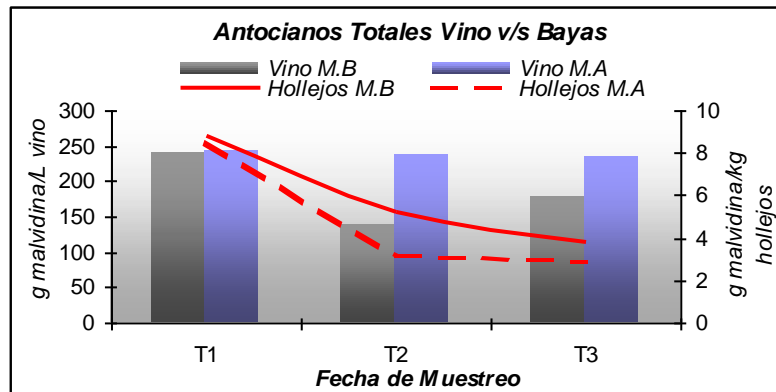
<sup>(3)</sup> mg/L equivalente catequina

<sup>(4)</sup> Índice de gelatina (%)

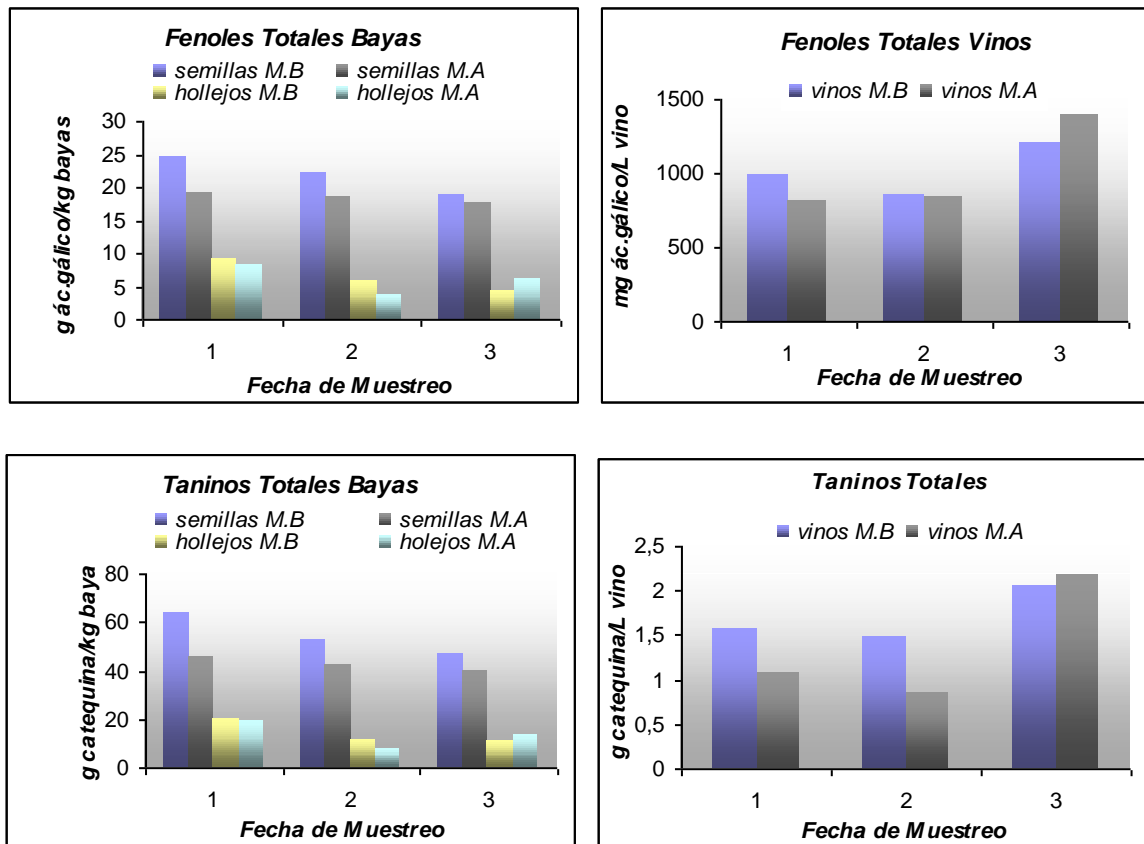
<sup>(5)</sup> mg/L equivalente malvidina

<sup>(6)</sup> IGPTC (%)

Como se aprecia en las figuras 23 y 24, no hay correspondencia en cuanto a la evolución de los compuestos fenólicos en las bayas en sus tres fechas de cosecha con respecto a la de los vinos elaborados.



**Figura 23.** Comparación entre vinos y bayas de tres fechas de muestreo diferente para la concentración de antocianos totales.



**Figura 24.** Comparación entre bayas y vinos de tres fechas de muestreo para la concentración de fenoles totales y taninos totales.

Se observa un comportamiento disímil en cuanto a los antocianos totales de los vinos con respecto a los de las bayas, los que tienden a descender su concentración

contraponiéndose al ascenso producido en los vinos de Maipo Bajo en el último muestreo y a regularidad observada en Maipo Alto .

Lo que ocurre con los taninos totales es muy similar a lo que se observa con los antocianos, ya que tanto en hollejos como en semillas se produce un descenso en la cantidad total de taninos de ambas zonas. Sin embargo, en el vino se aprecia un leve aumento de estos compuestos.

Este aumento en la concentración de taninos puede ser positivo desde el punto de vista sensorial, y de estabilización del color. Sobretudo si se quiere elaborar vinos Reserva, los que requieren de un período de guarda en barricas, donde se produce entre otras reacciones, la condensación entre antocianos y taninos mediante un puente de etanal conseguido por la microoxigenación que ahí ocurre (Zamora, 2003; Hidalgo, 2003).

Este aumento de los taninos y los antocianos en los vinos puede ser causado, según Amrani Joutei (1995) y Zamora (2003), por una mayor degradación de las paredes celulares de los hollejos, permitiendo una mejor extractabilidad de estos compuestos, a pesar de que la materia prima contenga menores concentraciones de estos. Además, los tiempos de maceración a los cuales fueron sometidos estos vinos aumentaron en los últimos muestreos, produciéndose una mayor extracción de compuestos fenólicos, como se observa en la Figura 24.

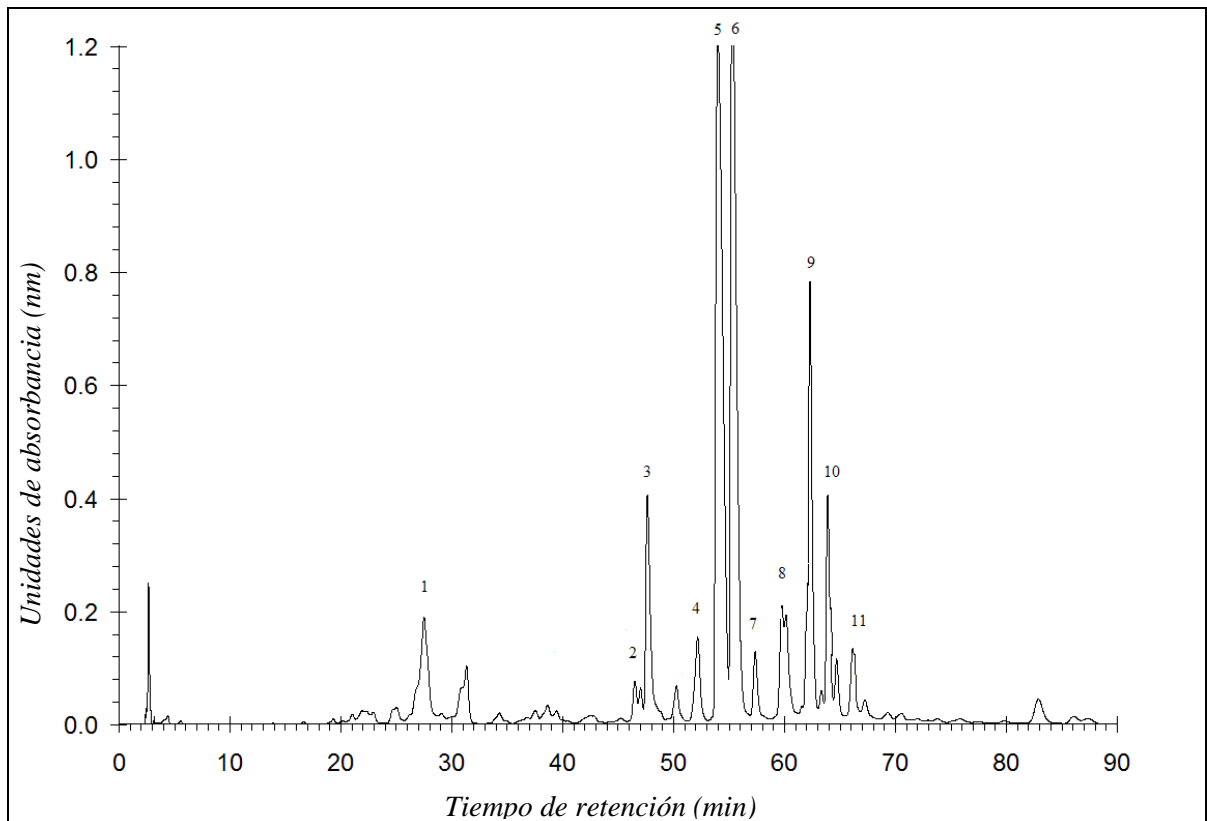
Como se indicó en el Cuadro 8, se puede apreciar que la mayoría de los análisis realizados a los vinos muestran una tendencia a la baja en la segunda fecha de muestreo para luego aumentar en el último muestreo en ambas zonas, lo que entrega una idea sobre la extracción de ciertos compuestos y las posibles reacciones producidas durante la vinificación. La astringencia es un parámetro importante de analizar, y llama la atención que siga ese comportamiento, esto se puede aducir, apoyándose en lo estudiado por Zamora (2003), a la mayor extracción de taninos poco polimerizados en el último muestreo, o al

mayor tiempo de contacto que se mantuvo el vino con los hollejos y semillas al ser más difícil el término de la fermentación en ese muestreo. Esa dificultad para poder secar el vino se observó en todos los vinos del último muestreo, atribuyéndose según lo expuesto por Zoecklein *et al.* (2000), a la mayor concentración de azúcares en las bayas.

Sucede lo mismo con la intensidad colorante (Cuadro 8), descendiendo en el segundo muestreo para luego aumentar en el último. En las muestras de Maipo Bajo, el último muestreo presenta una alta intensidad colorante, la que se puede explicar por una gran concentración de taninos y una buena cantidad de antocianos. En cambio, en el primer muestreo de esta misma zona, la alta intensidad colorante se explica por una gran cantidad de antocianos en los vinos. En las muestras de Maipo Alto también se aprecia una alta intensidad colorante en el último muestreo, la que se debe a un fuerte aumento en la concentración de taninos totales.

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

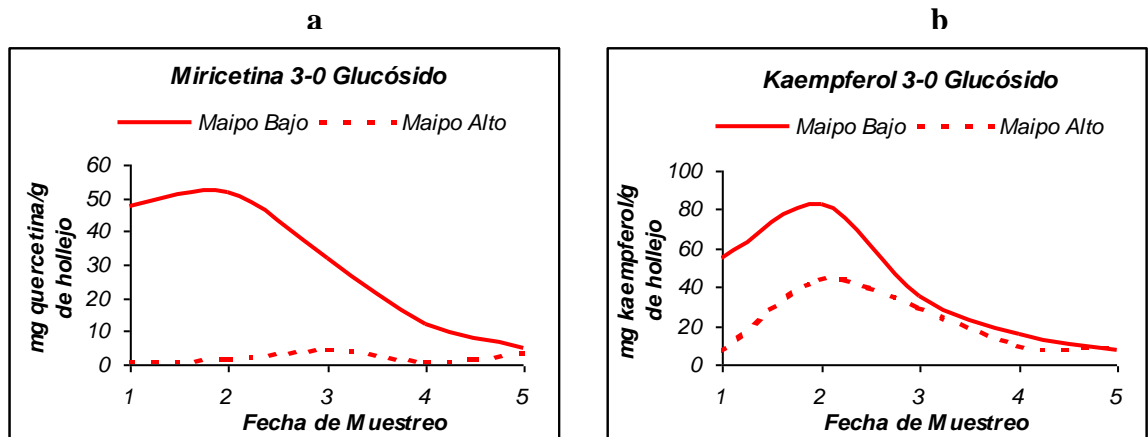
A continuación se presentan los cromatogramas tipo obtenidos por cromatografía líquida de alta eficacia acoplada a un detector de fotodiodos alineados (HPLC-DAD), en hollejos, semillas y vinos del cultivar Cabernet Sauvignon en distintas fechas de muestreo (Figura 25).



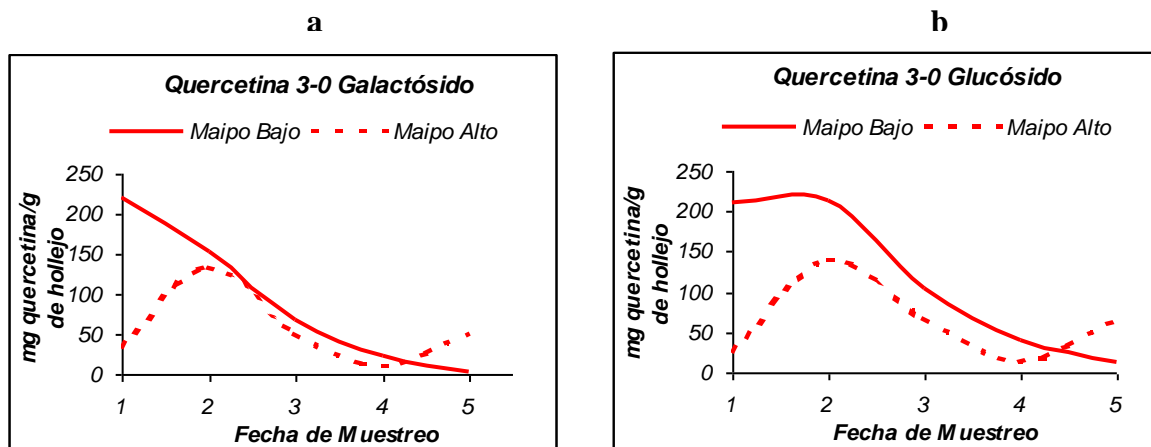
**Figura 25. Cromatograma tipo de compuestos fenólicos de bajo peso molecular de hollejos en época de cosecha (280 nm).** 1:galato de procianidina; 2:miricetina 3-0 galactósido; 3:miricetina 3-0 glucósido; 4:astilbin; 5:quercetina 3-0 galactósido; 6:quercetina 3-0 glucósido; 7:ac. p-cumárico+kaempferol; 8:kaempferol 3-0 galactósido; 9: kaempferol 3-0 glucósido; 10:isoramnetina 3-0 glicósido; 11:miricetina.

El análisis pormenorizado de compuestos fenólicos de hollejos realizado en este trabajo estudia en su mayoría compuestos de tipo flavonoles, los cuales tienden a disminuir a medida que madura la baya (Apéndice IV).

En las Figuras 26 (a y b) y 27 (a y b) , se muestra la evolución de la concentración de los flavonoles de mayor concentración en los hollejos. Estos compuestos constituyen un método de defensa de la planta frente la exposición a la radiación UV; es por esto que en los “terroirs” chilenos la concentración promedio de los flavonoles es mayor a lo citado en la literatura (10-100 mg/kg de baya) (Mc Donald *et al.*, 1998; Haselgrove *et al.*, 2000).



**Figura 26 a y b.** Evolución de la miricetina 3-0 glucósido (a) y del kaempferol 3-0 glucósido (b) en hollejos de ambas zonas.



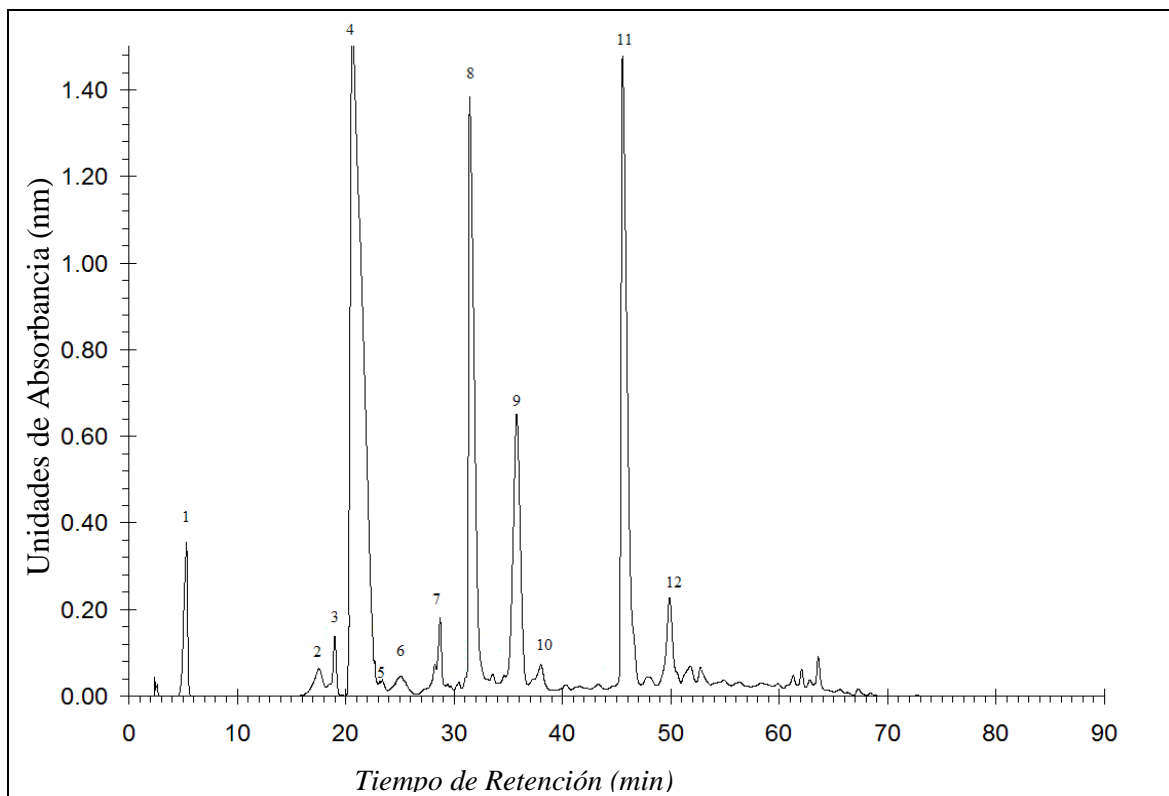
**Figura 27 a y b.** Evolución de la quercetina 3-0 galactósido (a) y quercetina 3-0 glucósido (b) en hollejos de ambas zonas.

Coincidiendo con Zoecklein *et al.* (2000) y Sepúlveda (2003), la quercetina-3-*O*-glicósido, es el flavonol de mayor presencia en la baya. La importancia de estos compuestos radica en el aporte al color del vino, ya sea como copigmentos de antocianos, o como aporte al matiz al ser parte de la coloración amarilla (Hidalgo, 2003). Es importante agregar que la concentración de flavonoles es, en general, sensible al estrés hídrico, por lo que las curvas descendentes que se aprecian en las figuras anteriores, eran de esperarse, dada la etapa en que se desarrolló el estudio (otoño). Desde el punto de vista sensorial, los flavonoles pueden aportar un poco de amargor, pero su contribución a la sensación final del vino no es considerable. En general, es en Maipo Bajo donde se observa una mayor concentración de compuestos flavonoles.

En la Figura 26, se puede observar la diferencia en cuanto a la concentración de miricetina 3-*O* glucósido entre ambas zonas, además de sus distintas curvas de evolución. Maipo Bajo presenta siempre un mayor contenido de este compuesto que Maipo Alto; sin embargo, es en esta última zona en donde la evolución de este glicido de miricetina es más estable en el tiempo. En Maipo Bajo, en cambio, la concentración sufre una constante disminución luego del segundo muestreo. Se puede apreciar un comportamiento similar en cuanto al contenido de kaempferol 3-*O* glucósido; sin embargo, existe un parecido entre las curvas de Maipo Alto con Maipo Bajo. Ambos compuestos presentan curvas similares a las observadas por Sepúlveda (2003) con la misma variedad.

En la Figura 27, la cual caracteriza el comportamiento de la quercetina, en sus dos formas glicosiladas identificadas, se puede apreciar la misma tendencia de las curvas anteriores. Esto se traduce en un alto contenido de quercetina en los dos primeros muestreos para luego disminuir constantemente. Este fenómeno se podría explicar según lo comentado por Kennedy *et al.* (2002), quienes argumentan que estos compuestos se formarían al mismo momento de la pinta de bayas, para luego ir disminuyendo paulatinamente. Sin embargo, en Maipo Bajo existe un leve aumento de estos compuestos en el último muestreo, lo que no ocurre con las muestras de Maipo Alto.

En la Figura 28, se muestra un cromatograma tipo de semillas en el muestreo realizado en época de pinta. En este se puede apreciar que los compuestos analizados son, mayoritariamente de la familia de los flavanoles a excepción del ácido gálico, los que tienden a disminuir a medida que madura la baya (Apéndice V), corroborando lo observado anteriormente en el análisis espectrofotométrico de taninos totales en semillas.



**Figura 28. Cromatograma de compuestos fenólicos de bajo peso molecular de semillas en pinta (280 nm).** 1:ácido gálico; 2:dímero B3; 3:dímero B1; 4:(+)-catequina; 5:dímero B4; 6:dímero; 7:dímero B2; 8:(-)-epicatequina; 9:galato de procianidina dímero; 10:procianidina; 11:dígalato de procianidina; 12:epicatequina galato.

Como era de esperar y coincidiendo con Kennedy *et al.* (2002), compuestos como el ácido gálico, la (+)-catequina y la (-)-epicatequina se encontraron en grandes cantidades en las semillas, sobrepasando por mucho las concentraciones observadas en hollejos. Como se



observa en las figuras 29 y 30, existe una gran concentración de estos compuestos en el momento de pinta, la que disminuye a medida que avanza la maduración de la semilla. Esto se debe a procesos oxidativos explicados anteriormente y a una cierta polimerización de estos monómeros. Sin embargo, llama la atención el aumento que se produce en el momento de cosecha en Maipo Bajo en compuestos como la (+)-catequina y la (-)-epicatequina.

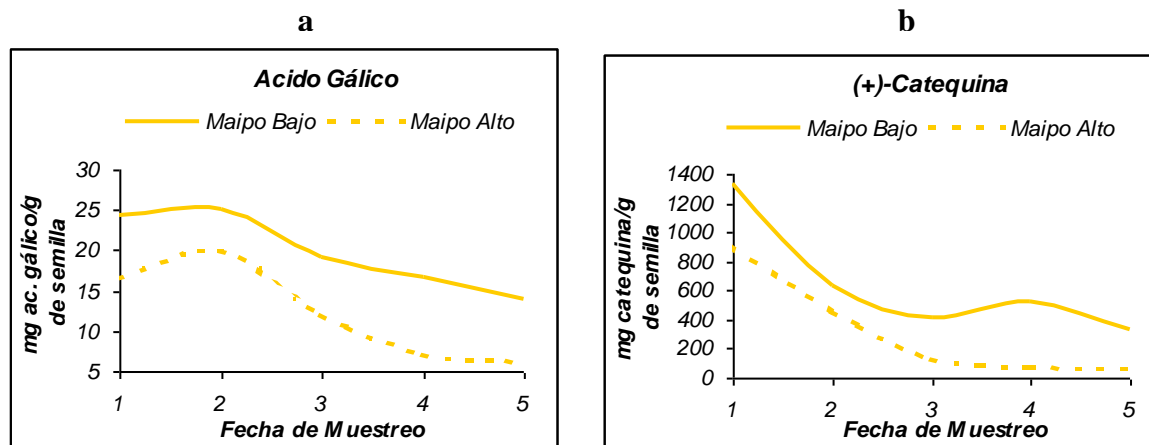


Figura 29 a y b. Evolución del ácido gálico (a) y de la (+)-catequina (b) de semillas en ambas zonas.

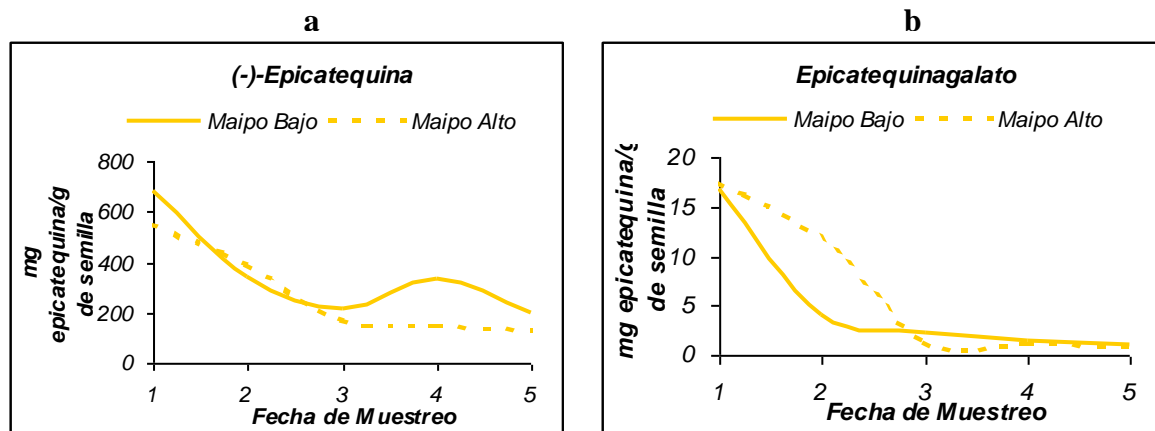
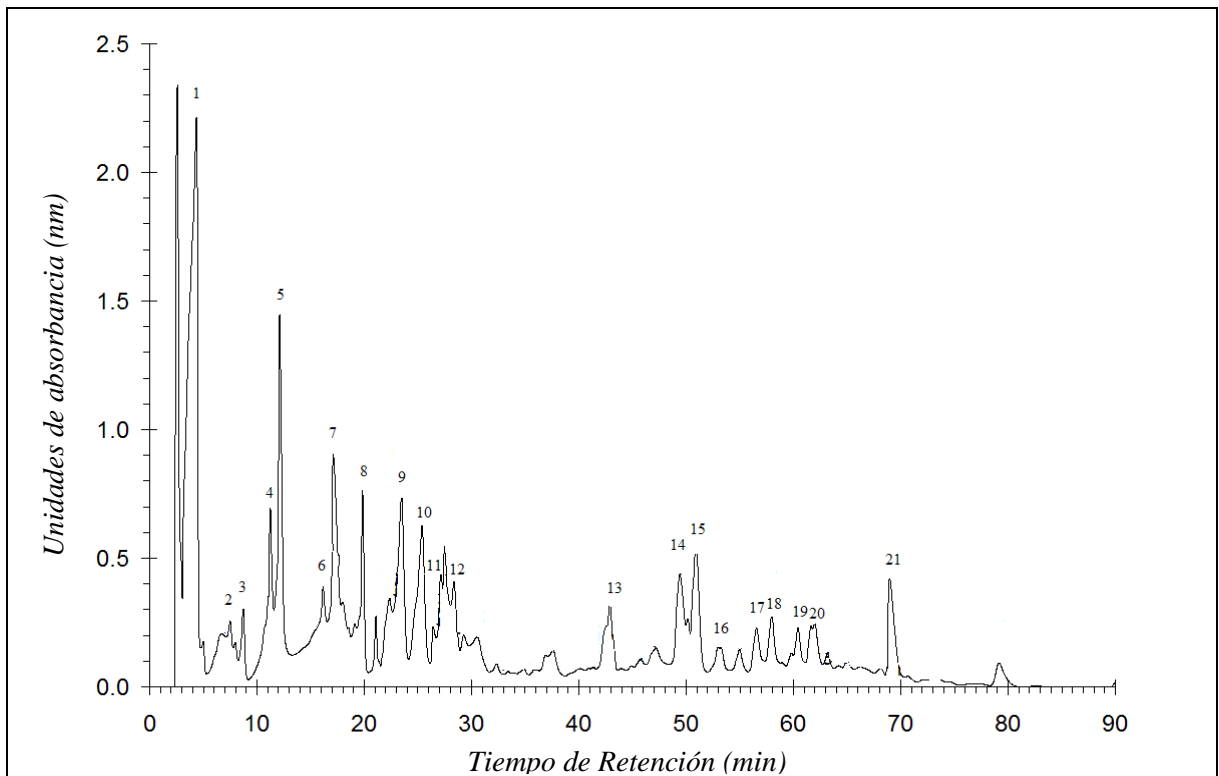


Figura 30 a y b. evolución de la (-)-epicatequina (a) y de la epicatequinagalato (b) de semillas en ambas zonas.

Es importante destacar que cada uno de estos compuestos fue superior en Maipo Bajo en el momento de cosecha en relación a lo obtenido en Maipo Alto, coincidiendo con Sepúlveda (2003).

La polimerización de los monómeros antes citada da por resultado compuestos denominados dímeros o trímeros. En este caso, se observaron más dímeros, entre los cuales se cuentan los dímeros B1, B2, B3 y B4. El dímero de procianidina B2 fue el más abundante, coincidiendo con lo estudiado por Harbertson *et al.* (2002). Este compuesto está constituido por la unión entre dos epicatequinas por medio de un enlace C4-C8 (Santos-Buelga, 2004). Además, se debe destacar que estos compuestos poliméricos tendieron a aumentar durante la maduración de la baya, contribuyendo a la disminución de los monómeros (Anexo 5).

En la Figura 31, se muestra un cromatograma tipo de vino realizado con uva colectada 15 días después de la fecha de cosecha. En esta figura se pueden observar compuestos fenólicos del tipo flavonoide y no-flavonoide, que provienen de las semillas y de los hollejos de la materia prima, y de posibles transformaciones químicas ocurridas durante la vinificación.

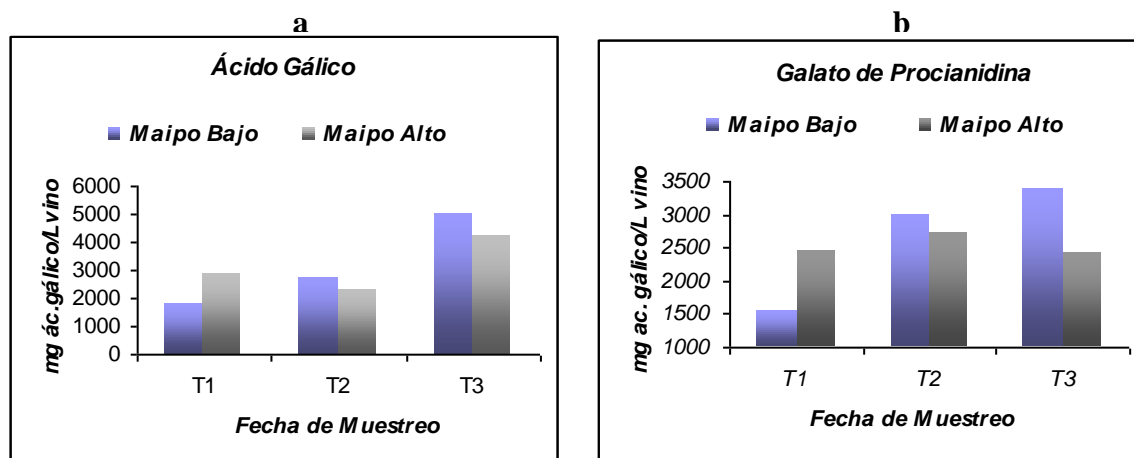


**Figura 31. Cromatograma de compuestos fenólicos de bajo peso molecular en vinos (280 nm).** 1:ácido gálico; 2:ácido Protocatéquico; 3:ácido caftárico; 4:galato de procianidina; 5:tirosol; 6:procianidina; 7:(+)-catequina; 8:ácido cafeico; 9:galato de procianidina; 10:galato de procianidina; 11:(-)-epicatequina; 12:triptofol; 13:rutina; 14:miricetina-3-*O*-glucurónido; 15: miricetina-3-*O*-glucósido; 16:isoramnetina-3-*O*-glucósido; 17:quercetina-3-*O*-galactósido; 18:quercetina-3-*O*-glucósido; 19:kaempferol-3-*O*-glucósido; 20:*trans*-resveratrol; 21:quercetina.

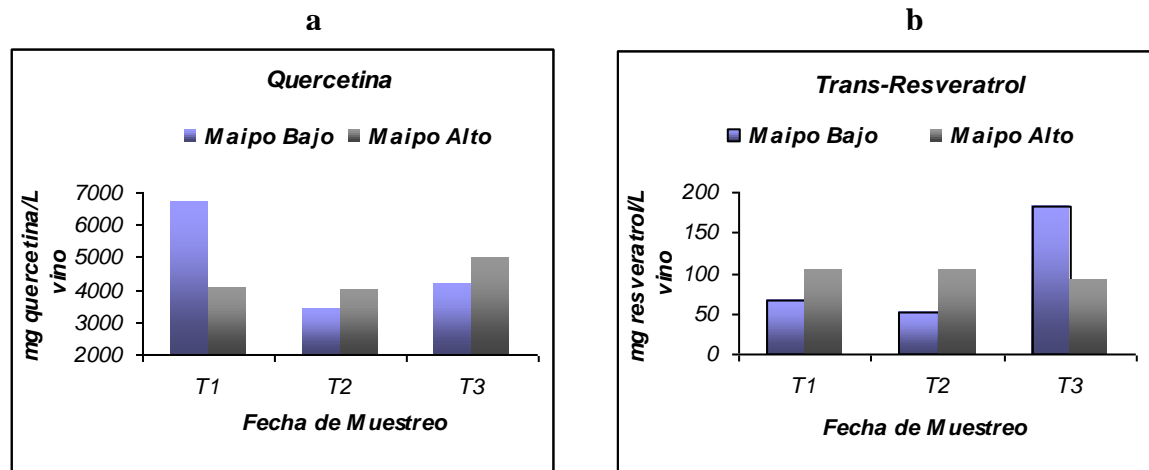
En los Anexos 6 y 7, se pueden apreciar los compuestos obtenidos en este análisis, como el ácido caftárico o el ácido fetárico que son, tal como lo cita Zoecklein *et al* (2000), producto de la esterificación con ácido tartárico de compuestos de los hollejos, en este caso los ácidos cafeico y ferúlico respectivamente. También aparecen compuestos formados

durante la vinificación mediante procesos bioquímicos, como lo son el tirosol y el triptófol provenientes, según Flanzy (2000), de la transformación de los aminoácidos tirosina y triptófano por el metabolismo de las levaduras responsables de la fermentación alcohólica. Además, se le agrega a este grupo, el ácido protocatélico y el ácido vainillínico.

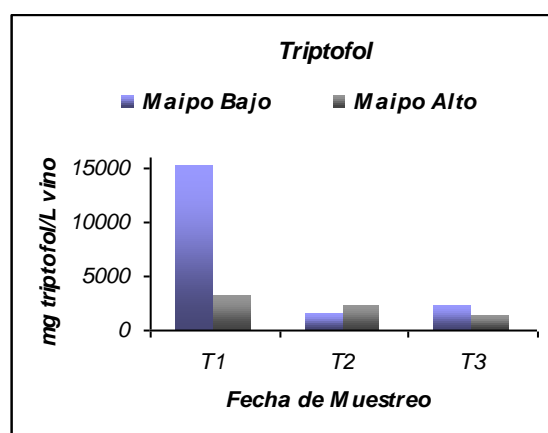
Las figuras 32, 33 y 34, muestran algunos compuestos obtenidos en los vinos que son de cierta relevancia y que vale la pena comentar, como el *trans*-resveratrol, compuesto de tipo no-flavonoide del grupo de los estilbenos, y que ha tomado mucha relevancia en la actualidad debido a su actividad anti-oxidante (Santos-Buelga, 2004). Para este compuesto se puede apreciar que en Maipo Alto su concentración es siempre estable en el tiempo, al contrario de lo que ocurre con las muestras de Maipo Bajo, en donde sus dos primeras fechas de cosecha muestran vinos con menor cantidad de este compuesto. Sin embargo en el último muestreo la cantidad de *trans*-resveratrol aumenta a más del doble de lo obtenido anteriormente, lo que según Flanzy (2000) y Haselgrove *et al.* (2000), podría explicarse debido a la función protectora que cumple este compuesto en la planta y al tardío momento de cosecha de las bayas, lo que podría sugerir algún ataque microbiológico a las bayas induciendo una mayor producción del compuesto por parte de la planta.



**Figura 32 a y b.** Concentraciones de ácido gálico (a) y de un galato de procianidina (b) en vinos de ambas zonas en las tres fechas de muestreo asignadas.



**Figura 33 a y b.** Concentraciones de quercetina (a) y trans-resveratrol (b) en vinos de ambas zonas en las tres fechas de muestreo asignadas.



**Figura 34.** Concentraciones de triptofol en vino de ambas zonas en las tres fechas de muestreo asignadas.

En la Figura 32, se aprecia el ácido gálico y un galato de procianidina y sus distintas concentraciones en los diferentes vinos, y se puede observar que en ambos casos, a medida que se avanza en la fecha de cosecha, la cantidad de estos compuestos en el vino aumenta, coincidiendo con lo expuesto por Hidalgo (2003), lo que se puede explicar por la mayor extracción de estos compuestos de las uvas debido a un debilitamiento de las paredes de los hollejos y a la maceración post-fermentativa a la que fueron sometidos los vinos. Es importante destacar que para ambos compuestos, en la primera fecha de cosecha las concentraciones fueron superiores en Maipo Bajo; sin embargo, esto se revierte en las dos últimas fechas donde las muestras de Maipo Alto presentan una mayor cantidad de éstos.

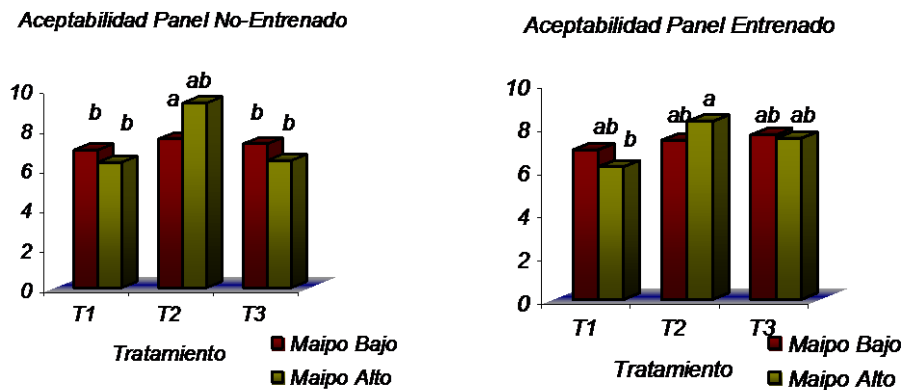
La quercetina es el flavonol de mayor concentración tanto en los hollejos como en el vino, coincidiendo con Obreque (2003) y Guzmán (2001); sin embargo, sólo se aprecia como flavonol libre en este último, ya que, tal como se mostró anteriormente, en los hollejos presenta predominantemente sus formas glicosiladas. En la Figura 33, se puede observar este compuesto y su participación en los vinos de ambas zonas. En la primera fecha de cosecha es en Maipo Bajo donde presenta una mayor concentración. Sin embargo, es en Maipo Alto donde se encuentra en mayores cantidades en las dos últimas fechas. En esta última zona, la quercetina tendió a aumentar un poco a medida que se cosechó más tarde, coincidiendo con lo observado en los hollejos. También emulando lo visto en los orujos, en Maipo Bajo la quercetina tiende a disminuir en los vinos.

Como se mencionó anteriormente, el triptofol es un producto sintetizado por las levaduras a partir del aminoácido triptófano presente en el mosto, y en la Figura 34, se aprecia su comportamiento. En esta Figura se puede ver una gran concentración del compuesto en Maipo Bajo en la primera fecha de cosecha; sin embargo, esta cantidad disminuyó mucho en los muestreos restantes. En cambio, en Maipo Alto la cantidad de triptofol se mantuvo siempre pareja durante los tres muestreos. Coincidiendo con Alamo (2002), esto estaría indicando como evoluciona el contenido de triptófano, aminoácido a partir del cual se origina el triptofol, en las bayas de las dos zonas.

### Evaluación sensorial de vinos terminados

La degustación de vinos, fue realizada por un panel entrenado, que evaluó parámetros como color, aroma, astringencia, cuerpo y aceptabilidad, entre otros, y un panel no-entrenado, que evaluó solamente aceptabilidad. Los resultados que se muestran a continuación, son los parámetros en donde aparecieron diferencias significativas entre distintos tratamientos y entre zonas diferentes.

Como se aprecia en la Figura 35, para el panel entrenado no existió diferencia significativa en las muestras de vinos de Maipo Bajo, donde tanto el segundo como el tercer tratamiento se encuentran en zona de indiferencia, siendo rechazado sólo el primero. En cambio sí existió diferencia entre el primer y el segundo tratamiento de Maipo Alto, los cuales fueron rechazado y aceptado respectivamente, además del tercer tratamiento que fue catalogado con indiferencia. No hubo diferencias entre los vinos de Maipo Bajo con respecto a los vinos de Maipo Alto.



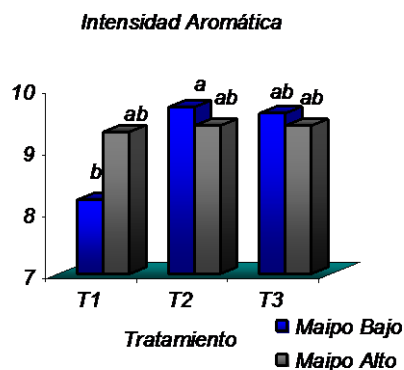
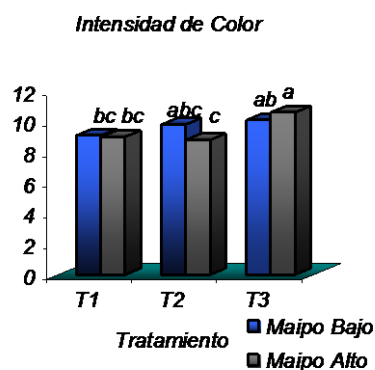
**Figura 35.** Aceptabilidad de vinos de ambas zonas de panel entrenado y no-entrenado.  
\*Letras iguales no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

Para el panel no-entrenado, no hubo diferencias significativas en los vinos de Maipo Alto, los que se encuentran todos en la zona de indiferencia, pero si hubo en los vinos de

Maipo Bajo entre el primer y segundo tratamiento, donde tanto el tercer como el primer tratamiento fueron rechazados, mientras que se aceptó el segundo. Es interesante destacar que, para ambos paneles, los vinos del segundo tratamiento, en ambas zonas, fueron los más aceptados, lo que podría indicar que, sensorialmente, la fecha determinada por los enólogos para la cosecha fue la correcta.

En el parámetro intensidad de color, no se aprecian diferencias significativas entre los vinos de Maipo Bajo (Figura 36), pero sí se observan entre el segundo y el tercer tratamiento de Maipo Alto. En general, la intensidad de color va mejorando, encontrándose un máximo en el último muestreo en ambas zonas. La intensidad de color fue catalogada entre buena y muy buena en ambos valles.

En cuanto a la intensidad aromática, se observan diferencias significativas entre el primer y el segundo tratamiento de Maipo Bajo (Figura 37); por lo demás se aprecia una mayor intensidad en los vinos de Maipo Bajo, a excepción del primer tratamiento en donde se observa una superioridad en las muestras de Maipo Alto. Este parámetro también fue señalada por los evaluadores entre buena y muy buena.

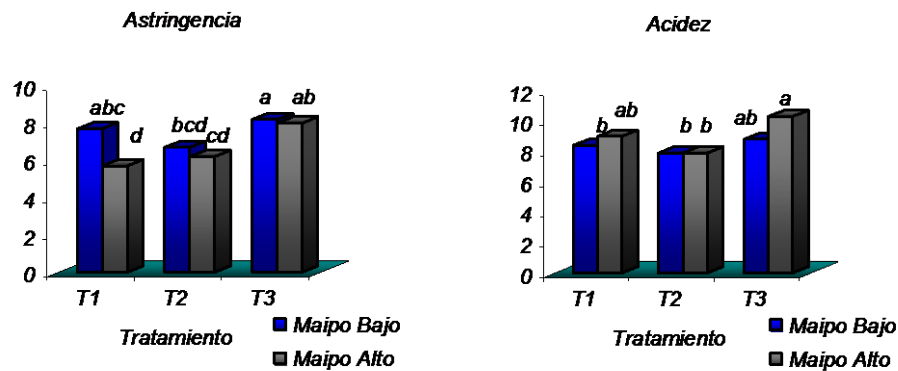


**Figura 36.** Intensidad de color en ambas zonas. **Figura 37.** Intensidad aromática en ambas zonas.  
\*Para ambas figuras, letras iguales no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).



En la Figura 38, se observa la evaluación del parámetro astringencia, en la cual se encontraron diferencias significativas entre ambas zonas en el primer tratamiento; mientras que en Maipo Bajo existe diferencia entre el segundo y el tercer muestreo, en Maipo Alto hay diferencias entre el último muestreo y los dos anteriores. Es interesante recalcar el aumento en astringencia que se observa en el último tratamiento en ambas zonas con respecto a los muestreos anteriores, que según Zamora (2003) se puede explicar por el mayor tiempo de maceración al que fueron sometidos estos vinos al ser más lenta su fermentación y sobre todo el secado del vino. La astringencia fue calificada entre suficiente y buena por el panel entrenado.

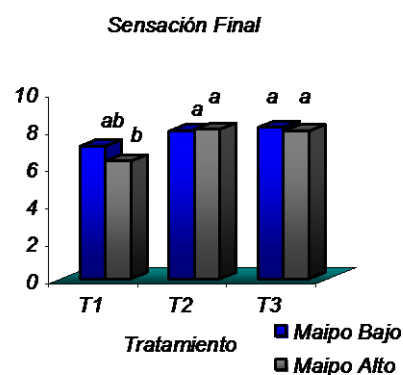
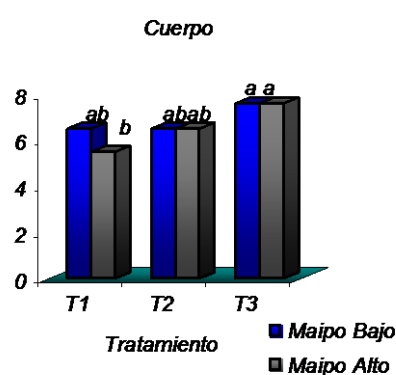
En la acidez no se observaron diferencias significativas salvo en el último tratamiento de Maipo Alto, donde se aprecia un aumento en la acidez con respecto a los muestreos anteriores. Esto se puede atribuir a la interacción acidez-astringencia, que genera una mayor sensación de acidez en los evaluadores (Zoecklein, 2000). Este tratamiento fue evaluado como muy bueno, a diferencia del resto que fue evaluado como bueno (Figura 39).



**Figura 38.** Astringencia de vinos de ambas zonas. **Figura 39.** Acidez de vinos de ambas zonas.  
\*Para ambas figuras, letras iguales no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

El cuerpo es un parámetro bastante definitorio en la evaluación sensorial de un vino, ya que asocia la astringencia, la acidez, el amargor, y a veces el dulzor. En este caso, se puede observar en la Figura 40, que el cuerpo de los vinos de ambas zonas no presentó diferencias significativas, y el único vino que se diferencia de este grupo es el del primer tratamiento de Maipo Alto, que presenta menor cuerpo que los demás. En general, el cuerpo fue evaluado como bueno o suficiente, a excepción del primer tratamiento de Maipo Alto que fue catalogado como insuficiente.

En la Figura 41, se observa la evaluación de la sensación final de los vinos realizada por los evaluadores, los que no encontraron diferencias significativas a excepción del primer muestreo de Maipo Alto, donde se aprecia una menor aceptación en comparación al resto de los vinos. Este importante parámetro fue notado como bueno o suficiente.



**Figura 40.** Cuerpo en vinos de ambas zonas.

**Figura 41.** Sensación final de vinos de ambas zonas.

\*Para ambas figuras, letras iguales no difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

Por todo lo anterior, en el ensayo 1, es decir las muestras de la zona de Maipo Alto, el tratamiento 2 fue el mejor evaluado química y sensorialmente. Para el ensayo 2, es decir las muestras de la zona de Maipo Bajo, fue también el tratamiento 2 el mejor evaluado tanto química como sensorialmente.

## CONCLUSIONES

Para las condiciones en que se desarrolló este ensayo, es posible concluir que:

- Durante el período de maduración de las bayas fue posible observar una evolución en la concentración de prácticamente todos los parámetros físicos y químicos estudiados.
- La concentración de algunos de los parámetros químicos estudiados, así como la magnitud de su evolución durante el proceso de maduración, fue diferente para las muestras de cada una de las zonas estudiadas, apreciándose diferencias significativas para algunos de ellos entre las muestras de dichas fechas. Estas diferencias estuvieron posiblemente asociadas a las características edáficas y climáticas presentes en la parte alta y baja del valle del Maipo, así como a las diferencias en el rendimiento observadas en cada zona.
- En cuanto al efecto de la fecha de cosecha sobre las variables químicas y sensoriales evaluadas en el vino, fue posible observar un aumento en el grado alcohólico y pH y disminución de la acidez. No obstante lo anterior, no se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos, diferencias que sí se observaron en la concentración de la mayoría de los compuestos fenólicos estudiados, por lo que la fecha cosecha sería más determinante en su concentración en el vino, comparada con la de metabolitos primarios como azúcares y ácidos orgánicos.

- Finalmente, en la evaluación sensorial, se apreció una preferencia por los vinos elaborados con uva colectada en la fecha de cosecha determinada por los enólogos (T2), donde mejoró tanto la intensidad aromática como la sensación final de dichos vinos en relación a los de las otras dos fechas de muestreo, disminuyendo la astringencia y la acidez. Se observó además, mayor aceptabilidad de los vinos de Maipo Alto en la fecha de cosecha (T2), aunque no hubo diferencias significativas con las otras fechas. Si se revisan los análisis químicos generales y fenólicos tanto en bayas como en vinos, es posible concluir que es más importante lograr un buen equilibrio entre éstos que una mayor concentración de los mismos en el vino final.

**LITERATURA CITADA**

ALAMO, V. 2002. Caracterización de la composición fenólica de vinos comerciales Cabernet Sauvignon y Chardonnay, de la vendimia 2000, provenientes de cinco valles de Chile. Memoria Ing. Agr., Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 33p.

AMRANI-JOUTEI, K., GLORIES, Y. et MERCIER, M. 1994. Localisation des tanins dans la pellicule de baie de raisin. *Vitis*, 33:133-138.

ARNOLD, R.A. and NOBLE, A.C. 1978. Bitterness and astringency of grape seed phenolics in modal wine solutions. *Am. J. Enol. and Vitic.* 29:150-152.

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

BORDEU, E. y SCARPA, J. 1998. Análisis químico del vino, Ediciones Universidad Católica de Chile, 253 p.

BOULTON, R., SINGLETON, V., BISSON, L., and KUNKEE, R. 1996. Principles and practices of Winemarking Ed Chapman and Hill (New York). 604p.

BROSSAUD, F., CHEYNIER, V. and NOBLE, A. 2001. bitterness and astringency of grape and wine polyphenols. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 7:33-39.

BURGOS, L. 1996. Efecto del estrés hídrico aplicado en distintos estados fenológicos de la vid cv. Cabernet Sauvignon sobre la producción y calidad del vino. Memoria Ing. Agr., Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 79 p.

CHEYNIER, V., PRIEUR, C., GUYOT, S., RIGAUD, J. et MOUTOUNET, M. 1997. The structure of tannins in grapes and wines and their interaction with proteins. ACS Symposium Series-T. 661p, 81-93p.

CHILE-COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO. 1981. Estudio de suelos del Proyecto Maipo (4 vol. y 4 tomos de mapas). Agrolog.-Chile Ltda. Santiago. 802 p.

CONTRERAS, E. 2001. Efecto del raleo sobre la composición química, física y sensorial de bayas y vinos del cv. Cabernet Sauvignon en el valle del Cachapoal. Memoria Ing. Agr., Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 91p.

DOMINÉ, A. 2001. "El vino". Editorial Körenaum. Madrid. España. 928 p.

DUARTE, A. 2001. Efecto del vigor y del grado de madurez de las bayas sobre la fracción polifenólica del cv. Cabernet Sauvignon del valle del Maipo. Memoria Ing. Agr., Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 67p.

ERRAZURIZ, S. 2003. Caracterización de la composición fenólica de las bayas de cv. Merlot proveniente de dos zonas en los valles del Maipo y Cachapoal. Memoria Ing. Agr., Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 67p.

FLANZY, C. 2000. Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos. AMV Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, 782 p.

FOULONNEAU, C. 2002. Guide pratique de la vinification. Éditions la Vigne, Dunod. Paris. 170 p.

GALET, P. 1998. Grape varieties and rootstock varieties. Published by Oenoplurimédia, France. 335p.

- GARCÍA-BARCELÓ, J. 1990. Técnicas analíticas para vinos, Ediciones FAB. Barcelona, España. 1713p.
- GLORIES, Y. 1978. Recherches sur la matière colorantes des vins rouges. Thèse doctorat d'état, Université de Bordeaux II. 364p.
- GUZMAN, G. 2001. Caracterización de la fracción fenólica de vinos comerciales del cv. Chardonnay provenientes de cinco valles de Chile. Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 106p.
- HARBERTSON, J., KENNEDY, J. and ADAMS, D. 2002. Tannin in Skins and Seeds of Cabernet Sauvignon, Syrah, and Pinot Noir Berries during Ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(1):54-59.
- HASELGROVE, L., BOTTING, D. and VAN HEESWIJCK. R. 2000. 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.
- HIDALGO, J. 2003. Tratado de Enología. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. 1423p.
- KANTZ, K. and SINGLETON, V. L. 1991. Insolation and determination of polymeric polyphenols in wines using Sephadex LH-20. *Am. J. Enol. and Vitic.* 42:309-316.
- KATAOKA, I., KUBO, Y., SUGIURA, A. and TOMANA, T. 1984. Effects of temperature, cluster shading and some growth regulators on L-Phenylalanine Ammonia-Lyase activity and Anthocyanin accumulation in black grapes. *Memoirs of the College of Agriculture, Kyoto University*. 124:35-44.

KENNEDY, J., TROUP, G., PILBROW, J., HUTTON, D., HEWITT, D., HUNTER, C., RISTIC, R., ILAND, P., and JONES, G. 2000. Development of seed polyphenols in berries from *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz. Australian Journal of Grape and Wine Research, 6:244-254.

KENNEDY, J., MATTHEWS, M. and WATERHOUSE, A. 2002. Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. American Journal Of Enology And Viticultur, 53 (4): 268-274.

KLIEWER, W. 1977. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. Am. J. Enol. Vitic. 24(1): 17-26.

LISONI, N. 2001. Efecto del vigor y del grado de madurez de las bayas sobre la fracción polifenólica de los hollejos en el cv. Cabernet Sauvignon. Memoria Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 50p.

LONNBERG, D. 2004. Caracterización de la composición fenólica de la uva del cv. Chardonnay provenientes de dos zonas en los valles del Maipo y Cachapoal. Memoria Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 65p.

LUZIO, W., VERA, W. y SEGUEL, O. 1999. Edafología: Guía de clases prácticas. 50p.

MARQUETTE, B. 1999. La madurez fenólica. Conceptos básicos. En: Seminario Internacional de Microbiología y Polifenoles del vino. Universidad de Chile, Santiago, p.25-48.

MC DONALD, M.S., HUGHES, M., BURNS, J., LEAN, M., MATTHEWS, D. and CROZIER, A. 1998. Survey of the free and conjugated myricetin and quercetin content



of red wine of different geographical origins. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*.46:368-375.

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

OBREQUE, E. 2003. Efecto de la microoxigenación sobre las características de un vino Cabernet Sauvignon. Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 84p.

OLIVARES, R. 2003. Estudio de la composición química de la baya de vid (*Vitis vinifera* L.) en los cultivares Carménère, Syrah y País, en viñas de la denominación de origen Maule, séptima región, Chile. Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 59 p.

OREGLIA, 1978. Enología teórico-práctica. Mendoza, Salesianos. Tomo I, 731 p

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE LA VID Y EL VINO. 1980. Symposium international sur les appellations d'origines dans les divers pays viticoles. France. Bull. O.I.V. 51(569): 582-617.

PEÑA, A. 1999. Compuestos Fenólicos en la Enología: In: Seminario Internacional de Microbiología y Polifenoles del Vino. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile, Santiago, p. 1-24.

PEÑA, A. 2002. La fisiología de las bayas y su relación con la calidad del vino. Simposium: Fisiología de la vid y calidad del vino. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 39-43p.

PINTO, M. 2002. La fotosíntesis, desarrollo de las bayas y calidad de uva. Simposium: Fisiología de la vid y calidad del vino. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 25-27p.

PRIDHAM, JB. 1965. Low molecular weight phenols in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 16:13-16.

PRIEWE, J. 1998. *L'Univers du vin*. Edition Hachette. Paris, Francia. 256p.

PSZCŁÖLKOWSKI, P. 1998. Tópicos de actualización en Viticultura y Enología. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 243p.

REYNIER, A. 1995. *Manual de viticultura*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 407 p.

RIBÉREAU- GAYON, P. 1998. *Traité d'Oenologie*. Editorial Dunod. Paris, Francia.

RICARDO-DA-SILVA, J.M., CHEYNIER, V., RIGAUD, J., CHEMINAT, A. and MOUTOUNET, M. 1991. Procyanidin dimmers and trimers from grape seeds. *Phytochemistry.* 30(4):1259-1264.

ROUSSEAU, J. et DELTEIL, D. 2000. Présentation d'une méthode d'analyse sensorielle des raisins. Principe, méthode et grille d'interprétation. *Revue Française D'Oenologie*.

SANTIBAÑEZ, F., DÍAZ, F., GAETE, C., DANERI, S., DANERI, D. 1989. *Agroclimatología y Zonificación de la Región Vitivinícola Chilena: Bases para la Denominación de Origen de los vinos*. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Boletín Técnico N° 48. 50 p.

SANTOS-BUELGA, C. 2004. Copigmentación y nuevos pigmentos en vinos tintos. En: Simposio: Actualización sobre compuestos fenólicos y color de los vinos. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 52 p.

SARNI-MANCHADO, P.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. 1997. Reactions of PPO generated caftaric acid o-quinones with malvidin 3-O-glucoside. *Phytochemistry* 45:1365-1369.

SEPÚLVEDA, C. 2003. Caracterización de la composición fenólica de las bayas del cv. Cabernet Sauvignon provenientes de dos zonas en los valles del Maipo y Cachapoal. Memoria Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 80p.

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO. 1998. Legislación Vitivinícola y Denominaciones de Origen, 3ª Edición Subdepartamento de Divulgación Técnica- SAG. Santiago, Chile. 63 p.

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO. 2002. Catastro vitivinícola del Servicio Agrícola y Ganadero, año 2001. 73 p.

SINGLETON, V.L., ZAYA, J. and TROUSDALE, E. 1980. White table quality and polyphenol composition as effected by must sulfur dioxide content and pomace contac time. *Am. J. Enol. and Vitic.* 31(1): 14-20.

SOUQUET, J., CHEYNIER, V., BROSSAUD, F. and MOUTOUNET, M. 1996. *Phytochemistry*, 43(2):509-512.

TAÍZ, L. and ZEIGER, E. 1991. *Plant physiology*. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. (California). 565p.

TESIC, D., WOOLEY, D.J., HEWETT, E.W. and MARTÍN, D.J. 2001. Environmental effects on cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grown in Hawke's Bay, New Zealand. Australian Journal Of Grape And Wine Research, 8: 27-35.

YRAVEDRA, G. 1978. Le problème des appellations d'origines dans les divers pays viticoles. España. Bull. l' O.I.V. 51(571): 715-729.

VALDIVIA, J. 2001. Efecto del vigor y del grado de madurez de las bayas sobre la fracción polifenólica de las semillas del cv. Cabernet Sauvignon en el valle del Maipo. Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 55p.

VENENCIE, C., UVEIRA, M. et GUIET; S. 1997. Maturité polyphénolique du raisin mise en place d'une methode d'analyse de routine. Revue francaise d'oenologie, Novembre, N°167:36-41

VIVAS, B., PRICE, S., LOMBART, P., CREASY, G. and YORGEY, B. 1992. Anthocyanin content of Oregon Pinot Noir fruit and wine. Am. J. Enol. Vitic. 43 (4):319-336.

VIVAS, N., GLORIES, Y., LAGUNE, L., SAUCIER, C. et AUGUSTIN, M. 1994. Estimation du degré de polymérisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au *p*-dimethylaminocinnamaldéhide. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin, 28(4):319-336.

WINKLER, J. 1964. Viticultura. Compañía Editorial Continental S.A. México. 792 p.

ZAMORA, F. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. AMV. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España. 225p.

ZOECKLEIN, B.; FUGELSANG, K.; GUMP, B. y NURY, F. 1989. Production wine análisis. AVI Book. Editorial Van Nostrand Reinhold. New York, USA. 475p.

ZOECKLEIN, B.; FUGELSANG, K.; GUMP, B. y NURY, F. 2000. Análisis y producción de vinos. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 613 p.

## APÉNDICE

### Apéndice I

**Cuadro 9.** Análisis estadístico de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan de análisis básicos durante la evolución de las bayas en la zona de Maipo Bajo.

Análisis/Muestra	Maipo Bajo									
	T0 prom	D.S	T0II prom	D.S	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S	T3 prom	D.S
Peso de Bayas	107 b	3,2	104,6 b	3,0	134,5 a	4,4	121,1 ab	1,7	131,9 a	17,0
Peso de Hollejos	12,5 b	1,8	11,9 b	1,3	12,2 b	1,6	14,6 ab	1,7	17,4 a	0,8
Peso de Semillas	4,9 ab	0,2	5 ab	0,5	4,2 c	0,2	4,5 bc	0,1	5,5 a	0,5
Sólidos Solubles	16,7 d	0,7	19,1 c	0,1	22,9 b	0,2	25,3 a	2,0	26,5 a	0,2
Densidad	1070,7 e	1,2	1078,3 d	1,5	1094 c	1,7	1100,7 b	4,0	1110 a	0,0
° Alcohol Probable	9,8 d	0,4	11,3 c	0,1	13,5 b	0,1	14,9 a	1,2	15,6 a	0,1
pH	3,0 d	0,005	3,3 c	0,1	3,6 b	0,0	4,0 a	0,0	3,9 a	0,0
Acidez Total	8,1 a	0,1	3,6 b	0,3	3,8 b	0,4	2,9 c	0,1	3 c	0,4

**Cuadro 10.** Análisis estadístico de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan de análisis básicos durante la evolución de las bayas en la zona de Maipo Alto.

Análisis/Muestra	Maipo Alto									
	T0 prom	D.S	T0II prom	D.S	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S	T3 prom	D.S
Peso de Bayas	74,2 c	4,4	79,9 c	4,0	107,8 a	2,6	102,5 a	6,9	92,2 b	1,5
Peso de Hollejos	16,1 a	2,1	11,9 c	0,5	13,2 bc	0,7	15,1 ab	1,2	13,5 bc	0,5
Peso de Semillas	4,9 c	0,7	6,2 a	0,5	4,5 c	0,3	5,1 bc	0,4	5,7 ab	0,1
Sólidos Solubles	13,1 c	0,1	15,0 b	0,2	24,7 a	1,1	24 a	1,7	24,1 a	1,1
Densidad	1053 a	1,0	1061,3 a	2,5	1104,7 a	2,9	1096,7 a	10,1	1065,3 a	62,7
° Alcohol Probable	7,7 c	0,0	8,8 b	0,1	14,5 a	0,6	14,1 a	1,0	14,2 a	0,6
pH	3,0 d	0,1	3,3 c	0,0	3,7 b	0,0	3,9 a	0,1	3,6 a	0,1
Acidez Total	10,9 a	1,6	4,3 b	0,3	3,1 bc	0,2	1,2 d	0,1	2,8 c	0,4

Apéndice II**Cuadro 11.** Análisis estadístico de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan de análisis Fenólicos durante la evolución de las bayas en hollejos de la zona de Maipo Bajo.

Análisis/Muestra	Hollejos Maipo Bajo									
	T0 prom	D.S	T0II prom	D.S	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S	T3 prom	D.S
Fenoles Totales*****	8,54 a	0,88	10,09 a	1,78	9,12 a	0,15	5,84 b	0,98	4,35 b	0,89
Taninos Totales*****	29,87 a	5,94	28,77 a	4,63	19,61 b	1,39	11,44 c	1,86	10,96 c	0,49
Flavanoles***	4,95 a	1,56	4,96 a	0,89	3,00 b	0,08	1,84 b	0,20	2,1 b	0,29
Astringencia**	71,65 a	2,22	51,32 ab	9,05	25,86 b	21,02	30,34 b	24,43	23,10 b	33,59
Antocianos Totales*	5,27 b	0,67	8,51 a	1,11	8,74 a	0,52	5,19 b	1,02	3,78 b	1,03
Intensidad Colorante	5,04 b	0,48	8,43 a	1,47	9,31 a	0,88	4,92 b	0,66	3,3 c	0,85
Matiz	4,27 b	0,12	4,08 b	0,08	4,18 b	0,06	5,3 a	0,74	5,73 a	0,60
Taninos poco Polimerizados +	20,95 a	2,44	22,07a	0,48	19,07 a	1,47	19,3 a	1,66	24 a	4,67

**Cuadro 12.** Análisis estadístico de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan de análisis Fenólicos durante la evolución de las bayas en hollejos de la zona de Maipo Alto.

Análisis/Muestra	Hollejos Maipo Alto									
	T0 prom	D.S	T0II prom	D.S	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S	T3 prom	D.S
Fenoles Totales*****	3,35 c	0,75	8,27 a	0,21	8,20 a	0,34	3,70 c	0,38	6,01 b	0,35
Taninos Totales*****	13,93 c	2,89	32,75 a	4,20	18,92 b	0,87	7,15 d	0,41	13,58 c	2,85
Flavanoles***	3,45 a	0,71	6,48 a	0,99	3,34 b	0,43	0,6 b	0,05	3,55 b	1,92
Astringencia**	67,52 a	6,57	60,58 a	5,99	17,3 b	24,10	4,86 b	8,46	22,66 b	16,14
Antocianos Totales*	1,07 e	0,41	5,01 c	0,63	8,52 a	0,33	3,15 d	0,33	6,99 b	0,37
Intensidad Colorante	0,7 e	0,12	4,41 c	0,84	7,87 a	1,28	2,73 d	0,76	5,31 b	0,93
Matiz	7,76 a	0,36	4,34 c	0,17	4,21 c	0,05	5,72 b	0,55	3,83 c	0,26
Taninos poco Polimerizados +	36,15 a	6,80	25,7 ab	4,66	22,22 b	2,08	6,27 c	0,77	31,4 ab	10,97

Apéndice III**Cuadro 13.** Análisis estadístico de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan de análisis Fenólicos durante la evolución de las bayas en semillas de la zona de Maipo Bajo.

Análisis/Muestra	Semillas Maipo Bajo									
	T0 prom	D.S	T0II prom	D.S	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S	T3 prom	D.S
Fenoles Totales*****	32,95 a	1,58	29,61 a	1,78	24,64 b	4,47	22,16 bc	1,28	18,77 c	0,61
Taninos Totales****	73,61 a	5,17	63,24 b	5,80	63,85 b	6,38	52,7 c	6,01	46,87 c	1,60
Flavanoles***	69,01 a	7,79	54,19 c	3,95	47,42 c	8,27	30,23 d	5,27	27,97 b	5,69
Astringencia**	78,46 a	1,97	59,15 b	5,33	82,9 a	5,76	79,85 a	1,79	49,87 b	6,08
Intensidad Colorante	0,19 b	0,03	0,15 b	0,02	0,18 b	0,02	0,53 a	0,17	0,23 b	0,05
Taninos poco Polimerizados +	108,01 a	7,59	102,1 c	1,83	91,51 c	13,62	72,73 d	9,47	74,86 b	13,20

**Cuadro 14.** Análisis estadístico de varianza y la prueba de rango múltiple de Duncan de análisis Fenólicos durante la evolución de las bayas en semillas de la zona de Maipo Alto.

Análisis/Muestra	Semillas Maipo Alto									
	T0 prom	D.S	T0II prom	D.S	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S	T3 prom	D.S
Fenoles Totales*****	25,25 a	6,46	23,27 ab	0,91	19,19 b	1,61	18,37 b	1,29	22,26 ab	1,16
Taninos Totales****	53,18 a	16,17	56,38 a	3,33	45,06 a	4,80	41,92 a	7,67	57,27 a	1,71
Flavanoles***	75,64 a	13,43	37,66 b	5,08	31,78 b	3,40	16,67 c	1,64	70,62 c	2,44
Astringencia**	81,48 a	1,17	76,21 a	3,83	72,94 a	0,09	56,64 b	9,42	78,60 a	0,82
Intensidad Colorante	0,07 a	0,01	0,11 a	0,02	0,15 a	0,02	0,22 a	0,03	0,15 a	0,16
Taninos poco Polimerizados +	166,24 a	21,14	80,55 a	4,65	89,53 ab	10,27	52,13 b	8,32	138,29 b	8,25



### Apéndice IV

**Cuadro 15.** Evolución de los compuestos fenólicos de bajo peso molecular de hollejos medidos por HPLC-DAD de la zona de Maipo Bajo.

Compuesto/Muestreo	Maipo		Bajo		Hollejos					
	T0 prom	D.S	T0II prom	D.S	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S	T3 prom	D.S
ác. p-cumárico trans	3,18 a	0,74	0,62 bc	0,37	1,02 b	0,17	N.D.	0,00	N.D.	0,00
miricetina 3-O galactósido	3,84 a	1,18	2,80 a	1,00	0,95 b	0,38	0,89 b	0,21	0,50 b	0,14
miricetina 3-O glucósido	47,63 a	9,69	51,48 a	3,96	31,96 b	4,46	12,15 c	2,71	4,73 d	1,44
astilbin	44,66 a	7,11	29,29 b	3,50	7,06 c	1,45	N.D.	0,00	N.D.	0,00
quercetina 3-O galactósido	220,01 a	45,94	152,25 b	24,64	67,65 c	10,05	22,95 cd	7,47	2,96 d	0,99
quercetina 3-O glucósido	211,46 a	35,39	212,55 a	27,50	104,81 b	11,65	40,27 c	10,07	12,95 c	2,52
ác. p-cumárico+kaempferol	10,32 b	2,57	14,25 a	1,14	14,51 a	1,94	7,75 b	1,29	4,34 c	2,13
kaempferol 3-O galactósido	9,19 bc	2,02	26,67 a	3,46	11,73 b	1,65	6,87 c	0,69	2,46 d	0,77
kaempferol 3-O glucósido	54,60 b	24,88	82,01 a	11,23	35,05 bc	14,59	15,38 cd	4,21	6,73 d	2,86
isoramnetina 3-O glucósido	34,9 b	5,37	44,77 a	4,43	30,99 b	4,40	13,37 c	4,86	6,60 c	2,35
miricetina	6,46 d	1,93	12,82 ab	0,21	13,74 a	2,40	9,53 cd	2,23	10,38 bc	3,24

**Cuadro 16.** Evolución de los compuestos fenólicos de bajo peso molecular de hollejos medidos por HPLC-DAD de la zona de Maipo Alto.

Compuesto/Muestreo	Maipo		Alto		Hollejos					
	T0 prom	D.S	T0II prom	D.S	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S	T3 prom	D.S
ác. p-cumárico trans	N.D.	0,00	1,09 b	0,09	1,70 a	0,23	N.D.	0,00	N.D.	0,00
miricetina 3-O galactósido	N.D.	0,00	0,67 ab	0,34	0,48 b	0,35	N.D.	0,00	1,18 a	0,62
miricetina 3-O glucósido	0,68 cd	0,04	1,32 c	0,57	4,03 a	0,30	0,38 d	0,10	2,83 b	0,89
astilbin	N.D.	0,00	11,02 b	1,28	13,77 a	0,41	N.D.	0,00	N.D.	0,00
quercetina 3-O galactósido	33,81 c	1,08	131,57 a	5,27	50,58 b	03,76	9,53 d	1,10	49,47 b	3,97
quercetina 3-O glucósido	28,25 c	1,86	137,46 a	6,01	66,77 b	4,30	13,34 d	5,13	63,77 b	8,27
ác. p-cumárico+kaempferol	0,60 d	0,10	8,77 ab	2,97	11,45 a	1,87	3,58 cd	1,54	6,93 bc	1,37
kaempferol 3-O galactósido	2,05 c	0,52	11,23 b	1,24	21,46 a	4,67	3,37 c	0,43	9,34 b	0,69
kaempferol 3-O glucósido	5,97 c	0,62	43,70 a	8,82	28,76 b	2,75	9,62 c	0,98	22,21 b	0,61
isoramnetina 3-O glucósido	3,04 c	0,48	24,79 a	4,24	19,86 a	1,36	5,20 c	3,94	13,39 b	1,42
miricetina	1,05 c	1,37	5,35 b	1,86	11,83 a	0,59	10,51 a	2,74	7,16 b	1,60

Apéndice V

**Cuadro 17.** Evolución de los compuestos fenólicos de bajo peso molecular de semillas medidos por HPLC-DAD de la zona de Maipo Bajo.

Compuesto/Muestreo	Maipo		Bajo		Semillas					
	T0 prom	D.S	TOII prom	D.S	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S	T3 prom	D.S
ác. gálico	24,24 a	3,18	25,09 a	1,66	19,16 b	0,30	16,64 bc	1,76	13,86 c	1,52
procianidina B1	3,29 a	0,12	0,68 bc	0,34	0,14 c	0,24	0,66 bc	0,07	163 b	0,97
procianidina B2	5,49 a	5,22	2,08 a	0,43	1,41 a	0,34	5,69 a	4,20	7,06 a	0,84
procianidina B3	4,64 a	0,21	2,41 b	0,17	2,17 b	0,86	2,71 b	0,53	2,72 b	1,35
procianidina B4	0,47 b	0,02	1,87 ab	0,43	1,32 ab	0,48	2,68 a	0,52	2,60 a	1,43
(+)-catequina	1332,02 a	81,75	634,24 b	32,51	415,26 cd	51,31	522,47 bc	91,90	325,81 d	156,68
(-)-epicatequina	683,01 a	24,35	341,84 b	23,17	210,63 c	35,52	334,20 b	36,18	197,40 c	25,13
dímero	3,48 a	0,17	1,12 b	0,18	0,67 c	0,15	0,07 d	0,12	0,43 d	0,42
galato procianidina dímero	22,42 a	0,96	4,30 bc	1,13	1,06 d	0,38	1,85 cd	0,18	4,87 b	2,81
digalato trímero	75,12 a	3,67	10,06 b	0,12	3,25 c	1,22	4,85 c	0,63	4,03 c	0,46
galato de epicatequina	16,78 a	5,68	4,11 b	1,01	2,22 b	0,44	1,35 b	0,13	0,99 b	0,13
procianidina	1,68 a	0,18	2,55 a	0,37	2,00 a	0,60	2,36 a	0,23	1,93 a	0,99

**Cuadro 18.** Evolución de los compuestos fenólicos de bajo peso molecular de semillas medidos por HPLC-DAD de la zona de Maipo Alto.

Compuesto/Muestreo	Maipo		Alto		Semillas					
	T0 prom	D.S	TOII prom	D.S	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S	T3 prom	D.S
ác. gálico	16,51 a	13,29	19,77 a	2,90	11,97 a	1,90	6,92 a	1,17	16,20 a	4,13
procianidina B1	3,60 a	1,18	2,42 ab	0,26	0,39 b	0,11	0,35 b	0,11	2,10 ab	2,52
procianidina B2	2,95 b	1,23	10,56 a	0,12	7,31 ab	1,93	6,24 ab	2,99	9,53 a	3,13
procianidina B3	3,80 a	0,61	2,66 ab	0,31	0,66 c	0,16	1,06 bc	0,29	3,24 a	1,73
procianidina B4	0,60 b	0,13	0,33 b	0,19	N.D.	0,00	0,27 b	0,13	3,91 a	2,50
(+)-catequina	899,09 a	134,66	450,90 c	27,90	121,21 d	19,15	68,28 d	10,26	697,89 b	189,03
(-)-epicatequina	545,60 a	67,38	391,85 b	24,82	162,62 c	22,79	146,36 c	8,04	326,35 b	69,09
dímero	3,76 a	0,80	2,71 ab	0,10	1,38 bc	0,42	1,64 bc	0,32	1,28 c	1,19
galato procianidina dímero	31,60 a	15,99	27,17 a	2,39	2,29 b	0,48	2,20 b	0,11	4,16 b	2,09
digalato trímero	92,95 a	11,18	28,39 b	1,27	1,67 c	0,69	3,00 c	0,24	5,22 c	0,96
galato de epicatequina	17,30 a	2,75	11,72 b	0,83	1,16 c	0,81	1,07 c	0,06	1,57 c	0,35
procianidina	2,47 ab	1,77	0,94 b	0,04	1,27 ab	0,61	0,92 b	0,29	3,10 a	0,95

Apéndice VI**Cuadro 18.** Compuestos fenólicos de bajo peso molecular de vinos medidos por HPLC-DAD de la zona de Maipo Bajo.

Compuesto/Muestreo	Maipo		Bajo			
	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S	T3 prom	D.S
ác. gálico	1816,09 c	1105,8	2734,28 abc	521,5	5013,08 a	175,7
ác. protocatequico	122,12 a	75,8	479,95 a	670,0	764,67 a	529,1
ác. caftárico	N,D	0,0	18,90 b	16,5	4,79 b	0,5
galato 1	267,64 bc	62,3	171,58 c	188,7	479,75 bc	43,8
tirosol	846,08 b	59,4	929,61 b	189,9	653,58 b	28,8
procianidina dímero	87,52 bc	39,2	31,07 cd	31,5	117,29 b	19,0
catequina	2729,80 a	1688,2	491,28 bc	274,3	1703,68 ab	181,7
ác. vainillínico	N,D	0,0	109,89 b	31,9	82,40 b	75,4
ác. cafeico	1145,15 b	225,3	933,95 b	410,4	2456,96 a	388,3
galato 2	1550,54 a	948,2	2999,73 a	245,3	3367,26 a	999,9
galato 3	535,85 c	190,2	558,01 c	52,4	1242,56 b	15,4
epicatequina	309,90 a	174,2	27,53 a	47,7	68,94 a	119,4
ác. fetárico	1179,84 ab	688,1	302,67 b	285,2	2395,06 a	443,7
ác.ferúlico	438,29 a	136,3	102,35 bc	88,7	359,28 ab	239,3
triptofol	15278,10 a	12650,5	1547,39 b	687,6	2169,18 b	1007,8
Rutina	3785,39 a	1477,7	1329,91 b	642,3	1043,34 b	188,0
miricetina-3- <i>O</i> -glucurónico	4421,25 a	2855,4	590,13 bc	1022,1	N,D	0,0
miricetina- <i>O</i> -glucósido	3785,88 ab	2553,6	2448,65 b	731,8	1584,65 b	82,1
isoramnetina-3- <i>O</i> -glucósido	2091,53 a	1532,6	1291,36 a	179,1	482,43 a	48,4
miricetina	362,30 a	193,9	669,12 a	570,5	970,78 a	16,3
quercetina-3- <i>O</i> -galactósido	1735,78 ab	253,3	1853,00 ab	1441,0	2801,82 a	680,2
quercetina-3- <i>O</i> -glucósido	755,13 bc	138,6	345,81 cd	143,6	224,80 d	369,6
kaempferol-3- <i>O</i> -glucósido	1735,78 abc	155,8	1853,00 bc	80,6	2801,82 abc	433,2
Trans-resveratrol	66,85 b	14,9	50,85 b	10,3	182,65 a	17,1
quercetina	6674,06 a	2837,5	3437,54 b	810,8	4133,94 ab	268,7

Apéndice VII**Cuadro 20.** Compuestos fenólicos de bajo peso molecular de vinos medidos por HPLC-DAD de la zona de Maipo Alto.

Compuesto/Muestreo	Maipo		Alto		T3 prom	D.S
	T1 prom	D.S	T2 prom	D.S		
ác. gálico	2884,20 abc	690,7	2312,30 bc	689,9	4249,96 ab	2349,2
ác. protocatequico	329,84 a	277,5	708,25 a	277,8	671,57 a	461,9
ác. caftárico	212,53 ab	272,1	21,77 b	19,3	398,85 a	39,8
galato 1	563,22 ab	335,5	398,10 bc	86,5	857,12 a	332,3
tirosol	1488,36 a	351,7	1495,99 a	192,5	1392,96 a	91,5
procianidina dímero	11,19 d	19,4	18,65 cd	25,0	274,18 a	61,5
catequina	441,09 bc	398,1	162,00 c	183,5	3061,65 a	714,0
ác. vainillínico	507,05 a	299,6	216,96 b	72,8	149,57 b	84,0
ác. cafeico	1598,31 ab	446,9	2312,54 a	728,8	1261,65 b	493,7
galato 2	2436,22 a	1408,0	2710,77 a	75,2	2423,89 a	1392,1
galato 3	462,09 c	91,7	419,39 c	79,2	1551,96 a	247,0
epicatequina	N,D	0,0	N,D	0,0	N,D	0,0
ác. fetárico	1933,14 a	915,0	1192,39 ab	709,1	159,74 b	276,7
ác.ferúlico	35,73 c	61,9	367,40 ab	210,2	N,D	0,0
triptofol	3080,39 b	1497,1	2246,68 b	1664,0	1285,40 b	57,6
Rutina	3341,23 ab	2524,1	2704,11 ab	183,5	4172,20 a	95,5
miricetina-3- <i>O</i> -glucurónico	3143,88 abc	1800,8	861,17 abc	244,5	3816,53 ab	2419,2
miricetina- <i>O</i> -glucósido	2027,05 b	1519,6	1249,69 b	367,6	5326,05 a	363,1
isoramnetina-3- <i>O</i> -glucósido	1390,17 a	1317,4	2245,25 a	223,6	1030,55 a	788,8
miricetina	N,D	0,0	N,D	0,0	N,D	0,0
quercetina-3- <i>O</i> -galactósido	895,97 b	869,1	2433,89 a	476,4	1425,88 ab	318,6
quercetina-3- <i>O</i> -glucósido	1184,52 b	409,3	173,08 d	119,2	2100,71 a	197,8
kaempferol-3- <i>O</i> -glucósido	2103,16 a	526,1	1658,04 ab	512,9	1010,88 c	27,2
trans-resveratrol	103,97 b	72,1	103,44 b	61,4	91,21 b	52,7
quercetina	4053,75 ab	1589,6	3980,89 ab	1289,7	4963,42 ab	491,3

Apéndice VIII**Cuadro 21.** Evaluación sensorial de vinos provenientes de ambas mediante panel entrenado.

Parámetro/Muestreo	Maipo Bajo						Maipo Alto					
	T1	D.S	T2	D.S	T3	D.S	T1	D.S	T2	D.S	T3	D.S
Color	9,7 a	2,5	8,5 b	2,3	9,9 a	1,9	9,3 ab	1,6	9,4 ab	2	10,2 a	2,1
Intensidad de color	9,8 abc	2,8	9,1 bc	2,5	10,1 ab	2,2	9 bc	1,6	8,8 c	1,8	10,6 a	2,2
Fluidez	8,4 a	2,2	8,3 a	1,9	9,0 a	2,1	9,0 a	1,9	8,4 a	2,2	9,3 a	1,9
Matiz de color	8,0 a	2,9	9,3 a	2,8	8,7 a	3,3	8,7 a	1,9	8,6 a	2,7	7,4 a	3,8
Aroma	9,1 a	2,3	8,9 a	1,7	8,7 a	1,9	8,9 a	2,1	9,4 a	1,9	8,8 a	1,7
Intensidad aromática	8,2 b	1,7	9,7 a	1,2	9,6 ab	1,4	9,3 ab	2,3	9,4 ab	1,7	9,4 ab	2,4
Aromas a frutos rojos	9,1 a	2,5	8,9 a	1,7	8,8 a	2,1	9,8 a	2,6	8,9 a	2,3	8,5 a	3,5
Aromas herbáceos	6,5 a	3	6,1 a	3,2	6,9 a	2,4	6,6 a	3,3	7,6 a	2,9	5,9 a	3,3
Astringencia	7,7 abc	3,5	6,7 bcd	2,9	8,2 a	2,6	5,6 d	3,3	6,2 cd	3,7	8,0 ab	2,5
Cuerpo	6,5 ab	2,7	6,5 ab	2,6	7,6 a	2,4	5,5 b	2,2	6,5 ab	2,9	7,3 b	2,2
Acidez	8,4 b	2,2	7,9 b	3	8,8 ab	1,9	9,0 ab	2,6	7,9 b	3,1	10,3 a	1,2
Amargor	6,6a	3	6,3 a	3,4	7,2 a	3,9	7,2 a	3,3	7,9 a	2,5	6,3 a	3,5
Persistencia	7,3 a	2,1	8,3 a	1,9	8,5 a	1,9	7,1 a	3	7,6 a	2,9	8,5 a	2,6
Sensación final	7,1 ab	2,1	7,9 a	2,2	8,1 a	1,5	6,3 b	2,3	8,0 a	2,5	7,9 a	2,2

**Cuadro 22.** Aceptabilidad de panel no-entrenado y de panel entrenado para vinos provenientes de ambas zonas.

Parámetro/Muestreo	Maipo Bajo						Maipo Alto					
	T1	D.S	T2	D.S	T3	D.S	T1	D.S	T2	D.S	T3	D.S
Aceptabilidad Panel No-Entrenado	6,9 b	2,1	7,5 ab	2,9	7,3 b	3,5	6,3 b	2,8	9,3 a	2,8	6,4 b	2,9
Aceptabilidad Panel Entrenado	6,9 ab	1,9	7,4 ab	2,7	7,6 ab	1,8	6,1 b	2,4	8,2 a	2,2	7,5 ab	2,1

**ANEXOS**

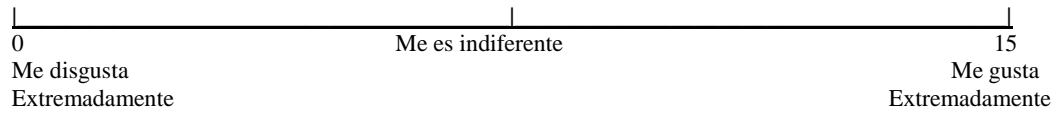
Anexo I

Aceptabilidad

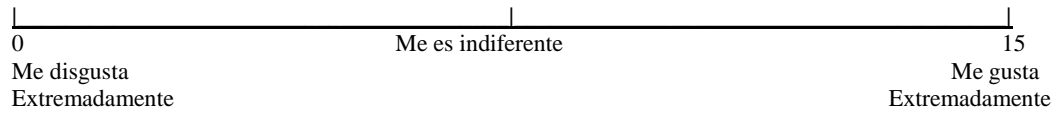
Nombre: .....

Marque con una línea vertical el nivel de su aceptabilidad en cada una de las muestras.

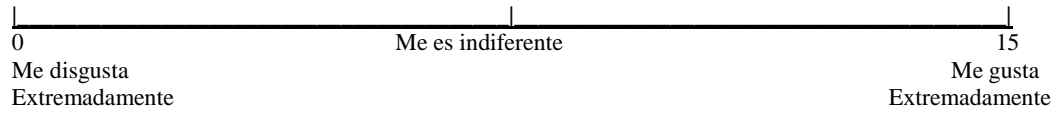
**Muestra N° .....**



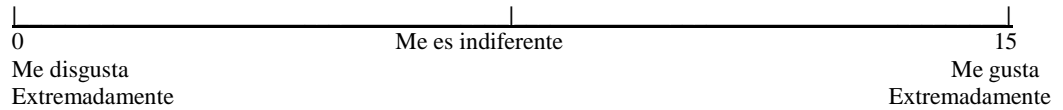
**Muestra N° .....**



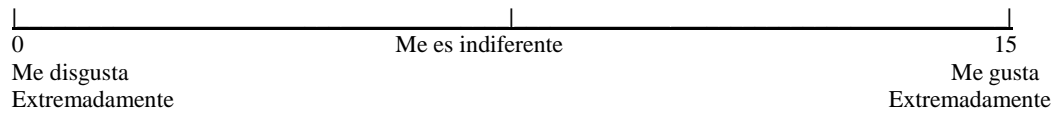
**Muestra N° .....**



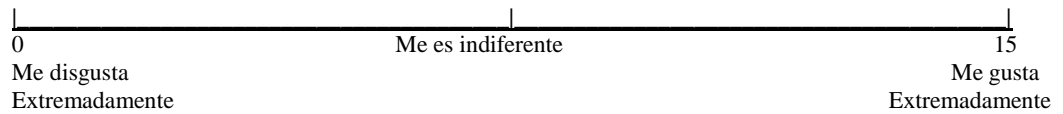
**Muestra N° .....**



**Muestra N° .....**



**Muestra N° .....**



Anexo II

Evaluación de Calidad

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

**Instrucciones:** La siguiente lista de términos describe las características de calidad del siguiente producto:

..... Muestra N° : .....

Mediante una línea vertical indique la intensidad de su sensación, para cada término.

Color	-----
0	15
Intensidad de Color	-----
0	15
Fluidez	-----
0	15
Matiz de Color	-----
0	15
Aroma	-----
0	15
Intensidad Aromática	-----
0	15
Aroma Frutos Rojos	-----
0	15
Aromas Herbáceos (Vegetales)	-----
0	15
Astringencia	-----
0	15
Cuerpo	-----
0	15
Acidez	-----
0	15
Amargor	-----
0	15
Persistencia	-----
0	15
Sensación Final	-----
0	15