

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA
MEMORIA DE TÍTULO

CARACTERIZACIÓN DE FIBRA DIETARIA EN ORUJO Y
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN VINO, HOLLEJO
Y SEMILLA DE UVA

MARÍA CECILIA ZÚÑIGA MORALES

Santiago, Chile. 2005

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

CARACTERIZACIÓN DE FIBRA DIETARIA EN ORUJO Y CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE EN VINO, HOLLEJO Y SEMILLA DE UVA

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

MARÍA CECILIA ZÚÑIGA MORALES

PROFESORES GUÍAS	CALIFICACIONES
Sr. Alvaro Peña N. Dr. Ingeniero Agrónomo, Enólogo.	6,8
Sr. Italo Chiffelle G. Dr. Bioquímico.	6,8
PROFESORES CONSEJEROS	
Sr. Eduardo Loyola M. Dr. Ingeniero Agrónomo, Enólogo.	6,7
Sra. Carmen Sáenz H. Dr. Químico Farmacéutico.	6,5

ÍNDICE

	Páginas
1. RESUMEN	1
2. SUMMARY	3
3. INTRODUCCIÓN	4
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
Composición fenólica de las bayas y el vino	6
FlavonoLes	6
Taninos condensados, procianidinas, antocianidinas o leucoantocianidinas	7
Composición química de los orujos	7
Actividad antioxidante	9
Función antioxidante	10
Radicales libres	11
Antioxidantes en el vino	12
Fibra dietaria	12
Fibra dietaria soluble	13
Fibra dietaria insoluble	14
Importancia de la fibra dietaria	14
Propiedades funcionales de la fibra	15
Capacidad de retención de agua	15
Hinchamiento	16
Capacidad de adsorción de grasa	16
Solubilidad	16
Fibra dietaria en el vino	16

5. MATERIALES Y MÉTODOS	18
Materiales	18
Método	19
Determinaciones analíticas	19
Fenoles totales	20
Análisis de la capacidad antioxidante	20
Análisis de fibra dietaria	21
Fibra dietaria (total, soluble e insoluble)	21
Propiedades funcionales de la fibra	21
Propiedades físicas asociadas a fluidez	21
Diseño experimental y análisis estadístico	21
6. DISCUSIÓN Y RESULTADOS	22
Análisis básicos	22
Bayas	22
Hollejos	23
Semillas	24
Sólidos solubles	25
Acidez de titulación	26
pH	27
Fenoles totales	28
Fenoles totales en hollejo	29
Fenoles totales en semilla	30
Fenoles totales en vino	31
Capacidad antioxidante	31
Antioxidantes en hollejo	33
Antioxidantes en semilla	34
Antioxidantes en vino	35
Correlación DPPH-polifenoles	37
Fibra dietética	38
Propiedades funcionales de la fibra	42

Capacidad de retención de agua	42
Hinchamiento	44
Capacidad de adsorción de grasa	44
Solubilidad	44
Propiedades físicas asociadas a la fluidez	45
Correlación antioxidantes-fibra dietaria	46
7. CONCLUSIONES	47
8. LITERATURA CITADA	48
9. ANEXOS	58

AGRADECIMIENTOS

Antes de todo a mi familia y en especial a mis padres, por todo lo que significan dentro de esto.

A mis profesores guías y consejeros por el tiempo dedicado y sus buenos consejos y enseñanzas.

Al proyecto Fondecyt 1010224, por aportar el financiamiento que permitió la realización de esta memoria.

Y en general a todas las personas que ayudaron a que esto algún día terminara.

RESUMEN

El daño que provocan las especies reactivas de oxígeno sobre el organismo humano es contrarrestado por un eficiente sistema antioxidante de tipo enzimático y no enzimático. Dentro de este último grupo se incluyen los polifenoles presentes en la dieta y por cierto, en el vino.

Para evaluar la actividad biológica del vino como bebida antioxidante se analizó *in vitro* el contenido fenólico total, en hollejos y semillas, y la capacidad antioxidante en hollejos, semillas y vino terminado. Para esto se recolectaron bayas al momento de cosecha y, además, se realizaron microvinificaciones con el método propio de cada variedad.

Por otra parte, se caracterizó la fibra dietaria en orujos resultantes de la microvinificación, para estos dos objetivos se utilizó uva de cuatro variedades, Cabernet sauvignon, Merlot, Chardonnay y Sauvignon blanc, y además el cultivar Carménère, del que sólo se utilizó el orujo y el vino terminado, siendo todas las cepas procedentes de los sectores alto y bajo del valle del Maipo.

El método utilizado fue el propuesto por Brand-Williams *et al.*, (1995), en donde se utiliza como radical libre el DPPH. Se observó que la capacidad antioxidante fue superior en las variedades tintas que en variedades blancas, en las mediciones realizadas en hollejo y vino, y esta misma acción antioxidante fue similar en cepas blancas y tintas para el caso de las semillas.

En el caso de la fibra dietética total y la fibra dietética insoluble, también fueron las variedades tintas las que obtuvieron los mayores valores, aunque en el contenido de fibra dietética soluble fue mayor en las cepas blancas.

Estos resultados tienen relación con el contenido de compuestos polifenólicos presentes en la uva.

Palabras clave: Especies reactivas de oxígeno, Polifenoles, Antioxidantes, Fibra dietaria, DPPH.

SUMMARY

The damage that oxygen reactive species cause on the human organism is counteracted by an efficient antioxidant system of enzymatic and non enzymatic type. Inside this last group, the polyphenols present in the diet and in the wine are included.

To evaluate the biological activity of wine as an antioxidant drink, it was analyzed the total phenolic content *in vitro*, content in skins and seeds, and the antioxidant capacity in skins, seeds and wine. For this, berries were recollected at the industrial harvest moment and it was carried out micro processes involved in viticulture with the method characteristic of each variety.

On the other hand, the dietary fiber was characterized in pomace, residues as a result of the microvinification. For these two objectives, it was used grape of four varieties; Cabernet sauvignon, Merlot, Chardonnay and Sauvignon blanc, and also from the wine and pomace cv. Carménère, in the case of the fiber, all the samples proceeding from high and low areas of the Maipo valley.

It was observed that the antioxidant capacity, measured by the Brand-Williams *et al.* (1995) method, where the DPPH is used as free radical, was higher in the red varieties in the measurement carried out in skins and wine and he was similar to the white varieties, in the case of the seeds.

In the case of total dietetic fiber and the insoluble dietetic fiber, the red varieties were the ones that obtained the highest values, although in the content of soluble dietetic fiber content it was higher in the samples of the white varieties.

These results of antioxidant capacity had relationship with the content of polyphenolic compounds in the grape.

Key words: Reactive oxygen species, Polyphenols, Antioxidants, Dietetic fiber, DPPH.

INTRODUCCIÓN

A inicios de los años 80 comenzaron a desarrollarse una serie de estudios que buscaban posibles relaciones entre la dieta y la presencia de enfermedades cardíacas, los que demostraron que en habitantes de países mediterráneos, la mortalidad causada a raíz de afecciones de carácter cardiovascular era aproximadamente un tercio de las producidas en Estados Unidos. Esto dio lugar a que los investigadores se preguntaran cómo es que los franceses que consumen la misma cantidad de grasas y tienen los mismos niveles elevados de colesterol en la sangre que los norteamericanos, sufren menos de estas dolencias. Se había formulado lo que se conocería como la “paradoja francesa”.

Los científicos centraron su trabajo en la hipótesis de que existe un proceso de envejecimiento de las arterias y otros órganos, que puede ser frenado por sustancias con capacidad antioxidante.

Un número creciente de evidencias de tipo epidemiológico y experimental indica que los antioxidantes presentes en diversos alimentos tienen un papel esencial para la salud. En este sentido es importante destacar que en años recientes se han dado a conocer hallazgos científicos que permiten atribuir parte importante de los beneficios para la salud establecidos con anterioridad, por su alto contenido de compuestos polifenólicos, a dietas ricas en frutas y verduras, y por cierto, al consumo de vino. Sin embargo, no se puede recomendar a la población el consumo de vino, debido a los efectos negativos de la ingesta de alcohol que llevaría asociado esta bebida en cantidades no controladas. Si bien estos compuestos están presentes en él, su origen son las partes sólidas de las bayas, es decir, los hollejos y semillas, siendo variable su aporte según la variedad, factores edafoclimáticos y procesos de vinificación entre otros. Es por esto, y además al rol que directa o indirectamente tiene sobre la calidad del vino, la gran importancia que han tomado los compuestos polifenólicos del mismo.

Además de la importancia de los polifenoles en el vino, últimamente se ha encontrado valor a los subproductos de la vinificación, como es el caso de la fibra dietaria en orujos de uva.

La fibra dietaria está compuesta por una parte insoluble, que se conoce con frecuencia como el residuo no nutritivo, y una parte soluble, que a diferencia de la anterior se considera en el contenido calórico de los alimentos.

La fibra dietaria se define como una parte estructural de los alimentos que es resistente a la acción de las enzimas digestivas presentes en las secreciones del tracto gastrointestinal humano. Esta ha merecido en los últimos años una especial atención, considerada hasta hace poco sin interés por el hecho de ser indigerible, habiendo mostrado que ejerce importantes efectos fisiológicos sobre el organismo humano, en el tratamiento o prevención de enfermedades como la obesidad, diabetes, enfermedades cardíacas, constipación, entre otras.

Durante los últimos años, investigaciones realizadas, estimaron que un 35% de muertes por cáncer podrían relacionarse con la dieta; se cree que se produce una interrelación entre factores genéticos y ambientales siendo uno de estos últimos la dieta, la cual ha tenido variaciones importantes por los cambios en el estilo de vida.

Por lo antes expuesto se ha propuesto el presente trabajo, que tuvo como objetivos:

- Determinar la capacidad antioxidante de hollejos, semillas y vinos de las variedades Cabernet sauvignon, Merlot, Sauvignon blanc y Chardonnay, y en vinos en la variedad Carmenère.
- Caracterizar la fibra dietaria de orujos resultantes de la vinificación de cinco variedades de vid.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La uva (*Vitis vinifera*), es una de las especies más utilizadas por las antiguas civilizaciones que poblaron la Tierra. De todos los compuestos con principios activos descubiertos en la vid, indudablemente los compuestos polifenólicos han despertado el mayor interés desde el punto de vista de la investigación farmacológica en relación con sus propiedades protectoras del sistema cardiovascular (Alonso, 2000).

Composición fenólica de las bayas y vino

Teniendo en cuenta la gran variedad de subespecies de vides, los compuestos activos pueden variar sobretodo en su concentración más que en el tipo de compuesto. Los compuestos responsables del color de las uvas se encuentran básicamente en los hollejos de las mismas, siendo los pigmentos y taninos (sustancias fenólicas) los más importantes. Los diferentes componentes se pueden clasificar de la siguiente manera (Alonso, 2000):

Flavonoles.

Los flavonoles son los responsables de la coloración amarillenta observable cuando las uvas blancas son vistas a trasluz y además de una parte del color amarillo presente en el vino blanco. Se encuentra principalmente en los hollejos. En el hollejo de las uvas tintas se han identificado 3 monoglucósidos; la quercetina, kaempferol y miricetina. Esta última no se encuentra en el hollejo de las uvas blancas, las cuales presentan dihidroquercetina (astilbina) y dihidrokaempfero-3-ramnósido (engeletina) (Alonso, 2000).

Taninos Condensados, Procianidinas, Antocianidinas o Leucoantocianidinas.

Son todos términos que encuadran a los derivados de los oligómeros o polímeros de la (+)catequina y (-)epicatequina. Abundan en las semillas y hollejos principalmente, aunque también pueden encontrarse en las hojas y raíces. Las antocianinas brindan el color rosa y rojo oscuro a las uvas, destacándose el malvidin-3-glucósido. En cambio, la clorofila es la responsable de la coloración verdosa de los ejemplares inmaduros. Otros compuestos fenólicos pertenecen al grupo de los estilbenos, entre los que destacan la fitoalexina, resveratrol y viniferinas, los que se han reconocido como compuestos antimicrobianos que defenderían la planta del ataque de determinados gérmenes (Alonso, 2000).

La composición química del vino suele ser muy variable y compleja. En forma resumida, se puede decir que entre los más importantes destacan: agua, alcohol, compuestos polifenólicos del tipo de las antocianidinas (vinos tintos), catequinas, proantocianidinas, taninos y ácidos orgánicos. En cambio, los vinos blancos presentan una composición química similar a la del mosto producido por el fruto de la vid, a excepción del contenido en fibras y grasas, las cuales abundan en las semillas y hollejos (Alonso, 2000).

Una de las sustancias en la que mayores esperanzas están depositando los investigadores es el resveratrol, presente también en los maníes, moras y otros frutos silvestres. Es abundante en las partes leñosas de la planta, los hollejos y en el vino, no así en las hojas. El resveratrol ha sido señalado como agente hipolipemiante, antiinflamatorio y antiagregante plaquetario (Siemann y Creasy, 1992). Además, un estudio reveló que dicho compuesto tendría propiedades antitumorales (Jang *et al.*, 1997).

Composición química de los orujos

Los orujos son los residuos sólidos, desechos del proceso de vinificación y que están compuestos por semillas y hollejos (Flanzy, 2000).

Tienen una riqueza cualitativa y cuantitativa en constituyentes fenólicos, que comprenden sobre todo los ácidos fenólicos, los antocianos, que son pigmentos rojos, (Ferreira *et al.*, 2002), los flavonoles, pigmentos amarillos, y los flavanos 3-oles o catequinas son incoloras (Flanzy, 2000).

Los hollejos de uva corresponden a entre un 7-12% del peso total de la baya y se componen principalmente de agua (78-80%), ácidos orgánicos (0,8-1,6%), taninos (0,4-3%), antocianos (0-0,5%), compuestos nitrogenados (1,5-2%), minerales (1,5-2%), ceras (1-2%), sustancias aromáticas (Cabanis *et al.*, citado por Flanzy 2000).

Las semillas de la baya corresponden a hasta un 6% del peso total y están compuestas principalmente de agua (25-45%), compuestos glucídicos (34-36%), taninos (4-10%), compuestos nitrogenados (4-6,5%), minerales (2-4%), lípidos (13-20%) (Cabanis *et al.*, citado por Flanzy 2000).

En el hollejo de las uvas tintas se encuentran diferentes sustancias antioxidantes, como las flavonas (que están también presentes en otros alimentos como el té, las cebollas, las manzanas). La mayoría de las sustancias beneficiosas se acumulan en el hollejo de la uva, por tanto, en los vinos tintos bien macerados y pigmentados (Val, 1999).

De entre las sustancias benéficas se descubrió que el hollejo de las uvas tintas contiene un amplio rango de compuestos fenólicos. Concretamente ácidos fenólicos, flavonoides y resveratrol que tienen una gran capacidad de proteger a las lipoproteínas LDL de la oxidación (inhiben el colesterol “malo”, que una vez oxidado pasaría a formar una placa de ateroma en la pared de las arterias). Una copa de vino tinto en las comidas contribuye a evitar que las plaquetas sanguíneas se aglutinen (Zoecklein *et al.*, 2001).

Como los compuestos flavonoides están en el hollejo, mientras mayor sea la cantidad de éste que se use en el proceso de producción del vino, mayores serán las cualidades en pro de la salud. Las uvas pequeñas tendrían mayor proporción de hollejo que las grandes, por lo tanto,

aquellas variedades con un mayor grosor de éste y de pequeño tamaño, como el Cabernet Sauvignon, estarían favorecidas.

Todo esto se da especialmente en el vino tinto, porque se prepara a partir del grano completo (pulpa, piel y semillas); en cambio, el blanco sólo se hace con el jugo de la uva y por ende tiene menores facultades protectoras para el organismo (Flanzy, 2000). El contenido de antioxidantes es 8 veces mayor en vinos provenientes de uvas tintas que en los producidos con uvas blancas (Ciudad y Valenzuela, 2002).

Actividad antioxidante

La capacidad antioxidante y secuestrante de radicales libres es una propiedad común en muchos de los compuestos bioactivos como los polifenoles. La prevención de los efectos perniciosos en la salud derivados de la acción de los radicales libres producidos en el organismo como consecuencia de la oxidación biológica está adquiriendo cada vez más importancia en nutrición (Saura-Calixto y Jiménez-Escrig, citado por Lajolo *et al.*, 2001).

En el organismo existe un equilibrio natural entre el sistema de defensa antioxidativo, que puede ser de origen endógeno o exógeno, y las especies reactivas de oxígeno. Cuando este equilibrio se rompe se habla de un estrés oxidativo debido a la ingesta deficiente en compuestos antioxidantes o a un exceso de especies oxigenadas reactivas. Es importante que una vez terminada la acción beneficiosa, el antioxidante gastado sea eliminado eficazmente para prevenir su interacción con otras sustancias (Müller, citado por Zoecklein *et al.*, 2001).

Los sistemas antioxidantes no enzimáticos están constituidos principalmente por un grupo de tres vitaminas: Vitamina C, Vitamina E y Betacaroteno, y dos oligoelementos fundamentales, el selenio y el zinc. Sus niveles de efectividad, ya que no se sintetizan en el organismo, dependen del equilibrio del propio consumo endógeno y de los aportes de la dieta (Truscott, 1998).

Primero la vitamina E reacciona con los radicales libres, volviéndolos más inofensivos, esta reacción convierte a la propia vitamina E en un radical dañino, por lo que los betacarotenos inactivan los radicales de la vitamina E, produciendo a su vez radicales carotenoides también perjudiciales. Finalmente la vitamina C repara los radicales carotenoides resultantes hidrosolubilizándolos y eliminándolos del organismo por la orina (Truscott, 1998).

Hoy, hay un creciente interés en los efectos biológicos de otros compuestos, como los fenoles, flavonoles, flavonoides y cumarinas que pueden encontrarse en comidas y bebidas. Estos compuestos dietarios pueden contribuir activamente al control de reacciones oxidativas y ofrecer protección *in vivo*. Esto es posible ya que mezclas de estos compuestos se encuentran en frutas y verduras, como por ejemplo las uvas y el vino (Kinsella *et al.*, 1993).

Además, el extracto seco de uva contiene procianidinas polifenólicas, con actividad antioxidante, las que comparadas con la vitamina C y E, por si solas o en conjunto, han demostrado ser más eficientes como captadoras de radicales libres tanto *in vitro* como *in vivo* (Bustamante *et al.*, 2001).

Muchos vinos, elaborados aplicando las modernas técnicas de vinificación, tienen una ventaja añadida: mantienen su contenido saludable en antioxidantes porque no han sido sometidos a los filtrados más enérgicos que se aplican a algunos vinos menores (Leighton y Urquiaga, 2000).

El valor de la capacidad antioxidante es resultado de las condiciones de cultivo y producción. Cuando las viñas crecen en un clima cálido, las uvas pueden dejarse en la planta hasta que estén bien maduras, momento en que los niveles de fenoles se acumulan, ya que la luz solar estimula su síntesis principalmente en la piel de la fruta (Leighton, 2002).

Función antioxidante

Químicamente, los antioxidantes funcionan de varias formas:

- Eliminando eficazmente la especie reactiva
- Proporcionando un átomo de hidrógeno, o un radical hidruro a un sustrato diana

Entre los antioxidantes del vino y de las uvas existen muchos que se ajustan a la categoría de eliminador de radicales. Los ácidos salicílicos y benzoico, y sus metabolitos, se ajustan a esta categoría. Sustancias como el ácido gálico, los ácidos 2,3- y 2,5-dihidroxibenzoico (DHB), la (-) epicatequina, la quercitina, y el pigmento cianidina de las uvas se ajustan a la segunda categoría, y en algunos casos a ambas (Müller, citado por Zoecklein *et al.*, 2001).

Radicales libres

La mayoría del oxígeno usado en respiración (95%) es utilizado a nivel mitocondrial, pero un pequeño porcentaje (1-3%), origina especies reactivas de oxígeno (radicales superóxidos, hidroxilo, peroxilo, etc). Los radicales libres se forman como consecuencia natural del metabolismo oxidativo en los humanos, por acción de enzimas tipo oxidasas e hidrolasas, así como por efecto de radiaciones, contaminación ambiental, etc. (Saura-Calixto y Jiménez-Escrig, citado por Lajolo *et al.*, 2001).

Son entidades químicas que tienen un electrón desapareado o no compartido. A causa de estos electrones los radicales libres son algo inestables, o sea, son de vida corta; también son altamente reactivos por el hecho de que, para conseguir su estabilidad química, tratan de perder o ganar un electrón. Así estas sustancias son muy propensas a interactuar con muchas moléculas, como los lípidos de membranas y el ADN, dañándolas a menudo irreparablemente. Los radicales libres se forman en diversos procesos químicos, físicos y enzimáticos, ningún tejido o célula está inmune al ataque de estos compuestos (Halliwell, citado por Zoecklein *et al.*, 2001).

Las especies reactivas de oxígeno pueden atacar componentes celulares vitales, dañar membranas celulares, inactivar enzimas, alterar el material genético a nivel del núcleo celular u oxidar lipoproteínas. El daño al ADN está relacionado con procesos de carcinogénesis mientras que la peroxidación de lípidos está relacionado con enfermedades cardiovasculares. Los radicales de oxígeno también pueden atacar las proteínas, modificando su estructura o función. Ello se

relaciona con diversas enfermedades (cardiovasculares, procesos cancerígenos e inflamatorios) e incluso envejecimiento (Saura-Calixto y Jiménez-Escrig, citado por Lajolo *et al.*, 2001).

Antioxidantes en el vino

La explicación de por qué se encuentran tan altos niveles de antioxidantes en el vino, polifenoles y especialmente flavonoides, se debe a su proceso de elaboración. Originalmente están presentes en las uvas, especialmente en el hollejo y en las semillas, y un porcentaje menor en la pulpa. Sin embargo, son muy difíciles de extraer. De allí que si se consume una uva los antioxidantes pasan a través del tubo digestivo y no son absorbidos en su totalidad. En el proceso de la producción del vino, la uva se muele, y en el caso particular del vino tinto, quedan en el mosto los hollejos y las semillas durante los días que dura el proceso de fermentación. Este líquido también aumenta su temperatura, por lo que es movido dentro de las cubas. Este proceso de extracción lenta libera los principios antioxidantes presentes en el fruto, y de ahí su tremenda eficiencia, la que se ha comprobado al ser administrado en dosis moderadas a voluntarios (Leighton, 2002).

Fibra Dietaria

La fibra dietaria es resistente a las enzimas digestivas del hombre y otros mamíferos. Comprende los hidratos de carbono, entre los cuales se puede mencionar: la celulosa, la hemicelulosa, las pectinas, las gomas y mucílagos, como igualmente la lignina, siendo parte importante de las frutas, hortalizas, cereales y leguminosas (Hernández-Unzón y Gallardo-Navarro, 1998). La fibra dietaria se puede clasificar de acuerdo a su solubilidad en agua como fibra dietaria soluble y fibra dietaria insoluble, ambas fracciones poseen efectos fisiológicos particulares.

Los requerimientos nutricionales concernientes a la fibra dietaria que están aprobados por el FDA, están divididos en tres categorías (Lynn, 2003):

- Alto en fibra: contiene desde 5g de fibra por porción
- Buena fuente de fibra: contiene desde 2,5 hasta 4,9 g de fibra por porción
- Más fibra o fibra añadida: contiene por lo menos 2,5 g de fibra más que el alimento de referencia.

Habitualmente las fibras de frutas presentan cantidades significativas de compuestos minoritarios con elevada actividad biológica, como polifenoles y carotenoides, los cuales normalmente se les denomina minoritarios. Hoy, estudios biológicos han demostrado que estos compuestos tienen una gran importancia en nutrición y salud. Son los que se denominan compuestos bioactivos asociados a fibra dietética, cuyas principales características son (Saura-Calixto, Jiménez-Escrig, , citado por Lajolo *et al.*, 2001):

- Componentes minoritarios de alimentos.
- No nutrientes (sólo en fibra insoluble), generalmente metabolitos secundarios en los vegetales. Estructural y fisiológicamente se diferencian de los micronutrientes (vitaminas, minerales, etc.).
- Son biodisponibles, al menos parcialmente.
- Han mostrado algún efecto positivo en salud.
- Los mecanismos de su función biológica y/o metabólica en el organismo humano no están completamente establecidos.

Los tres grupos de compuestos bioactivos más significativos son los polifenoles, carotenoides y fitosteroles.

Fibra dietaria soluble

La fibra dietaria soluble presente en los alimentos contribuye al aporte calórico de estos considerándose 4 cal/g del alimento (Nelson, 2001), esta fibra se encuentra en altas concentraciones en frutas y algas marinas; y básicamente se compone de pectinas, gomas, mucílago, pentosanos y polisacáridos solubles, componentes más efectivos en reducir las concentraciones de colesterol plasmático y/o hepático y la glicemia, aumentando la velocidad de

absorción de glucosa desde el intestino delgado (Pennacchiotti, 1989; Periago *et al.*, 1993; Meseguer *et al.*, 1997).

Fibra dietaria insoluble

La fibra dietaria insoluble presente en los alimentos, se encuentra mayoritariamente en verduras, cereales, leguminosas y en frutas, y se considera con un aporte de cero calorías (Nelson, 2001). Incluye celulosa, lignina y hemicelulosa, componentes responsables de la regulación gastrointestinal con la reducción del tiempo de tránsito de los alimentos y aumento de la excreción (Pennacchiotti, 1989; Periago *et al.*, 1993; Meseguer *et al.*, 1997).

Por otra parte, existe una gran variedad de componentes no convencionales asociados con la fibra dietaria, que por su baja digestibilidad puede conducir a propiedades semejantes a la fibra dietaria y que son motivo de controversia en el sentido de si deben incluirse dentro de la fibra, como es el caso de los taninos, ceras, glicoproteínas, minerales, compuestos de Maillard, almidón resistente a la digestión, quitina y formas provenientes del metabolismo digestivo del hombre (polidextrosas) (Pak, 1996).

Importancia de la fibra dietaria

Dentro de las recomendaciones específicas para mejorar el estado de salud del ser humano está el incrementar la ingestión de alimentos que contengan fibra dietaria. Los estudios indican que la fibra dietaria reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad, cáncer de colon y otra diversidad de enfermedades. De ahí la importancia de aumentar el consumo de alimentos ricos en esta fibra (Lee *et al.*, 1992).

La importancia que ha adquirido el consumo de fibra en los últimos años, ha traído consigo modificaciones en la industria alimentaria, desarrollándose nuevos productos, más saludable y con un alto contenido de fibra dietética, vitaminas y bajo contenido de colesterol

(Sáenz y Gasque, 1999), y comidas complementadas con ella, que han sido formuladas utilizando materias primas ricas en fibra de cereales (salvado de cereales), de vegetales (cebolla, ajo y alcachofa) y de legumbres (Periago *et al.*, 1993).

Las fibras de frutas, como por ejemplo las provenientes de la uva, tienen una característica específica o diferencial que consiste en la presencia de cantidades significativas de compuestos minoritarios con elevada actividad biológica, los que serían los polifenoles y carotenoides (Lajolo *et al.*, 2001).

La información en la literatura sobre el contenido y la cantidad de polifenoles en los alimentos vegetales es no sólo incompleta, sino a veces contradictoria y difícil de comparar debido a la complejidad de éste grupo de sustancias (Lajolo *et al.*, 2001).

Propiedades funcionales de la fibra

Denominadas así por su posible asociación con efectos fisiológicos benéficos en el organismo, conocidas también como propiedades físico-químicas por su dependencia con la estructura química de los polisacáridos constituyentes y la influencia de factores como el tamaño de partículas, pH, temperatura y fuerza iónica (Fleury y Lahaye, 1991).

Capacidad de retención de agua: La capacidad de retención de agua (CRA), expresa la máxima cantidad de agua, en mL, que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de agua bajo la acción de una fuerza patrón. Los resultados se expresan en mililitros de agua por gramo de muestra seca (Scheeman, 1989).

La CRA está influenciada por la naturaleza de la matriz fibrosa y la forma como se encuentra ligada a las moléculas de agua (Fleury y Lahaye, 1991). Es importante por su grado de asociación con efectos saciantes, aumento del tamaño del bolo alimenticio, peristaltismo intestinal e incrementos del volumen y peso de la excreta, además de su efecto laxante (Danisco, 2003; Duque *et al.*, 1998).

Hinchamiento: Indica la capacidad del producto para aumentar su volumen en presencia de un exceso de agua (Scheeman, 1989).

Al igual que para la CRA y de acuerdo con Bravo (1999), el alto contenido de IFD estaría influyendo en los valores de hinchamiento de la fibra. Dichos valores tendrían un efecto positivo en los tratamientos de constipación y reducción de peso. Sin embargo, según Gallagher y Sheenemann (2001), son necesarias pruebas *in vivo* para correlacionar los valores obtenidos ya que las pruebas *in vitro* no siempre son extrapolables, debido a la existencia de compuestos asociados (pigmentos y compuestos fenólicos) que influyen en los efectos fisiológicos de la fibra (Bravo *et al.*, 1994).

Capacidad de adsorción de grasa: La capacidad de adsorción de grasa (CAG), es la máxima cantidad de aceite, en g, que puede ser retenida por gramo de material seco en presencia de un exceso de aceite bajo la acción de una fuerza (Scheeman, 1989).

La CAG está asociada al tamaño de partícula de la fibra. A menor tamaño de partícula, mayor CAG y en general la CRA y el hinchamiento también se incrementan, debido a una mayor área superficial que permite la interacción de la fibra con el medio (Caprez *et al.*, 1986).

Solubilidad La solubilidad (S), mide la capacidad de una determinada sustancia para disolverse en un líquido, es medida en conjunto con la CRA, y es el porcentaje de pérdida en la muestra original pesada en el sobrenadante (Scheeman, 1989).

Fibra dietaria en el vino

Chile, tradicionalmente ha sido un país vitivinícola, por lo que hay una gran cantidad de productos secundarios de esta industria que podrían aprovecharse. Un ejemplo de ello es la producción de orujo, compuesto por semillas, hollejos, alcohol (dependiendo la cepa que se use), materia orgánica y tartratos (Sáenz, 1992).

El volumen de residuos depende de variados factores, la variedad de la uva, características ecológicas de la zona y la tecnología usada durante la vinificación son algunas de ellas (Sáenz, 1992).

El orujo producido forma parte de un 15% de residuos que deja la vendimia (Sáenz, 1992), y teniendo en cuenta que la producción de uva para vino el último año fue aproximadamente de 7.860.000 hL (Viñas de Chile, 2003), se tendría una cantidad de orujos superior a las 117.000 ton, una de las alternativas para el uso de estos desechos de vinificación es la elaboración de subproductos a partir de estos, uno de estos sería la extracción de fibra dietética contenida en los hollejos y semillas de las bayas de uva y que en general están presentes en frutas, verduras y cereales.

La mayoría de las frutas presentan un contenido de fibra entre 5 y 20%, estos resultados relativamente altos pueden brindar una gran alternativa para prevenir y aliviar en forma sencilla a sujetos con enfermedades cardiovasculares, estreñimientos, diabetes, obesidad e incluso cáncer de colon, para lo cual se seleccionarían las frutas idóneas, dependiendo de que se requiera la fracción soluble o insoluble (Ruales y Zumba, 1998).

MATERIALES Y MÉTODO

Este estudio se llevó a cabo con muestras de bayas, vinos y orujos provenientes de *Vitis vinifera* de los cultivares: Cabernet Sauvignon, Merlot, Sauvignon blanc y Chardonnay, y sólo con vinos y orujo de la variedad Carmenère, debido a la disponibilidad sólo de estos. Todos los productos provinieron de la cosecha y vendimia 2003 de la parte alta y baja del valle del Maipo, en las viñas William Fevre y Casa Rivas respectivamente. Todos los aspectos técnicos relacionados con la vinificación de estas variedades, tanto los análisis básicos, como la posterior guarda de estos vinos se realizaron en los laboratorios del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materiales

En el presente estudio se trabajó con bayas (hollejo y semillas), vinos y orujos de las variedades mencionadas anteriormente. Para el caso de las bayas, estas se obtuvieron al momento de la cosecha, el cual lo determinó cada viña. El resto de la cosecha fue posteriormente vinificada en dependencias de la Facultad, donde una vez finalizada la fermentación se tomaron muestras de los vinos terminados de cada una de las variedades a analizar, así como también se obtuvieron los orujos desde el residuo del proceso de vinificación.

Los análisis se realizaron mediante el uso de un espectrofotómetro Shimadzu Corporation UV-1601, micropipetas graduadas y como solvente orgánico, una solución de agua:etanol (88:12 v/v).

En el Cuadro 1 se presentan los análisis que se realizaron a las muestras en este estudio.

Cuadro 1. Variedades y tipos de muestra a analizar

Variedad	Hollejo	Semilla	Vino	Orujo
Cabernet sauvignon	✓	✓	✓	✓
Merlot	✓	✓	✓	✓
Sauvignon blanc	✓	✓	✓	✓
Chardonnay	✓	✓	✓	✓
Carménère			✓	✓

Método

De cada variedad emplazada en las distintas viñas se tomó una muestra o repeticiones de cada hilera, aunque para efectos de análisis, se tomaron como muestras compuestas, lo mismo que para las muestras de los vinos terminados.

El muestreo fue hecho en forma aleatoria, tomando como parámetro un número de 25 plantas (una hilera). Las muestras que se obtuvieron de éstas correspondieron a 100 bayas, provenientes de distintas partes del racimo, y a su vez estos, de distintas partes de la planta.

Determinaciones analíticas

Se realizaron determinaciones analíticas básicas y pormenorizadas:

- Bayas: acidez titulable, sólidos solubles (°Brix), pH (recopilados por Bordeaux y Scarpa, 1998).

Fenoles totales

A las muestras de bayas, se les midió el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante *in vitro*, realizando por duplicado todos los análisis. Estas determinaciones se efectuaron sobre pieles y semillas, que es en donde se encuentran las mayores concentraciones de fenoles. Para la extracción de estos compuestos, se utilizó el método propuesto por Venencie *et al.*, (1997) (Anexo I).

La medición de los fenoles totales se hizo mediante análisis espectrofotométrico a DO 280 nm (García- Barceló, 1990).

Análisis de la capacidad antioxidante

Se utilizó el método de Brand-Williams *et al.*, (1995), mediante el cual se evalúa la actividad antioxidante por el uso de radicales libres. Esta prueba se basa en una reacción rédox, en la que 2,2-di (4-tert-octilfenil)-1-picrilhidrozil (DPPH) actúa como agente oxidante o radical libre, captando un electrón que le dona el antioxidante, que para estos efectos corresponderá a los distintos vinos terminados, además de los extractos de hollejos y semillas, los cuales pasan a estado de radical estabilizado.

La capacidad antirradical se define como la cantidad de antioxidante necesaria para que la concentración inicial de DPPH baje un 50% (C_{50}). Para determinar estos valores se trabajó sobre una base de absorbancias residuales de este compuesto al cual se le agregó distintas concentraciones de antioxidante, y la reacción de color producida fue medida por espectrofotometría a una longitud de onda de 515 nm. Se debe considerar que los resultados obtenidos a través de éste método, relacionan un menor valor numérico con una mayor capacidad antioxidante (inversamente proporcional), ya que una solución tiene mayor efecto antirradical mientras menor es la cantidad de este que se aplique para alcanzar el C_{50} .

Análisis de fibra dietaria

Los orujos fueron secados y molidos en un molino experimental Arthur H. Thomas Co., con una malla N° 60 . Este “serrín” se sometió a los siguientes análisis:

Fibra dietaria (total, soluble e insoluble): Método gravimétrico y enzimático Buffer MES-TRIS (Lee *et al.*, 1992).

Propiedades funcionales de la fibra:

- Capacidad de retención de agua y solubilidad: (Thibault *et al.*, 1992 citado por Femenia *et al.*,1997).
- Hinchamiento: (Kuniak and Marchessault, 1972 citado por Femenia *et al.*,1997).
- Capacidad de absorción de aceite: (Caprez *et al.*, 1986 citado por Femenia *et al.*,1997).
- Solubilidad

Propiedades físicas asociadas a la fluidez (Larrauri *et al.*, 1995):

- Densidad aparente
- Densidad de asentamiento
- Tiempo de vaciado
- Velocidad de vaciado
- Angulo de reposo

Diseño experimental y análisis estadístico

Todos los análisis se hicieron por duplicado y se trabajó con las variedades en forma independiente entre sí, correspondiendo a cada uno de los casos presentados en el Cuadro 1, no obstante se comparó los resultados entre las muestras de los distintos cultivares. La unidad experimental para el caso de los antioxidantes fue de 100 bayas y 50 mL de vino y para las fibras 200g de orujos secos y molidos.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Análisis básicos

Los análisis básicos presentan una relación directa con la fenología de la baya, e indican un potencial de calidad del vino. Los resultados están directamente relacionados con el medio ambiente en donde se desarrolla el fruto (Gregory, 2000). Los valores de los análisis se presentan en el Anexo III.

Bayas

Según Reynier (2002), el crecimiento en volumen de las bayas de *Vitis vinifera L.*, desde el cuajado hasta la maduración, sigue una curva doble sigmoidea patrón y se produce en tres fases.

La primera fase se caracteriza por una rápida división y expansión celular con un desarrollo importante de las semillas, acumulación de ácidos y una alta tasa respiratoria. La segunda fase presenta, por otro lado, una disminución general del metabolismo, un incremento en el crecimiento del pericarpio, la maduración de la semilla, y el máximo de la acidez titulable. Por último, en la tercera fase se distingue un rápido crecimiento (debido exclusivamente a una expansión celular), un cambio en el color de la baya, ya que el contenido de antocianos aumenta, disminución de taninos en la semilla e incremento de los taninos en los hollejos. Además se aprecia una reducción en la respiración, una creciente acumulación de azúcares, disminución de la acidez titulable, y la detención del transporte xilemático hacia el fruto. El medio ambiente en donde se desarrolla la planta, influencia en alguna forma estas fases de desarrollo de la baya.

Los resultados presentados en la Figura 1, muestran valores similares en los pesos de 100 bayas para el momento de cosecha, siendo levemente mayores los pesos de variedades

blancas, y encontrándose una tendencia a pesos más altos en Maipo bajo, que puede deberse a una menor deshidratación de las bayas, dada por la presencia de menores temperaturas en la zona.

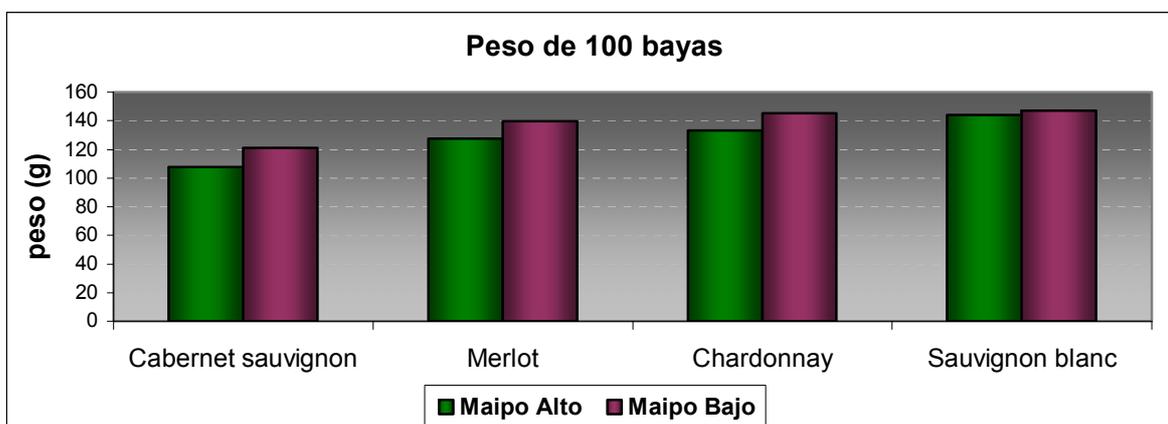


Figura 1. Comparación del peso de 100 bayas en periodo de cosecha.

La acción combinada de la temperatura e iluminación favorecen el crecimiento de las bayas, pero su peso final está influido, principalmente, por las condiciones hídricas (Reynier, 2002).

Hollejo

Por lo general, si se compara los hollejos de una variedad tinta y los de una blanca, los de las variedades tintas son más gruesos (Flanzy, 2000), por lo que normalmente se esperaría un mayor peso de estos últimos.

Los hollejos representaron un 10-18% del total del peso de la baya, lo que difiere de los resultados obtenidos por Reynier (2002), quien afirma en sus estudios que el peso de los hollejos corresponde a un 10-12% de las bayas. Además coincide con los resultados obtenidos por Martínez de Toda (1991) quien asegura que el peso de los hollejos representan un 7-20% del peso total de la baya, dependiendo de la variedad.

En el peso de los hollejos, se puede apreciar que en las variedades tintas los mayores valores se obtuvieron en Maipo alto, con diferencias promedio de 3 g con sus símiles de Maipo bajo, y los hollejos con mayor peso fueron los de la cepa Merlot (Figura 2).

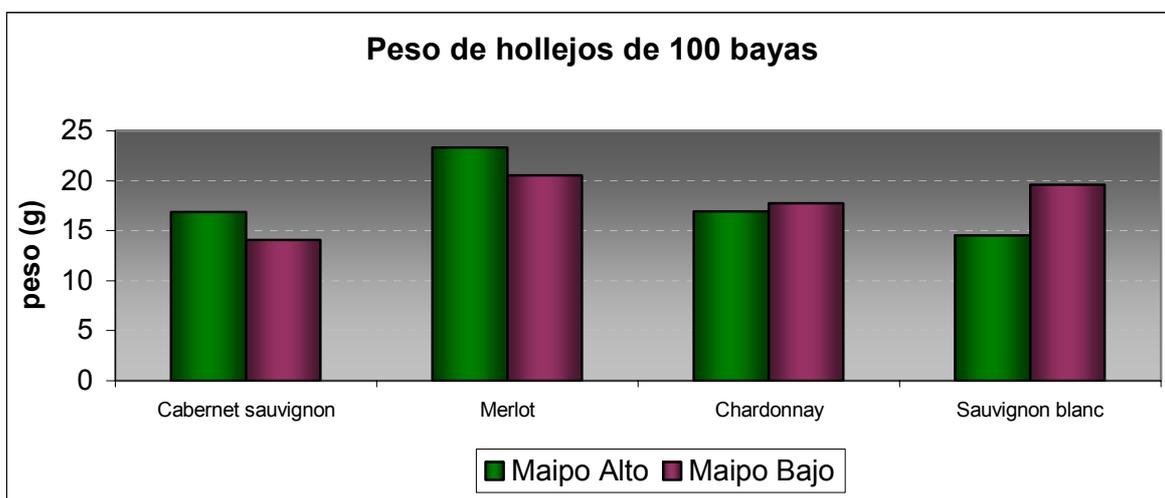


Figura 2. Comparación del peso de los hollejos de 100 bayas en periodo de cosecha.

En cepas blancas, por el contrario, los mayores valores están en la zona del Maipo bajo, con pequeñas diferencias en Chardonnay y de más de 5 g en Sauvignon blanc.

Por lo general, en los muestreos realizados, no se aprecian grandes diferencias de peso entre las variedades.

Semillas

El peso de las semillas evoluciona en forma inversa a como lo hace el peso del hollejo y de la baya en general, por lo que los valores presentados en la Figura 3, deberían ser los más bajos dentro del período de desarrollo de la semilla.

Los resultados obtenidos son bastante similares entre variedades en el Maipo bajo, sin embargo se nota una gran diferencia entre los pesos de semillas de cepas blancas y tintas en la

parte alta del valle, donde los valores más bajos los obtuvieron las muestras del cv. Merlot con un promedio de 3 g entre Maipo alto y bajo.

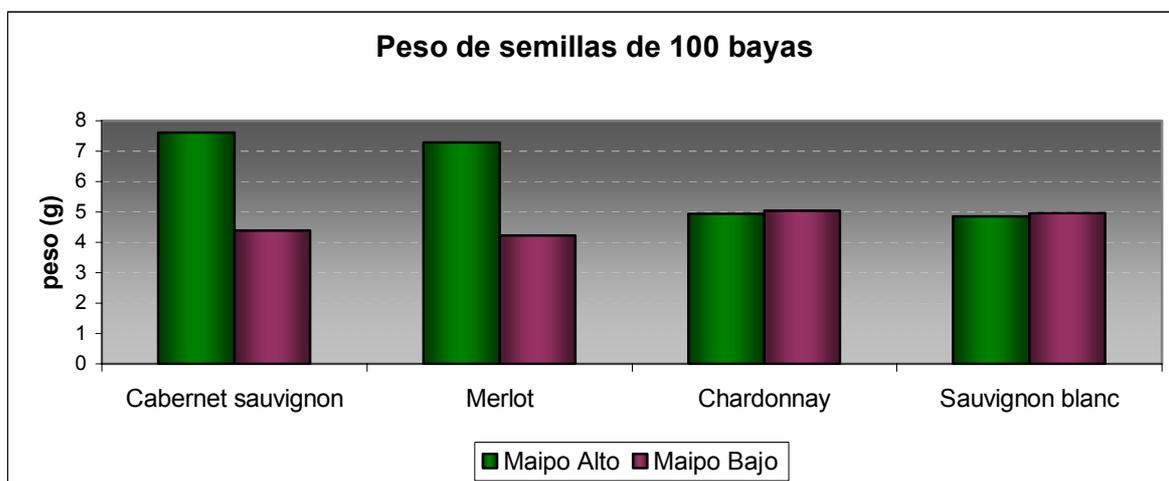


Figura 3. Comparación del peso de semillas de 100 bayas en período de cosecha.

En general el peso de las semillas representa un 5% del total del peso de la baya (Martínez de Toda, 1991), por lo que estos resultados, salvo el peso de las semillas de Cabernet sauvignon del Maipo alto, que son levemente superiores, se asemejan a lo señalado anteriormente.

Sólidos solubles

El contenido de sólidos solubles en las bayas va aumentando a medida que las bayas van madurando (Gregory, 2000), debido principalmente a una síntesis y posterior acumulación de azúcares en la baya, por lo que los valores obtenidos serían los mayores dentro del desarrollo de las bayas (Kennedy *et al.*, 2000; Errázuriz, 2003).

Los sólidos solubles se componen principalmente de azúcares, incluyendo además pigmentos, glicerol, pectinas, taninos, ácidos y sales, estos se miden en °Brix, que es la cantidad de sólidos solubles por 100 g de mosto (Bordeau y Scarpa, 1998).

En la Figura 4, se muestra un contenido mayor de sólidos solubles en las variedades tintas usadas para este estudio, siendo el mínimo contenido de azúcares el encontrado en la variedad Chardonnay del Maipo alto. Estos resultados concuerdan con el hecho de que se requiere un mayor valor en °Brix para la cosecha de variedades tintas.

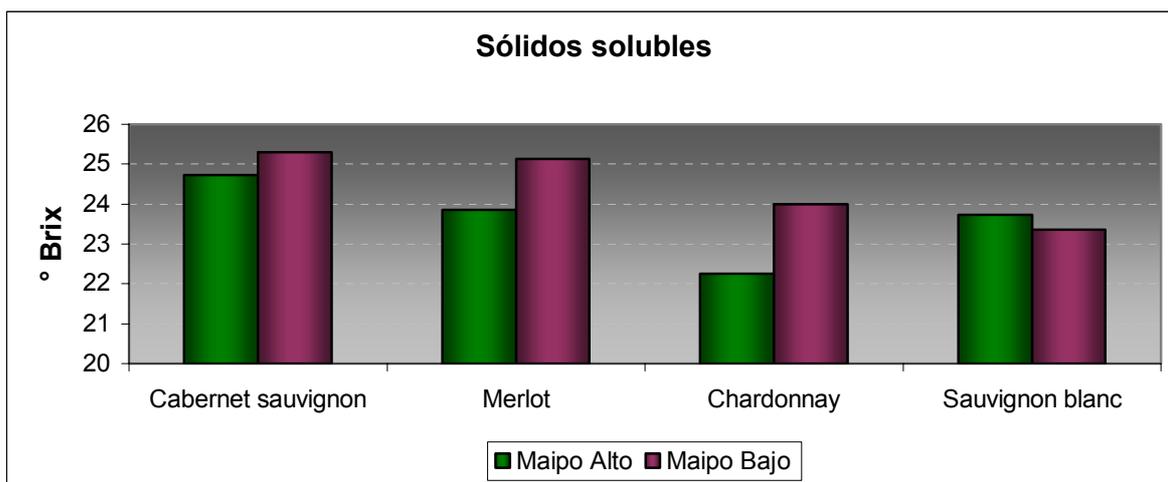


Figura 4. Comparación de sólidos solubles de las bayas en período de cosecha.

La medida de los sólidos solubles en jugos de uva da una buena indicación del contenido de azúcar, que representa de un 90-94% de los sólidos totales, y con ello, de la madurez de las uvas y su potencial producción de alcohol (Peña-Neira, 2001).

Acidez de titulación

En la Figura 5 se aprecia la acidez de titulación para las distintas variedades estudiadas a momento de cosecha.

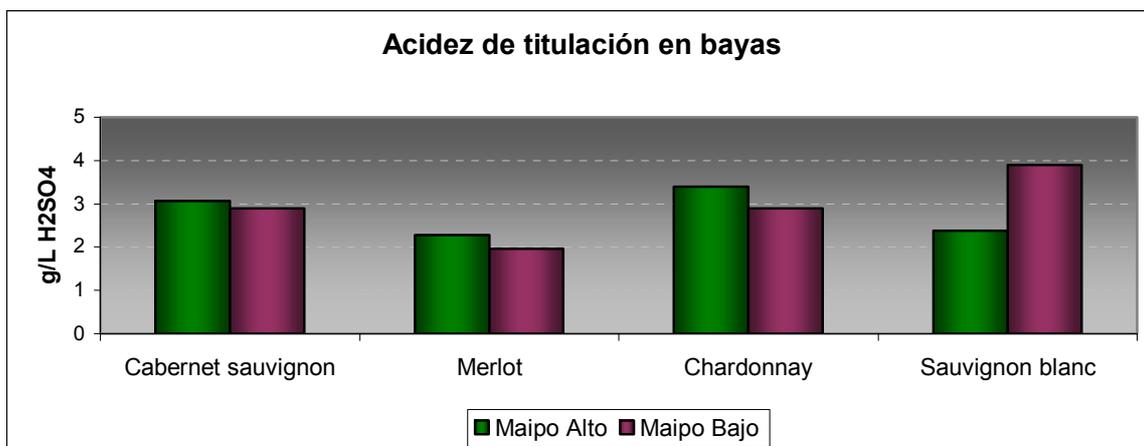


Figura 5. Comparación de acidez de titulación de bayas en periodo de cosecha.

Los resultados obtenidos para la acidez de titulación de las bayas de las distintas variedades serían los menores durante el proceso de maduración (madurez fenólica), ya que estos presentan su máximo valor al principio del desarrollo de la baya, y va disminuyendo a medida que esta se va acercando a la madurez; esto se debe a una degradación respiratoria que transforma mayormente al ácido málico en azúcares y otros compuestos (Reynier, 2002).

La acidez de un mosto responde mayoritariamente a los ácidos tartáricos, málico y sus sales; mientras que en el vino se encuentran además el succínico, láctico, fosfórico, etc (Peña-Neira, 2001), y representa la cantidad de iones hidrógeno en solución (Bordeau y Scarpa, 1998).

Los valores de acidez fueron mayores en las cepas blancas que en las variedades tintas, lo que coincide con lo que se busca en los vinos blancos, es decir, que sean de una acidez mayor, lo que los hace a su vez más frescos y frutales.

pH

El pH es la medida del contenido de protones libres en solución y no tiene relación con la acidez de titulación. Aunque por lo general, se busca una relación inversa entre el contenido de acidez con el pH (Figura 6).

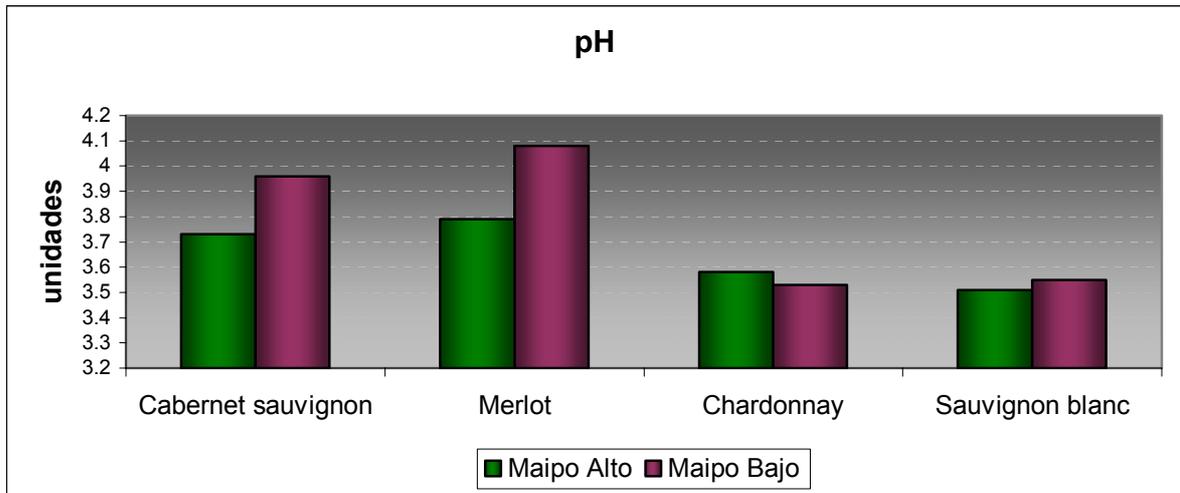


Figura 6. Comparación de pH en bayas durante período de cosecha.

Existen diferentes aspectos en el vino, que son influenciados por el pH, como el tono e intensidad de la coloración; la precipitación del bitartrato de potasio; gusto ácido; turbidez; cantidad de sulfuroso libre, que es la que tiene la acción antiséptica; etc (Peña-Neira, 2001).

Marcadamente, el pH fue mayor en las variedades tintas, sobretodo en el Maipo bajo. Lo que estaría en acuerdo con la relación mayor acidez titulable, menor valor de pH.

Fenoles totales

Los compuestos fenólicos, están presentes en todos los alimentos de origen vegetal que podamos encontrar. La uva, tiene un contenido mucho mayor de polifenoles en relación con otras frutas, dentro de estos compuestos abundan los fenoles y taninos, que se encuentran mayormente en semillas y en hollejos (Flanzy, 2000).

Los contenidos de polifenoles totales serían mayores en los extractos de vino y de semillas, siendo estas cantidades dos veces mayor al contenido de fenoles en hollejos y doce veces más que el encontrado en la pulpa (Da Silva y Stringheta, 2004).

Fenoles totales en hollejo

Los valores de polifenoles totales en el hollejo tienden a presentar una curva doble sigmoidea. Su máximo concentración es a inicios del desarrollo de la baya y va disminuyendo según ésta comienza su madurez y al final, en cosecha, aumenta nuevamente (Kennedy *et al.*, 2000; Flanzy, 2000; Errázuriz, 2003).

El contenido de polifenoles fue notoriamente mayor en el hollejo de variedades tintas, sobre todo en la cepa Cabernet Sauvignon; esta mayor concentración se debe al contenido de antocianos presente en estas variedades (Flanzy, 2000).

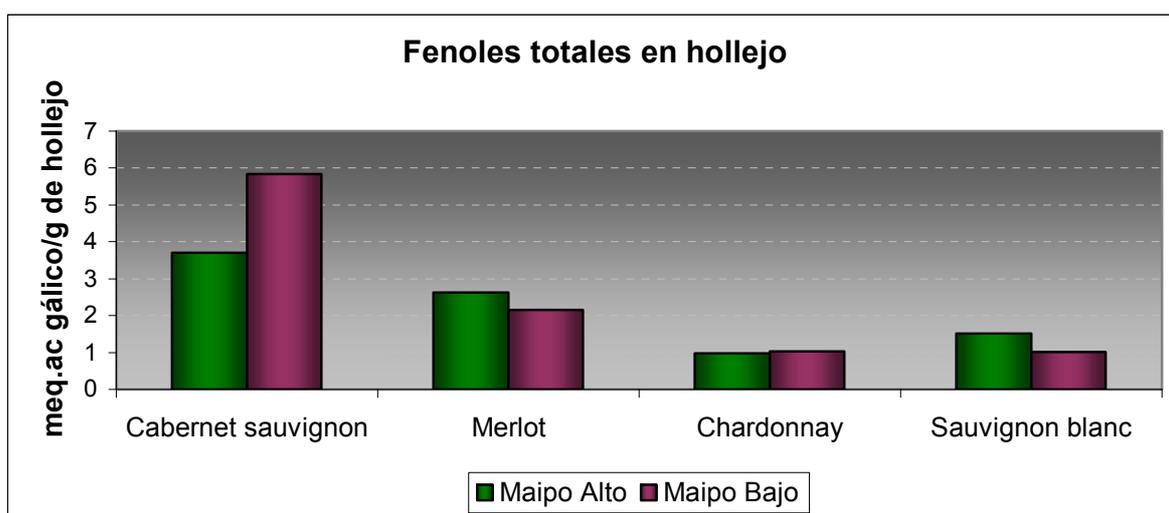


Figura 7. Comparación de polifenoles totales en hollejo al momento de cosecha.

Los antocianos y flavonoles se localizan en las vacuolas de las células del hollejo (y en las de la pulpa para las variedades tintoreras). En el hollejo existe un gradiente positivo de concentración desde el exterior hacia el interior; las células más próximas a la pulpa son las más ricas en antocianos (Flanzy, 2000).

Fenoles totales en semilla

Las concentraciones de polifenoles en semilla es mayor que en hollejo, y en mayor parte lo constituyen taninos (Flanzy, 2000).

Los taninos son abundantes en las pepitas, ya que presentan entre el 50% y el 90% de las proantocianidinas totales (Flanzy, 2000). Los contenidos de fenoles totales en semilla, como se puede apreciar en la Figura 7, son bastante homogéneos entre variedades y entre ubicaciones.

La función de los fenoles en semilla tiene que ver con la etapa de dormancia y viabilidad de ésta, ya que el contenido de fenoles hace a la semilla permeable al agua haciendo posible la germinación (Kennedy *et al.*, 2000).

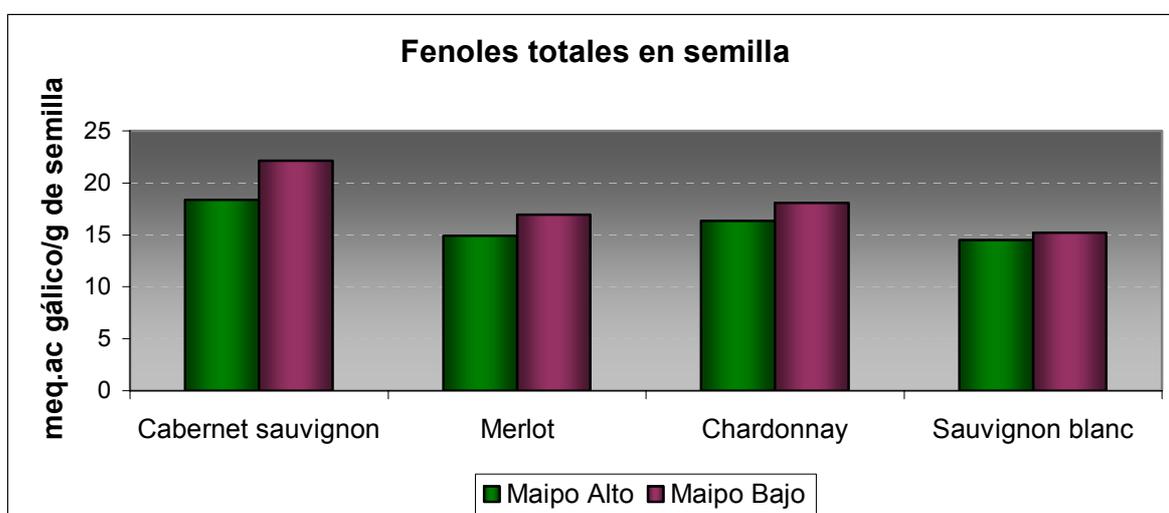


Figura 8. Comparación de polifenoles totales en semilla al momento de cosecha.

Es importante señalar que la concentración de los fenoles en el período de cosecha es muy relevante ya que de ella dependerá la astringencia y el amargor final de los vinos. Además la concentración final de estos puede ser un factor fundamental para la determinación de la fecha de cosecha.

Fenoles totales en vino

El contenido de polifenoles totales en el vino fluctuó entre los 2,97 y 4,55 g/L, como se muestra en la Figura 9, siendo los menores valores los obtenidos por el vino producido por la variedad Sauvignon blanc y los mayores los provenientes del cultivar Cabernet sauvignon. Por lo general las relaciones entre los contenidos de polifenoles en el vino de los distintos cultivares coinciden con los presentados anteriormente en semilla y hollejo, siendo menores en Maipo alto y mayores en las muestras de Maipo bajo.

Coincide también dicha relación, con el contenido de sólidos solubles presentes en las bayas, ya que la cantidad de fenoles totales del vino se sintetiza a partir de azúcares (Taiz y Zeiger, 1991; Flanzy, 2000).

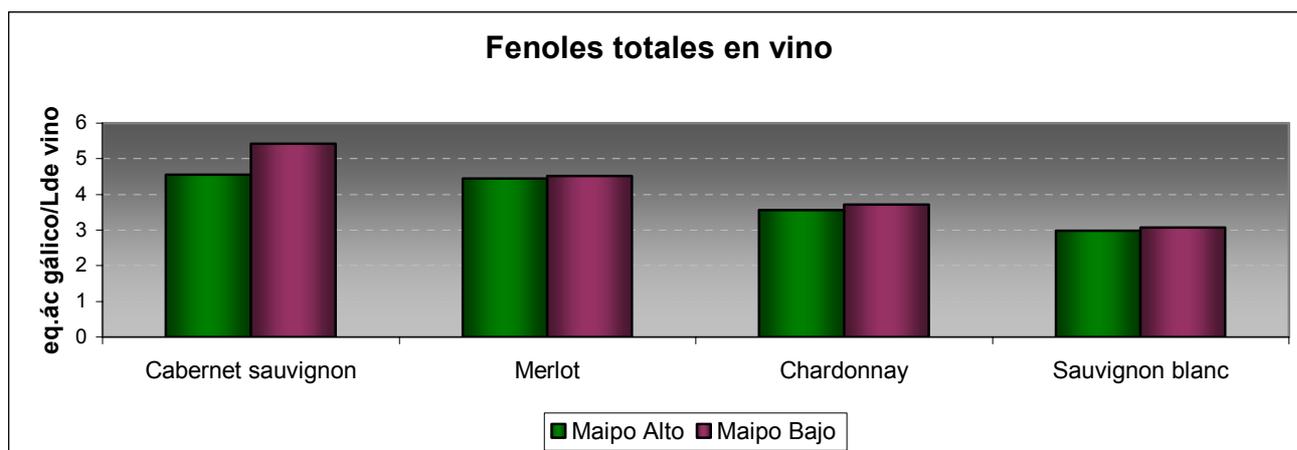


Figura 9. Comparación de polifenoles totales en vinos terminados.

Capacidad antioxidante

Es importante destacar que las determinaciones de capacidad antioxidante realizadas *in vitro*, dan sólo una aproximación de lo que podría ocurrir en situaciones mucho más complejas (*in vivo*), donde ocurre una gran cantidad de reacciones bioquímicas, y en donde los resultados finales de una mezcla están determinados no solamente por la suma de las capacidades

antioxidantes de los compuestos presentes, sino que además, por los variados efectos sinérgicos o inhibitorios que se producen entre esos componentes y el ambiente al cual pertenecen.

Los resultados de la capacidad antioxidante encontrada en los extractos de hollejos y semillas, y en vino de las variedades estudiadas se presentan a continuación en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Valores de C_{50} para semillas, hollejo y vino.

Variedades	Concentración DPPH (g/mL DPPH)		
	Hollejo	Semilla	Vino
Blancas			
Sauvignon blanc ¹	0,412± 0,103*	0,398± 0,033	0,464± 0,008
Sauvignon blanc ²	0,425± 0,098	0,411± 0,055	0,464± 0,009
Chardonnay ¹	0,437± 0,117	0,424± 0,052	0,464± 0,006
Chardonnay ²	0,453± 0,066	0,429± 0,018	0,463± 0,005
Tintas			
Merlot ¹	0,387± 0,051	0,338± 0,004	0,360± 0,112
Merlot ²	0,377± 0,049	0,337± 0,003	0,321± 0,006
Cabernet sauvignon ¹	0,376± 0,071	0,381± 0,157	0,366± 0,133
Cabernet sauvignon ²	0,397± 0,109	0,383± 0,015	0,315± 0,031
Carménère ¹	- **	-	0,354± 0,139
Carménère ²	-	-	0,305± 0,009

**= sólo análisis de vino.

*= ± desviación estándar

¹= Maipo alto

²= Maipo bajo

Las partes sólidas de la baya (hollejos y semilla), mostraron capacidades antioxidantes superiores a los vinos finalmente producidos.

En el Cuadro 2 se aprecian las diferencias entre los valores de capacidad antioxidante C_{50} obtenidos entre las variedades blancas y tintas, siendo mayores los de variedades tintas

(menores valores). Los resultados coinciden con lo publicado por Campos y Lissi (1996), y Sato *et al.*, (1996), quienes compararon capacidades antioxidantes *in vitro* en vino tinto y blanco, siendo superior la encontrada en la cepa tinta.

Según Furhman *et al.*, (2001) el contenido de antioxidantes en uva o vino está en directa relación con el contenido de diferentes polifenoles en ellos. Los contenidos de material polifenólico varían considerablemente de acuerdo al tipo de vino que se tiene, de la uva, variedad, factores ambientales y las técnicas de vinificación (Frankel *et al.*, 1995).

Antioxidantes en hollejo

En los hollejos, el efecto antirradical es mayor en las variedades tintas. Según Flanzky (2000), las concentraciones de antocianos, flavonoles y taninos totales constituyen en cantidad, el mayor porcentaje del contenido fenólico presente en dichas estructuras. En las muestras de hollejo, a pesar de que hubo diferencias entre la capacidad antioxidante obtenida en las diferentes variedades, éstas no son tan amplias como las que se obtuvo entre los vinos. Los valores extremos para esta categoría los tiene la variedad Chardonnay de Casa Rivas, con 0,453 g/mL DPPH y el menor valor fue en Cabernet sauvignon de William Fevre (Maipo alto) con 0,376 g/mL DPPH, y en consecuencia, fue en éste último donde se encontró un mayor efecto antirradical.

Bartolomé *et al.*, (2003) encontraron valores de capacidad antioxidante en extracto de hollejos secos de uvas entre 3,2-11,1 mg/mL DPPH, siendo estos valores influenciados por la variedad, etapa de desarrollo y año de vendimia de la uva, y presentando valores bastante menores a los encontrados en el presente trabajo, por lo que las muestras de las variedades aquí estudiadas representan un mayor poder antirradical.

Una posible razón de los valores altos en hollejos de uva, sería que la incidencia del sol es mayor en las laderas de los cerros, que es donde normalmente se establecen las viñas en nuestro país, por lo que las bayas podrían generar una epidermis más gruesa como defensa

hacia la intensidad lumínica, lo que generaría una mayor concentración de compuestos polifenólicos en ésta. Así lo propone también Mc Donald *et al.*, (1998) que demostraron que los vinos que contienen altas concentraciones de flavonoles, son por lo general derivados de uva con piel gruesa como la Cabernet sauvignon, habiendo observado que vinos chilenos de dicha variedad presentan concentraciones mayores de flavonoles y por lo tanto mayor actividad antioxidante.

Contrario a estos resultados son los que aporta el realizado por Furhman *et al.*, (2001), donde se sostiene que el contenido de polifenoles en hollejos de uvas blancas sería casi tan alto como en las de tintas.

Antioxidantes en semilla

Las semillas en todas las variedades (excepto Cabernet sauvignon del Maipo alto), presentaron las mayores capacidades antioxidantes en el marco de este estudio, con valores superiores a hollejos y a vinos terminados. La semilla es una estructura que concentra en cantidad considerable principalmente taninos condensados, por lo que los valores de capacidad antioxidante serían fuertemente influenciados por la presencia de estos compuestos (Flanzy, 2000). Sineiro *et al.*, (1995) señalan que las semillas de uva contienen además, varios antioxidantes aparte de los polifenoles, como los esteroides y los tocoferoles, los cuales pueden influir también en el nivel de actividad antioxidante. Además, las semillas presentan un alto contenido de compuestos tánicos que representan por si solos un 30% del total de compuestos fenólicos (Furhman *et al.*, 2001).

En semillas, los valores entre variedades fueron aún más cercanos a los observados en hollejos y vinos, encontrándose en Sauvignon blanc de Maipú alto un valor de 0,398 g/mL DPPH, resultado bastante similar al obtenido en Cabernet sauvignon, por lo que se puede deducir que el contenido de compuestos polifenólicos, y por ende, la capacidad antioxidante presentes en las semillas es similar entre cultivares blancos y tintos.

La variedad con mayor capacidad antioxidante en semillas fue Merlot del Maipo bajo, con un valor de 0,337 g/mL DPPH, a diferencia de Chardonnay de Casa Rivas (parte baja del valle) el cual obtuvo la menor capacidad antioxidante.

Estos resultados difieren con los encontrados por Moreno (2004), quien obtuvo valores de 2,0 mg/mL DPPH en semillas de Merlot y Chardonnay.

Antioxidantes en vino

Las diferencias más notables encontradas entre las variedades blancas y tintas se apreciaron en los vinos terminados. En esta categoría se incluyó la cepa Carménère de ambas partes del valle, la cual fue la variedad que mostró una mayor capacidad antioxidante, con un valor de 0,305 g/mL DPPH. Por otro lado, Sauvignon blanc presentó el valor más alto (0,464 g/mL DPPH), por lo tanto, el menor efecto antioxidante.

Estos valores de C_{50} obtenidos coinciden con estudios en vinos realizados por De Whalley *et al.*, (1990), quienes determinaron valores para este parámetro que varían entre 0,1 y 0,5 g/mL, sobre todo para los flavonoles encontrados en el vino.

Dávalos *et al.*, (2003) encontraron valores que fluctuaron entre 94 y 162 g/mL DPPH, siendo la actividad antioxidante en orden decreciente; vinos añejados en barrica, luego vino tinto varietal y por último vino blanco, estos resultados también concuerdan con los obtenidos por Sánchez-Moreno *et al.*, (1999), los que son notoriamente mayores a los encontrados en este estudio.

A una misma concentración de polifenoles totales, la inhibición de la oxidación de las LDL varía desde 37-65% en vinos tintos y 27-46% en vinos blancos (Frankel *et al.*, 1995). Esta diferencia implicaría que los compuestos polifenólicos predominantes en los vinos tintos son comparativamente antioxidantes más eficientes que los encontrados en vinos blancos. No obstante lo anterior, al parecer los polifenoles no son el único factor determinante de la

actividad antioxidante, tal como lo demostraron Larrauri *et al.*, (1997) que encontraron contenidos de polifenoles de 9,2 y 5,3% en semilla y hollejo de uva blanca respectivamente, que fueron mayores a los encontrados en piel de uva tinta (2,1%), teniendo esta última una mayor capacidad antioxidante.

Además se ha demostrado que el contenido de alcohol en el vino hace posible una mayor extracción de los compuestos fenólicos desde las pieles, y por lo tanto, en el vino se encuentran más polifenoles disponibles y una mayor capacidad antioxidante (Furhman *et al.*, 2001).

Por otro lado Vinson *et al.*, (1995) demostraron que el vino blanco era mejor inhibidor de la oxidación de las LDL que el vino tinto comparando ambos vinos en una base de iguales contenidos polifenólicos. Estos resultados fueron confirmados por Lamuela-Raventos y De la Torre-Boronat (1999), quienes afirman que los fenoles del vino blanco tienen una capacidad antioxidante que se puede comparar con los de los vinos tintos. Aunque otros estudios dieron como resultado que sólo en parte los vinos blancos pueden funcionar como buenos sustratos antioxidantes (Cui *et al.*, 2002).

La única diferencia entre los vinos blancos y tintos es el contenido fenólico, que es 20 veces más alto en vino tinto (Frankel *et al.*, 1995). Por lo tanto la actividad antioxidante más fuerte del vino tinto es proporcional a su concentración más alta de compuestos fenólicos. Sin embargo, Campos *et al.*, (2002), lograron similares características antioxidantes entre un vino tinto y uno blanco, al fermentar a éste último bajo un fuerte proceso de extracción junto a las partes sólidas de la baya. En este caso, y sobre la base de un similar aporte antioxidante de las semillas, el efecto antioxidante logrado por la variedad blanca proviene de un mayor contenido de flavonoles y taninos totales de los hollejos, compuestos a los cuales se les ha atribuido una potente actividad antioxidante (Frankel *et al.*, 1993).

Por todo lo anterior, se puede deducir que hollejos y semillas tienen un gran aporte de capacidad antioxidante y cumplen una función muy importante durante la maceración, dentro del proceso fermentativo, influyendo así dentro de la capacidad antioxidante de un vino, y a

pesar de que las semillas presentan la mayor actividad antioxidante. Según Frankel *et al.*, (1995), son los hollejos los que aportan las fracciones fenólicas que poseen el mayor efecto antioxidante, esto es mayormente por la cantidad de hollejo que se puede encontrar en un racimo de uva, que en peso fresco sería de cuatro a ocho veces mayor que el peso de las semillas (Flanzy, 2000), y por lo tanto presentarían mayor cantidad de compuestos fenólicos lo que derivaría en una mayor capacidad antioxidante entregada al mosto durante la maceración.

Correlación DPPH-Polifenoles

Por medio de una operación de coeficiente de regresión se analizaron todas las muestras de DPPH de cada variedad con su correspondiente en contenido de polifenoles totales, obteniendo R^2 igual a 1 en cada caso, lo que demuestra una correlación perfecta entre el contenido de polifenoles y la capacidad antioxidante presente en las distintas secciones analizar (hollejo, semilla y vino).

Fibra dietética

Los resultados obtenidos de fibra dietética en subproductos de la elaboración de vino (hollejos y semillas) se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Contenidos de fibra dietética en orujos de uva vinífera

Variedades	IFD (%)	SFD (%)	TFD (%)	IFS/SFD
Blancas				
Chardonnay ¹	41,54 ±3,15*	9,78 ±2,89	51,31 ±3,04	4,25
Chardonnay ²	37,06 ±3,37	10,37 ±0,33	47,43 ±3,71	3,57
Sauvignon blanc ¹	50,55 ±1,01	10,43 ±0,58	60,98 ±1,58	4,85
Sauvignon blanc ²	43,08 ±1,08	10,35 ±0,87	53,43 ±1,95	4,16
Tintas				
Cabernet sauvignon ¹	69,73 ±1,94	7,78 ±0,46	77,5 ±2,39	8,96
Cabernet sauvignon ²	67,63 ±2,72	5,70 ±0,96	73,33 ±3,67	11,86
Merlot ¹	61,29 ±0,14	7,02 ±0,53	68,30 ±0,67	8,73
Merlot ²	69,48 ±1,28	7,57 ±1,15	77,05 ±2,43	9,18
Carménère	68,46 ±0,91	7,03 ±2,66	75,48 ±3,56	9,74

IFD: fibra dietética insoluble; SFD: fibra dietética soluble; TFD: fibra dietética total

*= ± desviación estándar

¹= Maipo alto

²= Maipo bajo

Los contenidos de fibra soluble e insoluble variaron, en los seguimientos realizados en este estudio, según la presencia o no de compuestos antociánicos en las bayas. Las variedades tintas poseen un mayor contenido de fibra dietaria insoluble respecto al contenido de fibra soluble, mientras que en variedades blancas aunque se muestra el mismo fenómeno, los contenidos de fibra dietaria soluble son mayores que en las variedades tintas.

Los valores para fibra dietaria insoluble fueron en promedio de todas las muestras analizadas, de 58,22± 1,82%, siendo mayor para uvas de variedades tintas, que obtuvieron un promedio de 67,32± 1,4% con un máximo de 69,73± 1,94% para las muestras de la variedad

Cabernet sauvignon en el Maipo alto y un mínimo de $61,29 \pm 0,14\%$ para las muestras del cultivar Merlot de la misma ubicación dentro del valle.

Para variedades blancas, Chardonnay y Sauvignon blanc, el promedio de fibra insoluble fue de $43,1 \pm 2,5\%$, presentando el mayor valor la variedad Sauvignon blanc del Maipú alto con un $50,55 \pm 1,01\%$ y el menor las muestras de la cepa Chardonnay de la parte baja del valle del Maipo.

Los componentes de la fibra insoluble son mayormente, celulosa, que se encuentran representando entre 20-30% y 40-90% del peso seco de las paredes primaria y secundaria, respectivamente (Manrique y Lajolo, 2001), hemicelulosa y lignina (Hernández-Unzón y Gallardo-Navarro, 1998) formando parte de las paredes de las células de la piel de las bayas (Albersheim *et al.*, 1996).

Las razones para estos resultados podría deberse a que generalmente la piel de las bayas de variedades tintas es más gruesa, así lo concluyen también Mc Donald *et al.*, (1998). Esto hace que la dermis esté compuesta por un mayor número de células, por lo que se puede deducir que el contenido de los componentes de la fibra insoluble sería mayor y por lo tanto se obtiene un mayor porcentaje de ésta. Esto de acuerdo con los resultados del Cuadro 3.

Además los orujos de uvas tintas utilizados en este trabajo, se obtuvieron después de la vinificación, por lo que podría pensar, que los componentes de la fibra insoluble no son eliminados al medio acuoso durante la fermentación o lo son en menor medida, ya que son compuestos no hidrosolubles, a diferencia de los componentes de la fibra soluble, lo que coincide con estudios realizados por Manrique y Lajolo (2001).

En fibra dietaria soluble los valores promediados fueron $8,2 \pm 1,2\%$, siendo mayores en este caso los valores obtenidos por las variedades blancas, obteniendo el mayor resultado la variedad Sauvignon blanc del Maipú bajo con un $10,35 \pm 0,87\%$ y el menor el Chardonnay de William Fevre en la parte alta del valle del Maipo con un $9,78 \pm 2,89\%$. Los valores de las variedades tintas fueron las siguientes; como promedio obtuvieron un $7,0 \pm 1,2\%$ y el más alto

valor lo tuvo el Cabernet sauvignon de la parte alta del valle y el menor lo alcanzó la misma variedad (Cabernet sauvignon) pero de la parte baja del valle del Maipo, con un $7,78 \pm 0,46$ y un $5,71 \pm 0,96\%$ respectivamente.

Los mayores contenidos de fibra soluble en variedades blancas se deben principalmente a que los componentes de estas fibras, pectinas, gomas y mucílagos (Hernández-Unzón y Gallardo-Navarro, 1998), son solubles en agua y además forman parte de las paredes celulares primarias de las plantas (Albersheim *et al.*, 1996), y se encuentran también en la capa intercelular de ellas. Se encuentran en forma abundante formando parte de tejidos blandos, pero además existe una escasa cantidad de pectinas en tejidos duros y leñosos (Rojas-Hidalgo, 1998).

Durante la vinificación de vinos blancos, a diferencia de tintos, se realiza un prensado previo a la fermentación, donde se elimina mayormente el mosto de las uvas y el orujo resultante no se vuelve a utilizar (Flanzy, 2000). Esto hace que las sustancias hidrosolubles de la fibra dietética queden en los hollejos y se han podido detectar en mayor cantidad en el análisis de fibra soluble. Cabe señalar que la fibra soluble, si bien es soluble en agua o en medios acuosos, precipita en medios alcohólicos a temperatura ambiente (Manrique y Lajolo, 2001), por lo que el vino no sería una buena fuente de este tipo de fibra.

Por lo tanto los valores de fibra dietética total, que tuvo un promedio de $63,42 \pm 2,63\%$ entre todas las muestras analizadas, tuvo un máximo en las variedades tintas con un $74,33 \pm 2,54\%$ siendo el mayor valor el de Cabernet sauvignon de William Fevre en la parte alta del valle del Maipo, seguido por el Merlot de Casa Rivas en la menor altura del valle, el menor valor fue para Merlot ubicado en las laderas de la cordillera, a una altura mayor con $68,3 \pm 0,7\%$, en el caso de las cepas blancas, estas obtuvieron como promedio $53,24 \pm 2,78\%$ cuyo mayor valor se encontró en el Sauvignon blanc de la parte superior del valle con un resultado de $60,98 \pm 1,58\%$ y el menor en Chardonnay del bajo Maipo con $47,43 \pm 3,71\%$.

Respecto a la fibra dietética total presente en la materia residual de la uva luego de la vinificación (hollejo y semillas), se pudo demostrar que la cantidad de esta se encuentra más

concentrada en las variedades tintas, no encontrándose mayor diferencia entre las ubicaciones altas o bajas del valle del Maipo.

Los contenidos de fibra dietaria son variables en la literatura. Valiente *et al.*, (1995), encontraron en orujos de la variedad Airén, cantidades de fibra total cercanos al 80% siendo significativamente mayor el contenido de fibra insoluble, constituida mayormente por azúcares neutrales, lo que se asemeja al contenido de fibra total encontrado en los orujos de variedades tintas.

Los contenidos de fibra dietética tanto soluble como insoluble en los granos de uva no son relevantes y además no son aprovechados por el organismo; sin embargo, los valores obtenidos en los orujos deshidratados del desecho de la vinificación dieron valores altos, lo que es de gran importancia para la elaboración de suplementos alimenticios con alto contenido en fibra, ayudando a llegar al consumo requerido que serían de 25 a 30 g por día, logrando disminuir problemas como el colesterol alto y estreñimiento principalmente (Periago *et al.*, 1993).

Además, se ha insistido que el consumo de esta dosis diaria de fibra debe provenir de alimentos comunes (cereales, granos enteros, hortalizas y frutas) y evitar usar preparados específicos, también se recomienda que la relación componentes insolubles/solubles de la fibra, sea de 3/1 (Rojas-Hidalgo, 1998), resultados que en este caso no se cumplieron, ya que la relación entre las fibras fue mucho mayor.

Diversos estudios han dado cuenta que el contenido de fibra insoluble y soluble en uva, es de un 2,09 y 0,95% respectivamente, en el caso de uva pasa con solo un 20,2% de humedad y en base a peso seco (Miranda, 1990) y de la uva propiamente tal, con una humedad que alcanza a un 80,7%, el contenido de fibra total es de 1,3% en base húmeda. Pak (2001), encontró valores de fibra para uva que fluctuaron entre 1 a 3,1%. Estos valores, en general, no son muy significativos, si requerimos un aporte importante en fibra.

En cambio, dado los resultados obtenidos en esta investigación, utilizando los productos de desecho de la vinificación se obtienen valores de fibra que son muy superiores a los descritos anteriormente, teniendo un promedio de 58,22% en fibra dietética insoluble y un 8,21% en fibra soluble.

Por lo general, los vegetales contienen cantidades apreciables de compuestos polifenólicos, puede ser debido a la presencia de estos que se encuentran semejanzas entre las características de los componentes de la fibra dietética y los polifenoles, junto con la evidencia analítica de la presencia de polifenoles en residuos de fibra dietética, sugieren que estos compuestos se consideren como componentes de dicha fibra (Bravo *et al.*, 1994).

Y como los polifenoles son parte de la fibra dietaria, se puede deducir que la cantidad de fibra total es mayor en cepas de uva tinta, ya que el contenido de compuestos polifenólicos es mayor en las uvas de esas variedades frente a las de variedades blancas (Cheynier y Teissedre, 2000).

También se pudo demostrar que en la fibra contenida en la uva existe un alto poder antioxidante, por lo que se podría hablar de una fibra dietética antioxidante. En efecto se ha desarrollado un producto denominado Vitis Fibre, que sería fibra antioxidante. Corresponde a una fibra rica en polifenoles obtenida a partir de subproductos de la vinificación y de diferentes fracciones de uva (CSIC-El granero integral, 1997; Saura-Calixto, 1998).

Propiedades funcionales de la fibra

Capacidad de retención de agua: Los valores de CRA obtenidos en hollejo seco de uva (Cuadro 5), son inferiores a los obtenidos en vegetales en general, que son de 12,8- 18,2 mL/g (Femenia *et al.*, 1997). También se observa que las variedades blancas tienen un mayor CRA que las variedades tintas, confirmandose la asociación con una mayor cantidad de fibra dietaria soluble. Esta diferencia se puede atribuir a la variación entre especies vegetales, condiciones del proceso de purificación (tiempo, temperatura, tipos de solvente) y

composición de la fibra (contenido de fibra dietaria soluble (SFD) y compuestos solubles remanentes). La pérdida de un alto contenido de azúcar en el proceso de purificación influye en el valor del CRA, debido a que azúcares como sacarosa y azúcares reductores, como glucosa y fructosa, ayudan a retener el agua (higroscopicidad).

Es por eso que los mayores valores de CRA presentados por las variedades blancas, pueden deberse al mayor contenido de azúcar presente en los orujos al momento de la medición, ya que éstos provienen de la vinificación y en las variedades blancas este proceso no involucra los hollejos ni semillas, por lo que la sacarosa no se degrada y permanece en los orujos (Flanzy, 2000).

Cuadro 4. Propiedades funcionales de las fibras

Variedades	CRA (mL/g)	Hinchamiento (mL/g)	CAG (g/g)	S (%)
Blancas				
Chardonnay ¹	1,28± 0,38*	2,60± 0,57	3,840± 0,08	50,16± 0,71
Chardonnay ²	1,14± 0,16	2,60± 0,14	3,568± 0,09	45,58± 0,73
Sauvignon blanc ¹	1,23± 0,33	2,65± 0,21	3,981± 0,02	38,83± 0,71
Sauvignon blanc ²	1,13± 0,18	2,60± 0,25	3,785± 0,06	35,94± 0,75
Tintas				
Cabernet sauvignon ¹	0,95± 0,07	2,45± 0,21	3,97± 0,39	17,13± 0,89
Cabernet sauvignon ²	1,08± 0,24	2,60± 0,14	3,83± 0,44	18,35± 0,04
Merlot ¹	1,15± 0,21	2,75± 0,64	3,87± 0,41	20,96± 0,03
Merlot ²	1,03± 0,29	2,95± 0,35	3,79± 0,10	14,95± 0,32
Carménère	1,17± 0,31	2,75± 0,35	3,94± 0,08	18,47± 0,70

CRA: Capacidad de retención de agua; CAG: Capacidad de adsorción de grasa; S: Solubilidad

*= ± desviación estándar

¹= Maipo alto

²= Maipo bajo

Considerando la CRA de los hollejos, en donde el menor valor lo presentó Cabernet Sauvignon del Maipo alto (variedad tinta), con 0,95mL/g y un IFD de alrededor de 69% y el mayor en Chardonnay de la misma locación (cepa blanca), con 1,23mL/g y IFD mayor a 50% y de acuerdo a lo investigado por otros autores en fibras similares ricas en IFD, los hollejos de las uvas estudiadas presentarían efectos fisiológicos similares, pero en menor intensidad.

Hinchamiento: Esta propiedad está influenciada por la temperatura de secado en la materia prima (frutos) y en la obtención de la fibra total. Femenia *et al.*, (1997), encontraron que valores de hinchamiento de 4,2 mL/g, en muestras de fibra de vegetales secados a más de 75°C, eran hasta cuatro veces menores que aquellas fibras tratadas a temperaturas inferiores a 40°C. Esto puede explicar los bajos valores obtenidos en hollejo de uva (Cuadro 4), fluctuando entre 2,45mL/g en Cabernet Sauvignon alto y 2,95mL/g en Merlot bajo, los que fueron secados a una temperatura de 105°C.

Otros valores obtenidos para hinchamiento son los obtenidos por Tamayo y Bermúdez, (1998) en desechos de la industria de jugo de naranja con 8,11 mL/g y 9,15 mL/g en fibra de maracuyá (Baquero y Bermúdez, 1998).

Capacidad de adsorción de grasa: Femenia *et al.*, (1997), reportaron valores de CAG inferiores a 2 g/g para frutas, vegetales y leguminosas, y de 2-4 g/g para cereales. Los valores obtenidos en hollejo de uva fueron bastante homogéneos entre variedades (Cuadro 4), y son comparables a los descritos para cereales. Esta propiedad es muy importante cuando se desea enriquecer un alimento alto en grasas y aceites o en productos diseñados para regular la eliminación de lípidos vía gastrointestinal.

Solubilidad: En este estudio las solubilidades fueron notoriamente mayores en las variedades blancas (Cuadro 4), con un promedio de 44,86%, frente a un valor cercano al 18% obtenido por las cepas tintas, el mayor valor lo obtuvo Chardonnay alto con 50,16% , y Merlot bajo fue el menor con 14,95%.

Propiedades físicas asociadas a fluidez

En general los valores obtenidos en variedades blancas en densidad aparente, son mayores a los encontrados en las cepas tintas (Cuadro 5). Esto se puede atribuir a que la obtención de orujos de uvas blancas se realiza antes de la fermentación, por lo que, se conserva una gran cantidad de azúcares, componentes de mayor densidad, aumentando la densidad de la fibra. Estas modificaciones de masa y densidad afectan el resto de propiedades relacionadas como tiempo y velocidad de vaciado.

Cuadro 5. Propiedades físicas asociadas a fluidez.

Variedades	Densidad aparente (g/mL)	Densidad asentamiento (g/mL)	Tiempo vaciado (s)	Velocidad vaciado (g/cm ² x s)	Angulo reposo (°)
Blancas					
Chardonnay ¹	0,54± 0,01*	0,67± 0,09	2,34± 0,06	12,37± 0,33	25,47± 1,11
Chardonnay ²	0,53± 0,02	0,67± 0,03	2,39± 0,33	12,23± 1,71	26,89± 1,32
Sauvignon blanc ¹	0,57± 0,02	0,74± 0,01	2,54± 0,04	11,37± 0,19	28,01± 0,01
Sauvignon blanc ²	0,53± 0,02	0,68± 0,01	2,48± 0,08	12,00± 0,35	26,97± 0,58
Tintas					
Cabernet sauvignon ¹	0,51± 0,02	0,67± 0,01	3,99± 0,05	7,25± 0,09	37,97± 0,92
Cabernet sauvignon ²	0,48± 0,05	0,60± 0,05	2,81± 0,04	10,28± 0,16	33,46± 1,85
Merlot ¹	0,51± 0,02	0,66± 0,07	2,98± 0,06	9,69± 0,18	32,95± 0,02
Merlot ²	0,49± 0,03	0,59± 0,04	3,34± 0,38	8,71± 0,99	34,61± 1,35
Carménère	0,48± 0,04	0,63± 0,02	3,03± 0,09	9,55± 0,31	34,05± 0,51

*= ± desviación estándar

¹= Maipo alto

²= Maipo bajo

Las densidades aparentes obtenidas en todos los casos, son similares a las obtenidas en fibra de piña que fue de 0,426 g/mL (Larrauri *et al*, 1995) y en salvado de cebada de 0,478

g/mL (Lajolo *et al.*, 2001) y podría reflejar que, independientemente de la fuente de fibra, existe un rango que varía entre 0,4 y 0,5 g/mL, que permitiría una fluidez aceptable.

La densidad de asentamiento, tanto en variedades blancas como en tintas, es superior a la densidad aparente, debido a una reducción del volumen luego de la agitación. Un valor similar se obtuvo en la fibra de piña con 0,526 g/mL (Larrauri *et al.*, 1995).

En cuanto a velocidad y tiempo de vaciado, estudios realizados en fibra de piña registraron valores de $10,47 \text{ g cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y de 2,3 s respectivamente (Larrauri *et al.*, 1995), resultados similares a los obtenidos en hollejos de uva, que en variedades blancas fueron en promedio $11,99 \text{ g cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y un tiempo de 2,42 s, mientras que los valores obtenidos en las variedades tintas fueron respectivamente $9,09 \text{ g cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y 3,23 s. En tanto, los ángulos de reposo, presentaron valores muy similares entre sí y comparados con la fibra de piña ($32,1^\circ$), valores cercanos a 30° son ideales para el envasado y una fluidez aceptable (Larrauri *et al.*, 1995), aunque las variedades blancas presentaron resultados un poco menores con un promedio de $26,79^\circ$.

Correlación antioxidantes-fibra dietaria

Se hizo una correlación entre el contenido de fibra total presente en los hollejos de la uva con los valores obtenidos de DPPH también en hollejo y se obtuvo un R^2 igual a 0,94 lo que es bastante bueno y de esta forma se pudo demostrar, para este estudio, que la relación es directamente proporcional, encontrándose un mayor contenido de fibra en orujos con alta concentración de fenoles totales y viceversa, por lo que se podría deducir que una parte importante de la fibra dietética presente en los orujos de las uvas está compuesta de polifenoles y estos a su vez son una fuente importante de antioxidantes.

Así se observa en los Cuadros 2 y 4 en donde las variedades tintas presentan una menor concentración DPPH y un mayor contenido de fibra total respectivamente.

CONCLUSIONES

- Por medio de una correlación realizada a los cultivares estudiados por separado, se pudo observar que la capacidad antioxidante de las muestras de las variedades estudiadas, va en directa relación con el contenido de compuestos polifenólicos encontrados en ellas. Esta misma relación se pudo establecer entre los contenidos de fenoles y la capacidad antioxidante de las semillas, hollejos y vino terminado. Se pudo establecer, además, que las variedades tintas, Cabernet Sauvignon, Merlot y Carmenère tendrían un mayor efecto antirradical que las cepas blancas usadas en el estudio, Sauvignon Blanc y Chardonnay. Por lo que se puede afirmar que el consumo moderado de vino, sobretodo tinto, tendría un efecto antioxidante mayor.
- El contenido de fibra dietaria total en orujos de uva fue marcadamente mayor en variedades tintas, aunque proporcionalmente las cepas blancas obtuvieron un mayor contenido de fibra soluble. Las fibras se podrían considerar como parte de los compuestos polifenólicos de la uva y así obtener productos denominados fibra antioxidante como subproducto de la vinificación, ya que el contenido de fibra encontrado en este estudio fue de casi un 60%, y debido a las grandes cantidades de orujo producido anualmente por la industria enológica, se podría pensar en un mercado promisorio para productos de este tipo en los próximos años. También se realizó una correlación entre el contenido de fibra y la capacidad antioxidante, obteniendo un valor muy cercano a uno lo que demuestra la relación entre ellas.
- En general en orujos de uvas se encontró un alto contenido de fibra dietaria, que estaba constituido en gran parte por polifenoles los que a su vez presentaron una buena capacidad antioxidante.

LITERATURA CITADA

ALBERSHEIM, P., DARVILL, A.G., O'NEILL, M. A., SCHOLS, H. A. y VORAGEN, A.G. J. 1996. The same six polysaccharides are components of the primary cell walls of all higher plants. *Progress in biotechnology. Pectins and pectinases*. Elsevier, Amsterdam. 14: 47-55.

ALONSO, J. 2000. La uva. [en línea] disponible en: <<http://webs.uolsinetis.com.ar/fitomedicina/RevMonografiaSolotxt.html>> (consulta: 12 Noviembre 2002).

BAQUERO, C. y BERMÚDEZ, A. S. 1998. La cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) una posible fuente de fibra dietaria para la industria de alimentos. En: LAJOLO, F. y WENZEL DE MENEZES, E.(Ed.) *Fibra dietética vol.2*. Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo, México D. F. 286 p.

BARTOLOMÉ, B., NUÑEZ, V., MONAGAS, M. y GÓMEZ-CORDOVÉS C. 2004. In vitro antioxidant activity of red grape skins. *European Food Research and Technology*. 218(2): 173-177.

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

BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M. E., BERSSET, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm-Wiss. U. Technol.* (28): 25-30.

BRAVO, L. 1999. Propiedades y aplicaciones de la fibra de algarrobo. (*Prosopis pallida* L.)*Rev. Alimentaria* 62 (3): 25-29.

BRAVO, L., ABIA, R. y SAURA-CALIXTO, F. 1994 a. Polyphenols as dietary fiber associated compound. Comparative study on in vivo and in vitro properties. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1481-1487.

BUSTAMANTE, S. E., MUÑOZ, J., GALLARDO, R., FIGUEROA, H., MORALES, M. A. 2001. El extracto de *Vitis vinifera* revierte la disfunción vascular aórtica inducida por diabetes en ratas. *Actas del tercer congreso internacional de fitoterapia y técnicas afines*. Ciudad de Oviedo, España. 22-24 de Noviembre 2002. [en línea] disponible en: <<http://farmafitolab.med.uchile/fitofarmacologia/papers/oviedo.pdf>> (consulta: 4 Agosto 2003).

CAMPOS, A. M. y LISSI, E. 1996. Total antioxidant potential of Chilean Wines. *Nutrition Research*. 16: 385-389.

CAMPOS, A., SOTOMAYOR, C. y GREEN, C. 2002. Effect of processing on antioxidant properties of white wine. En: *Wine and health international congress*. Vinsalud Chile 2002, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile 20-23 October 2002. Santiago, Chile. 96 p.

CAPREZ, A., ARRIGONI, E., AMADO, R. y NEUKOM, H. 1986. Influence of diferent type of thermal treatment on the chemical composition and physical properties of wheat brand. *Journal of cereal science*. 4: 233-239.

CIUDAD, C. y VALENZUELA, J., 2002. Antioxidantes en uvas viníferas y vino. *Tierra adentro* 42: 22-23.

CSIC-El Granero Integral. 1997. Concentrado de fibra dietética antioxidante natural de uva y su procedimiento de obtención. Patente española.

CUI, J., TOSAKI, A. CORDIS, G. A., BERTELLI, A. E., MAULIK, N. Y DAS, D. K. 2002. Cardioprotective Abilities of White Wine *Annals of the New York Academy of Sciences* 957:308-316.

CHEYNIER, V. y TEISSEDE, P. L. 2000. Tablas de composición de polifenoles. En: FLANZY, C. 2000. Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. A. Madrid Vicente, Ediciones; Ediciones Mundi-Prensa. 783 p.

DANISCO. Sweeteners. 2003. efecto de la ingestión de polidextrosa sobre las funciones fisiológicas. Technical memo. www.daniscosweeteners.com.

DA SILVA, P. C. F. y STRINGHETA, P. C. 2004. Evaluation of the total antioxidant activity and DPPH radical scavenging activity of the Cabernet Sauvignon grape fractions and of the respective elaborated wine. Dep. Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Av PH Rolfs Campus Universitário Viçosa - MG, Viçosa, 36571-000, Brazil. [en línea] disponible en: <http://ift.confex.com/ift/2004/techprogram/paper_25903.htm> (consulta: 14 Agosto 2004).

DÁVALOS, A., GÓMEZ-CORDOVÉS, C. y BARTOLOMÉ, B. 2003. Commercial Dietary Antioxidant Supplements Assayed for Their Antioxidant Activity by Different Methodologies. J. Agric. Food Chem. 51(9): 2512-2519.

DE WHALLEY, C.V., RANKIN, S., HOULT, J. R., JESSUP, W. y LEAKE, D.S. 1990. Flavonoids inhibit the oxidative modification of low density lipoproteins by macrophages. Biochem. Pharm. 39: 1743-1751.

DUQUE, R. L., GALLARDO, N. Y., SANTOYO, M. A. y SANCHEZ, P. M. E. 1998. Efecto fisiológico de seis tipos de fibras dietéticas sobre el volumen fecal en ratas wistar. En: fibra dietaria. CYTED. Editora. IPN. México. 282 p.

ERRAZURIZ, S. 2003. Caracterización de la composición fenólica de las bayas del cv. Merlot provenientes de dos zonas en los valles del Maipo y Cachapoal. Memoria de Título Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 89 p.

- FEMENIA, A., LEFEBRE, C., THEBAUDIN, Y., ROBERTSON, J. A. y BOURGEOIS, M. 1997. Physical and sensory properties of model foods supplemented with cauliflower fiber. *Journal of food science* 62 (4): 635-639.
- FERREIRA, R., SELLÉS, G., VALENZUELA, J., 2002. Para modificar cualidades del vino. *Tierra adentro* 42: 13-15.
- FLANZY, C. 2000. *Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos*. A. Madrid Vicente, Ediciones; Ediciones Mundi-Prensa. 783 p.
- FLEURY, N y LAHAYE, M. 1991. Chemical and physico-chemical characterisation of fibres from *laminaria digitata* (kombu breton): a physiological approach. *Journal of the science of food and agriculture* 33: 389-400.
- FRANKEL, E. N., KANNER, J., GERMAN, J. B., PARKS, E. y KINSELLA, J. E. 1993. Inhibition of oxidation of human low-density lipoprotein by phenolic substances in red wine. *Lancet*. 341:454-457.
- FRANKEL, E. N., WATERHOUSE, A. L. y TEISSEDE, P. L. 1995. Principal phenolic phytochemical in selected california wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins. *J. Agric. Food Chem.* 43: 890-894.
- FURHMAN, B., VOLKOVA, N., SURASKI, A. y AVIRAM, M. 2001. White wine with red wine-like properties: Increased extraction of grape skin polyphenols improves the antioxidant capacity of the derived white wine. *J. Agric. Food Chem.* 49: 3164-3168.
- GALLAGHER, D. y SCHNEEMAN, B. O. 2001. Dietary fiber. in: ekhard E. Ziegler. Ed. *Present knowledge in nutrition*, 8º Edition. Washington DC. OMS: 83-91.
- GARCIA-BARCELO, J. 1990. *Técnicas analíticas para vinos*. Ediciones FAB. Barcelona, España. 1713 p.

GREGORY V. 2000. Climate influences on grapevine phenology, grape composition, and wine production and quality for Bordeaux, France. *Am. J. Enol. Vitic.* 51(3).

HERNÁNDEZ-UNZÓN, H y GALLARDO-NAVARRO, Y. 1998. Composición parcial de polisacáridos de fibra de chayote, brócoli y mamey. *Temas de tecnología de los alimentos. Fibra dietaria*, CYTED. México, D.F., México. 287: 43-53.

JANG, M., CAI, L., UDEANI, G. O., SLOWING, K.V., THOMAS, C.F., BEECHER, C.W.W., FONG, H.H.S., FARNSWORTH, N.R., KINGHORN, A.D., MEHTA, R.G., MOON, R.C. y PEZZUTO, J.M. 1997. Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes. *Science* 275:218-220.

KENNEDY, J., TROUP, G., PILBROW, J., HUTTON, D., HEWITT, D., HUNTER, C., RISTIC, R., ILAND, P. y 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.

KINSELLA, J. E., FRANKEL, E., GERMAN, B. y KANNER, J. 1993. Possible mechanisms for the protective role of antioxidants in wine and plant foods. *Food Technol.* 47, 85-89.

LAJOLO, F., SAURA-CALIXTO, F., WITTIG DE PENNA, E., WENZEL DE MENESES, E. 2001. *Fibra dietética en iberoamérica: Tecnología y salud*. Ed. Librería Varela. 469 p.

LAMUELA-RAVENTOS, R. M. y DE LA TORRE-BORONAT, M. C. 1999. Beneficial effect of white wines. *Drugs Exp. Clin. Res.* 25: 121-124.

LARRAURI, G. J. A., BORROTO, L. B., PERDOMO, U. y TABARES, Y. 1995. Elaboración de una bebida en polvo basada en fibra dietética: FIBRALAX. *Rev. Alimentaria.* 3: 23-25.

LARRAURI, J. A., RUPEREZ, P. y SAURA CALIXTO, F. 1997. Antioxidant activity in wine pomace. *Am. J. Enol. Vitic.* 4: 369-372.

LEE, S., PROSKY, L. y DE VRIES, J. 1992. Determination of total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods- enzymatic- gravimetric methods, MES-TRIS buffer: collaborative Study. *Journal of A.O.A.C: International*. 75(3):395-416

LEIGHTON, F. 2002. Proyecto ciencia, vino y salud. [en linea] disponible en: <http://www.bioplanet.net/magazine/bio_mayjun_2002/bio_2002_mayjun_desarrollo1.htm> (consulta: 12 Noviembre 2002).

LEIGHTON, F. y URQUIAGA, Y. 2000. Alimentación, antioxidantes y envejecimiento. Programa para el adulto mayor, Pontificia Universidad Católica de Chile. 137 p.

LYNN, C. L. 2003. La fibra dietaria. [en linea] disponible en: <http://www.telemedik.com/articulos/La%20fibra%20dietaria.htm> (consulta: 17 Mayo 2004).

MANRIQUE, G. D. y LAJOLO F. M. 2001. Maduración, almacenamiento y procesamiento de frutas y vegetales: modificaciones en los componentes de la fibra soluble. En: LAJOLO, F., SAURA-CALIXTO, F., WITTIG DE PENNA, E., WENZEL DE MENESES, E. 2001. Fibra dietética en iberoamérica: Tecnología y salud. Ed. Librería Varela. 469 p.

MARTINEZ DE TODA, F. 1991. Biología de la vid. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 346p.

MCDONALD, M. S., HUGHES, M., BURNS, J., LEAN, M. E. J., MATTHEWS, D. y CROZIER, A. 1998. Survey of the Free and Conjugated Myricetin and Quercetin Content of Red Wines of Different Geographical Origins. *J. Agric. Food Chem.* 46(2): 368 – 375.

MESEGUER, I., MARTÍNEZ, M. y FARRE, R. 1997. La fibra dietaria: definición, propiedades y composición. Departamento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad de Alcalá. *Medicina clínica*. 19(16):641-644.

MIRANDA, A. 1990. Determinación del contenido de fibra soluble e insoluble en 60 alimentos Proyecto de investigación 235/88 U. A. E. M. Toluca Edo. de Mex. [en línea] disponible en: <www.uaemex.mx/fmedicina/articulos/fibra.pdf> (consulta: 8 Mayo 2004).

MORENO, M. 2004. Efecto de la composición fenólica sobre la capacidad antioxidante *in vitro* e *in vivo* de bayas, mostos y vinos de los cvs. Merlot y Chardonnay. Memoria de Titulo Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 64 p.

NELSON, A. M. 2001. High- fiber ingredients. Eagan press handbook series. St. Paul, Minnessota, U.S.A. 97 p.

PAK, N. 1996. “Fibra dietética.” En: Nutrición y salud. Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina Universidad de Chile. Primera edición. 119-128.

PAK, N. 2001. Fibra dietética en alimentos chilenos. En “Fibra dietética en iberoamérica: tecnología y salud. F. Lajolo, F. Saura-Calixto, E. Wittig de Penna y E. Wenzel de Meneses pp 179-185. Ed. Varela. Sao Paulo. Brasil.

PENNACCHIOTTI, I. 1989. La fibra dietaria y su importancia es la salud humana. Alimentos 14 (3):60-63.

PEÑA-NEIRA, A. 2001. Análisis químicos del vino. Apuntes del curso. Universidad de Chile. Santiago. 28 p.

PERIAGO, M., ROS, G., LOPEZ, M., MARTINEZ, C. y RINCÓN, F. 1993. Componentes de la fibra dietética y sus efectos fisiológicos. Revista española de ciencia y tecnología de alimentos. 17(3): 57-61.

RUALES, J. y ZUMBA, J. 1998. Cuantificación y caracterización de fibra dietética en frutas y hortalizas ecuatorianas. En: . En: LAJOLO, F. y WENZEL DE MENEZES, E.(Ed.) Fibra

dietética vol.2. Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo, México D. F. 286 p.

REYNIER, A. 2002. Manual de viticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 407 p.

ROJAS-HIDALGO, E. 1998. Dietética: Principios y aplicaciones. Ed. Grupo Aula Medica S.A. 2º Edición. Venecia 2. Isabel Colbrand s/n. 28050 Madrid, España.

SÁENZ, C. 1992. Aprovechamiento de subproductos de la industria alimentaria en Chile. Alimentos. 17 (3): 57-61.

SÁENZ, C. y GASQUE, F. 1999. Jugos y néctares. Legislación y calidad en Chile. Industria de alimentos, 17 (3): 57-61.

SÁNCHEZ-MORENO, C., LARRAURI, J. y SAURA CALIXTO, F. 1999. Free radical scavenging capacity of selected red, rosé and white wines. J.Science of Food and Agriculture. 79:1301-1304.

SATO, M., RAMARATHAM, N. y SUZUKI, Y. 1996. Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. J. Agric. Food Chem. 44: 37-41.

SAURA-CALIXTO, F. 1998. Antioxidant dietary fiber product: A new concept and a potential food ingredient. J. Agric. Food Chem. 10: 4303-4306.

SCHNEEMAN, B. 1989. Dietary fiber. Food technology 38(10): 133-139.

SIEMANN, E. y CREASY, L. 1992. Concentration of the Phytoalexin Resveratrol in wine. American Journal of Enology and Viticulture. 43(1):49-52.

SINEIRO, J., DOMÍNGUEZ, H. y NÚÑEZ, J. 1995. Pepitas de uva como fuente de aceite y proteína. Alimentación, equipos y tecnología. Abril: 49-55.

TAIZ, L. y ZEIGER, E. 1991. Plant physiology. The benjamin/Cumming Publishing Company, Inc. California. 565 p.

TAMAYO, Y. y BERMÚDEZ, A. 1998. Los residuos vegetales de la naranja como fuente de fibra dietética. 181-189. En: LAJOLO, F. y WENZEL DE MENEZES, E.(Ed.) Fibra dietética vol.2. Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo, México D.F.286 p

TRUSCOTT, G. 1998. Antioxidantes y antirradicales libres, Vitamina C, E y betacaroteno. [en línea] disponible en: <http://www.edulat.com/salud/home/salud_natural.htm> (consulta: 5 Agosto 2003).

VAL, M., 1999. Vino tinto, taninos y buena salud. [en línea] disponible en: <http://www.sabormediterraneo.com/salud/salud_vinos.htm> (consulta: 12 Noviembre 2002).

VALIENTE, C., ARRIGONI, E., ESTEBAN, R. M. y AMADO, R. 1995. Grape pomace as a potential food fiber. Journal of food science. 60(4): 818-820.

VENENCIE, C., UVEIRA, M. y GUIET, S. 1997. Maturité polyphénolique du raisin mûre en place d'une méthode d'analyse de routine. Revue Francaise d'enologie. 167: 36-41.

VINSON, J. A. y HONTZ, B. A. 1995. Phenol antioxidant index: Comparative antioxidant effectiveness of red and white wines. J. Agric. Food Chem. 43; 401-403.

VIÑAS DE CHILE. 2003. [en línea] disponible en: <http://www.vinasdechile.com/cast/asociacion/estadisticas/f_catastro.html> (consulta: 10 Septiembre 2004).

ZOECKLEIN, B.W., FUGELSANG, K.C., GUMP, B.H. y NURY, F.S. 2001. Análisis y producción de vinos. Edición Acirbia. 613 p.

ANEXOS

Anexo I

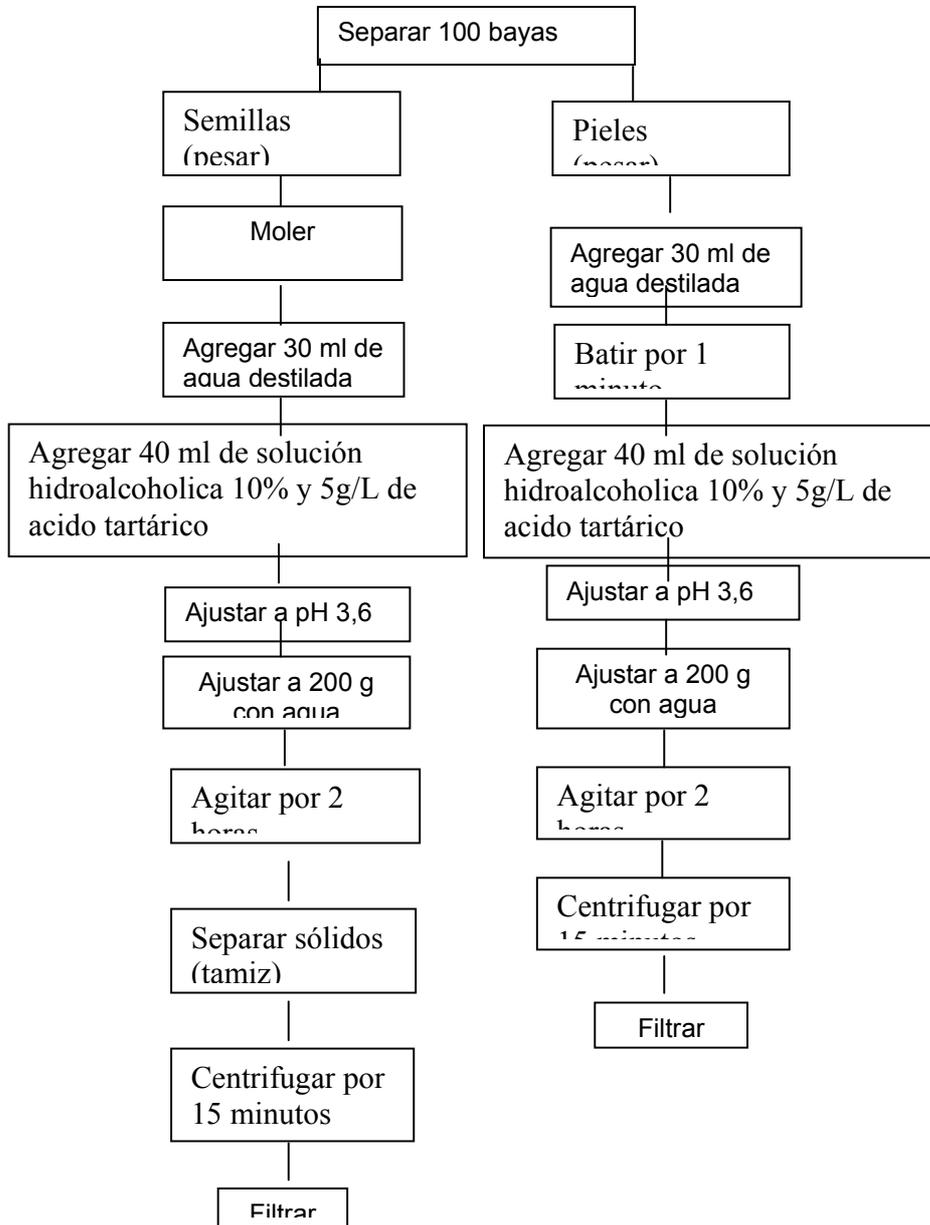


Figura 1. Línea de flujo para la extracción de polifenoles de bayas (Venencie *et al.*, 1997).

Anexo II

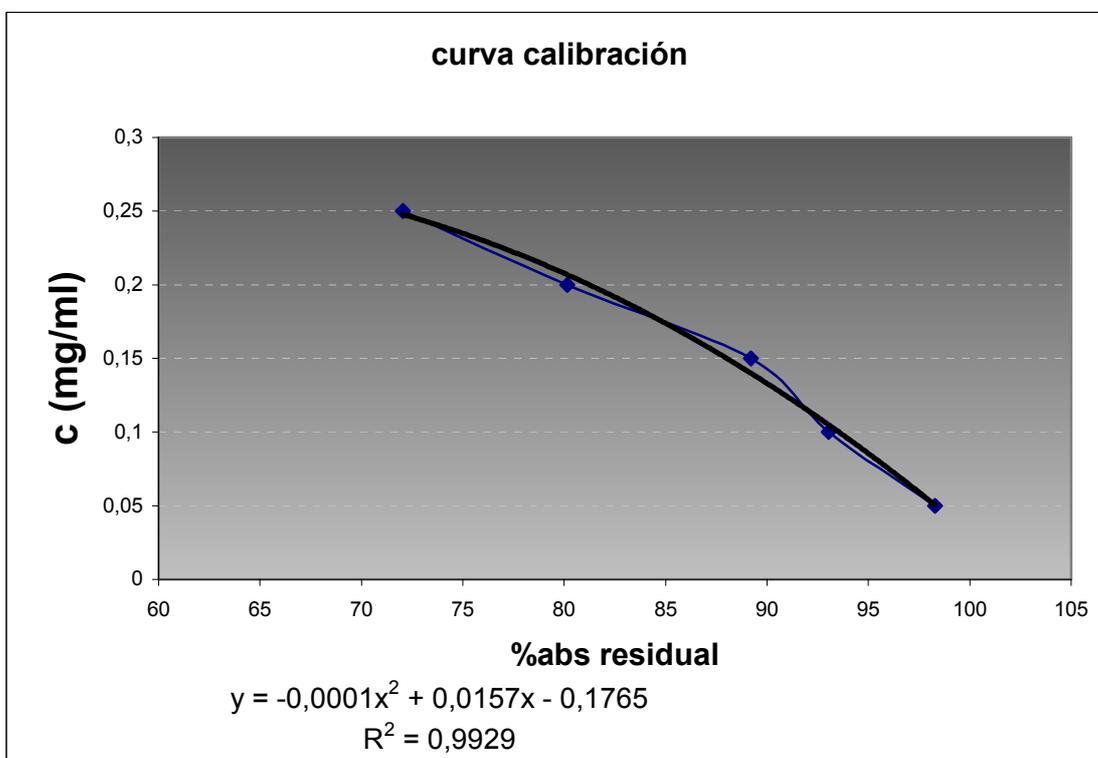


Figura 2. Curva de calibración a partir de ácido ferúlico para el cálculo de la capacidad antioxidante.

Anexo III

Cuadro 1. Resultados promedio obtenidos al momento de cosecha para los diferentes tipos de análisis básicos realizados a las bayas de las zonas estudiadas.

Peso de 100 bayas (g)				
	C. sauvignon	Merlot	Chardonnay	S. Blanc
William Fevre	107,8± 3,74*	127,71± 1,63	133,33± 3,47	143,86± 1,33
Casa Rivas	121,1± 4,1	139,85± 3,12	145,28± 2,87	146,88± 3,15

Peso de hollejos de 100 bayas (g)				
	C. sauvignon	Merlot	Chardonnay	S. Blanc
William Fevre	16,89± 0,65	23,32± 1,48	16,93± 1,05	14,52± 0,35
Casa Rivas	14,065± 0,58	20,55± 1,55	17,77± 0,33	19,58± 1,87

Peso de semillas de 100 bayas (g)				
	C. sauvignon	Merlot	Chardonnay	S. Blanc
William Fevre	7,61± 0,58	7,29± 1,31	4,93± 0,35	4,85± 0,13
Casa Rivas	4,385± 0,43	4,23± 0,94	5,04± 0,09	4,95± 0,67

Sólidos solubles (°Brix)				
	C. sauvignon	Merlot	Chardonnay	S. Blanc
William Fevre	24,73± 1,22	23,86± 1,31	22,26± 1,14	23,73± 1,16
Casa Rivas	25,3± 1,04	25,13± 0,92	24± 0,52	23,36± 0,83

Acidez titulable g/L H ₂ SO ₄				
	C. sauvignon	Merlot	Chardonnay	S. Blanc
William Fevre	3,06± 0,15	2,28± 0,38	3,4± 0,42	2,38± 0,42
Casa Rivas	2,9± 0,08	1,96± 0,11	2,9± 0,61	3,9± 0,16

pH				
	C. sauvignon	Merlot	Chardonnay	S. Blanc
William Fevre	3,73± 0,14	3,79± 0,15	3,58± 0,23	3,51± 0,21
Casa Rivas	3,96± 0,13	4,08± 0,13	3,53± 0,19	3,55± 0,21

* desv. est.

Anexo IV

Cuadro 2. Resultados promedio obtenidos para los análisis de compuestos fenólicos en hollejo, semilla y vino terminado.

Polifenoles totales en hollejo (mg de ácido gálico/g de hollejo)				
	C. sauvignon	Merlot	Chardonnay	S. Blanc
William Fevre	3,7± 0,034*	2,63± 0,71	0,983± 0,17	1,52± 0,25
Casa Rivas	5,84± 0,14	2,16± 0,09	1,021± 0,44	1,016± 0,14

Polifenoles totales en semilla (mg de ácido gálico/g de semilla)				
	C. sauvignon	Merlot	Chardonnay	S. Blanc
William Fevre	18,37± 0,58	14,92± 1,08	16,32± 0,51	14,5± 0,03
Casa Rivas	22,16± 1,72	16,95± 1,22	18,07± 0,21	15,19± 0,47

Polifenoles totales en vino (g ácido gálico/L de vino)				
	C. sauvignon	Merlot	Chardonnay	S. Blanc
William Fevre	4,55± 0,76	4,45± 0,88	3,56± 0,32	2,99± 0,28
Casa Rivas	5,42± 0,74	4,51± 0,94	3,71± 0,14	3,07± 0,57

* desv. est.

