



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**ESTUDIO DE DOS MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE  
MADUREZ FENÓLICA EN BAYAS DE var. CABERNET  
SAUVIGNON**

**CARLOS ANDRÉS JOFRÉ GUTIÉRREZ**

**SANTIAGO – CHILE**

**2004**

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**ESTUDIO DE DOS MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE MADUREZ  
FENÓLICA EN BAYAS DE var. CABERNET SAUVIGNON**

Memoria para optar al título  
Profesional de Ingeniero Agrónomo  
Mención: Enología y Vitivinicultura

**CARLOS ANDRÉS JOFRÉ GUTIERRÉZ**

PROFESOR GUÍA:	Calificación
Sr. Alvaro Peña N Dr. Ingeniero Agrónomo-Enólogo	6.0
PROFESORES CONSEJEROS	
Sr. Hugo Nuñez K Ingeniero Agrónomo Ms. Sc.	6.5
Sra. Berta Escobar A. Prof. Química. Cs. Naturales	6.4

Santiago, Chile. 2004

**CON CARIÑO A MIS PADRES  
MI HIJA Y  
ESPECIALMENTE A ALEJANDRA.**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi profesor guía Sr. Alvaro Peña y a mis profesores consejeros Sra. Berta Escobar y Sr. Hugo Nuñez por su valiosa cooperación y preocupación en el desarrollo de esta tesis.

Agradezco a Viña de Martino y al gerente Sr. Pietro de Martino por haber financiado la presente investigación.

Agradezco a los enólogos de Viña de Martino S.A. Sr. Marcelo Retamal y Felipe Müller, por facilitarme los medios, su confianza y excelente disposición y al Sr. Carlos Gonzáles por su colaboración en el laboratorio.

Agradezco a mis hermanos por su participación, quienes me ayudaron a realizar este trabajo.

Agradezco a mi padre y a mi madre, por haberme brindado su apoyo y comprensión en la realización de esta tesis

Finalmente, agradezco de forma muy especial a Alejandra, por su cariño, amor y comprensión durante la realización de este trabajo.

## INDICE

RESUMEN	1
PALABRAS CLAVES	3
SUMMARY	4
KEY WORDS	6
INTRODUCCIÓN	7
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
Compuestos fenólicos	9
Factores que determinan la composición fenólica de la uva	9
Madurez fenólica	10
Evolución de antocianinas y taninos durante la maduración	12
Antocianos	12
Taninos	13
Madurez óptima de cosecha	14
Métodos de análisis fenólicos	15
MATERIALES Y METODOS	17
Lugar de trabajo	17
Materiales	17
Método	17
Determinaciones analíticas	20
Análisis estadístico	20

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
Peso de 100 bayas	21
Volumen de 100 bayas	23
Sólidos solubles	24
Acidez titulable y pH	26
Análisis de polifenoles	29
Método de Glories	29
Polifenoles totales	29
Índice de madurez de pepa (MP)	30
Cantidad de antocianos totales y extraíbles y el índice de Madurez Celular (EA)	31
Método Barón de Rothschild	33
Fenoles totales	33
Antocianos totales	34
Análisis individual de antocianos	36
Taninos totales	39
Grado de polimerización de taninos condensados	41
Índice de taninos	43
Índice de etanol	43
Índice de gelatina	44
Correlación de análisis realizados a las bayas	45
CONCLUSIONES	49
LITERATURA CITADA	50
APENDICES I	55
APENDICE II	56
APENDICE III	57

APENDICE IV

58

APENDICE V

59

## RESUMEN

En el presente estudio se planteó como objetivo principal estudiar dos métodos de “madurez fenólica” (Glories y S.A. Barón de Rothschild) durante la maduración de uvas de la variedad Cabernet Sauvignon, para establecer ventajas y desventajas de cada uno de los métodos.

Para desarrollar el objetivo en estudio se establecieron dos tratamientos, correspondiente a cada uno de los métodos. Se tomaron muestras de los racimos de las plantas cada tres días, comenzando 20 días después de pinta. Para ambos métodos se midió el contenido de polifenoles totales y de antocianos. Se realizaron análisis físicos y químicos del mosto donde se midió sólidos solubles, acidez total, pH, peso y volumen de la baya. Además se realizaron análisis específicos a los hollejos consistentes en contenido de taninos totales, grado de polimerización de taninos condensados, índice de etanol e índice de gelatina. Para la determinación individual de antocianos, se utilizó cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC).

Fue posible observar durante el período de maduración, al estudiar ciertos parámetros físicos y químicos de las bayas un aumento en el contenido de sólidos solubles, peso de bayas y el pH, disminuyendo el volumen de las bayas y la acidez de titulación.

En el caso del método de Glories, este muestra una visión más global del comportamiento de los principales compuestos fenólicos, observándose un aumento en el contenido de polifenoles totales y antocianos, disminuyendo el aporte de taninos de la semilla a medida que avanza la madurez.

En el método S.A. Barón de Rothschild permitió observar al igual que el método de Glories, un alza en el contenido de polifenoles totales y antocianos, entregando información más detallada para la determinación de una fecha óptima de cosecha, siendo

posible observar en análisis complementarios, el comportamiento de los taninos en el mosto a medida que avanza la madurez.

A partir de estos resultados se puede constatar que ambos métodos son herramientas aplicables y complementarias en la medición de la madurez fenólica de los viñedos chilenos, siendo necesario un seguimiento por un período de años, para afinar el comportamiento de la relación entre la “madurez fenólica” y tecnológica.

## **Palabras claves**

Cabernet Sauvignon

Compuestos fenólicos

Maduración de bayas

Taninos

Antocianos

## SUMMARY

In the present study it was proposed as primary target: to study two methods of "phenolic maturity" (Glories y S.A. Baron of Rothschild) during the maturity of grapes of the variety Cabernet Sauvignon, to establish advantages and disadvantages of each one of the methods.

In order to develop the objectives two treatments were settled, each one corresponding to either method. Every three days samples were taken from the clusters of the plants, beginning 20 days after varaison. For both methods, the total content of phenolics and anthocyanins were measured. Physical and chemical analysis of grapes, in which there were measured the soluble solids, total acidity, pH, weight and volume of the berry, in addition it was made a specific analysis of the skins studying the total tannin content, degree of condensed tannin curing, ethanol index, and gelatin index. For the individual determination of anthocyanins it was used high performance liquid chromatography (HPLC).

During the period of maturity it was possible to study some chemical and physical parameters in grapes, observing an increase their content of soluble solids, the weight of grapes and pH, diminishing the volume of the grapes and the acidity degree.

In the case of the Glories method, the results provide a more global vision of the behavior of the main phenolic compounds, with an increase in the content of total phenolics and anthocyanins, and a decrease in the tannin contribution of the seed during the maturity.

As same as the Glories method, the S.A. Baron of Rothschild method shows, an increase in the content of total phenolics and anthocyanins, giving more detailed information for the determination of an optimal date of harvest, being possible to observe in a complementary analysis the behavior of tannins in must while maturity advances.

Considering these results it is possible to establish that both methods are applicable and complementary tools in the measurement of the phenolic maturity of the grapes, being necessary to continue with this line of research, in order to get more information of the behavior of the relation between the "phenolic" and technological maturity.

**Key words**

Cabernet Sauvignon

Phenolic compounds

Ripening

Tannins

Anthocyanins

## INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos claves en la obtención de vinos tintos de gran calidad en relación a la materia prima, es la elección del momento óptimo de cosecha. En tal sentido, se ha pasado de índices clásicos, como la relación de sólidos solubles y acidez total, a un nuevo índice conocido como “madurez fenólica”. Este índice está relacionado con la evolución de antocianos y taninos (los fenoles más importantes en cuanto a concentración en las uvas tintas) proveniente de las partes sólidas de la baya (semillas y hollejos). Estos compuestos además son los constituyentes más importantes en las características sensoriales que tendrían los vinos tintos ya que aportan el color, astringencia, amargor, equilibrio y cuerpo.

Los antocianos y taninos pueden presentar diferencias significativas en cuanto a la concentración y composición en el vino, debido a las características propias de cada cepa de vid vinífera y la forma que en ellas incide el lugar geográfico, entendiéndose por tal, el clima y suelo donde éstas se producen, así como el método de elaboración.

Dada la relación que existe entre la composición fenólica de la uva y de las características finales del vino elaborado, se plantea la necesidad de conocer el potencial fenólico de la materia prima, esencialmente de sus partes sólidas. Este conocimiento permite planificar las condiciones de vinificación para obtener parámetros sensoriales deseados en el vino terminado.

Sin embargo, son diversos los métodos que se han propuesto estos últimos años para la determinación de “madurez fenólica”, no existiendo claridad sobre cual de ellos es el que mejor se adapta a la realidad en Chile, ya que dichos métodos han sido desarrollados en Francia.

Por lo antes expuesto y por la importancia que implica la determinación de la “madurez fenólica”, se planteó la siguiente investigación que tuvo el siguiente objetivo:

- Estudiar dos métodos de evaluación de “madurez fenólica” (Glories y S.A. Barón de Rothschild) durante la maduración de uvas de la variedad Cabernet Sauvignon.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Compuestos fenólicos

Las diferencias entre los tipos y estilos de vinos se debe, en gran parte, a la concentración y composición de los fenoles, siendo éstos el tercer grupo más importante después del alcohol y los ácidos (Hernández y Tirado, 1991), además de ser los responsables del color, astringencia y amargor. A su vez los fenoles contribuyen al perfil olfativo del vino, actúan como importantes agentes antioxidantes y como sustratos para las reacciones de pardeamiento (Zoecklein *et al.*, 2001). Finalmente y según su naturaleza, pueden tener un interés nutricional y farmacológico (Flanzy 2000).

Los compuestos fenólicos están divididos en cuatro grupos: antocianos, taninos, ácidos fenólicos y flavonoles (Glories, 1978). Sin embargo son los antocianos, taninos y fenoles los más importantes en términos de concentración en el vino. La extracción de estos dos grupos ocurre durante la fermentación alcohólica y las maceraciones. Otra característica importante de estos compuestos se refiere a que están en constante evolución durante la vinificación, la guarda en barrica y el posterior envejecimiento en botella (Peyron, 1998).

Según Glories (1978), estos compuestos son capaces de polimerizarse y combinarse con numerosas sustancias como, por ejemplo, polisacáridos, proteínas y otros fenoles. Además, contribuyen a una reserva para la reducción de oxígeno, es decir, se oxidan antes que otros compuestos.

### Factores que determinan la composición fenólica de la uva

Las condiciones climáticas, sistema de conducción, edad de la planta, régimen hídrico, tipo de suelo, radiación solar y rendimiento están directamente relacionadas con la cantidad y composición de los compuestos fenólicos (Glories y Amrani, 1992).

En cuanto a las condiciones climáticas, la acumulación de fenoles se ve afectada por exceso de temperatura y frío. Sin embargo, una fuerte oscilación térmica entre el día y la noche favorece la acumulación de antocianinas. La lluvia, por su parte, causa diluciones de estos compuestos al registrarse un aumento del volumen de la baya. Por esto la mayoría de los vinos de calidad se dan con precipitaciones inferiores a 700 – 800 mm/año (Watson *et al.*, 1992).

Por otra parte, una planta que tiene más edad presenta un menor rendimiento que una planta más joven, la que da una gran riqueza de antocianos y taninos que se traduce en una mayor calidad de vinos, más coloreados y más tánicos. Las plantas más jóvenes, con un rendimiento normal, producen uva donde el grado de madurez, el potencial de compuestos fenólicos y su extractibilidad son inferiores. Sin embargo, como factor en la composición fenólica, tiene más importancia el tipo de suelo que la edad de la planta (Glories y Amrani, 1992).

Otro factor muy importante que afecta la madurez fenólica es la fertilización nitrogenada, la que en exceso provoca un atraso de acumulación de los compuestos por un exceso de vigor de la planta, por lo que baja la calidad de la materia prima, sobre todo cuando las condiciones de luz durante la madurez son pobres (Keller y Hrazdina, 1998).

Por lo tanto, un buen manejo de las prácticas culturales sobre un “terroir” adecuado, proporciona una buena producción de antocianos y taninos, además de una madurez favorable para tener una degradación de la película de la baya lo mayor posible (Saint-Cricq *et al.*, 1998).

### Madurez fenólica

La “madurez fenólica” que en realidad corresponde a la evaluación de los diversos compuestos fenólicos durante la maduración de la baya, complementa los criterios tecnológicos tradicionales para determinar la fecha óptima de cosecha en uva tinta. Esto se debe a que la calidad de un vino tinto depende, en gran medida, del estado de madurez de la

piel y la semilla. Esta madurez, llamada “madurez fenólica”, es la evolución de la concentración de antocianinas y de concentración y tipo de taninos a lo largo de toda la maduración de la uva (Marquette 1999).

Debido a la importancia de estos compuestos en las características visuales y sensoriales del vino como, color, sabor, astringencia, amargor, equilibrio y cuerpo (Flanzy 2000), es de suma importancia conocer el potencial fenólico de la uva, para poder planificar según sus características, el tipo de vinificación que se realizará para lograr un mejor color y ajustar la astringencia a un nivel deseado (Climent y Pardo (1993), citado por Zoecklein *et al.*, 2001).

Según Agustín y Glories (1991) esta madurez consta de dos partes: la primera, corresponde a la determinación del potencial de antocianos y taninos; la segunda se refiere a la extractibilidad de estos compuestos durante la vinificación. Así, una vendimia madura se caracteriza por hollejos ricos en antocianos y taninos fácilmente extraíbles y semillas relativamente pobres en taninos.

Es así como, la cantidad de antocianos y taninos son un indicador preciso para determinar la fecha de cosecha según madurez fenólica. Son tan importantes estos compuestos en la calidad de los vinos tintos, que es posible encontrar vendimias con una relación azúcar/acidez total aceptable, pero que generan vinos con carácter vegetal, astringentes y diluidos. En este caso la madurez tecnológica llegó antes y la madurez fenólica quedó incompleta, bajando sustancialmente la calidad de los vinos, lo que se puede prevenir si se monitorea la evolución de los fenoles a medida que avanza la madurez (Bellini, 1998).

El problema es que las uvas con mayor contenido de polifenoles no siempre darán vinos más coloreados y más interesantes químicamente. Por lo tanto se busca una correlación entre los compuestos fenólicos de la uva, su posterior paso al vino y la calidad fenólica de ese vino (Saint-Cricq *et al.*, 1998).

Sin embargo, para una correcta determinación de la madurez de cosecha, los criterios fenólicos no pueden sobreponerse a los de madurez tradicional. La madurez fenólica sólo tiene valor en la medida que permita determinar criterios de vinificación y por lo tanto, se debe complementar a la madurez tecnológica (Saint-Cricq *et al.*, 1998).

### Evolución de antocianos y taninos durante la maduración

Antocianos. Estos son pigmentos rojos que se encuentran exclusivamente localizados en las vacuolas de las células de la piel, en forma de monoglucósidos en *Vitis vinifera* L, y unidas, ya sea, a ácidos orgánicos o fenólicos (Amrani y Glories, 1996). Están divididas en cinco grupos: delfinidina, petunidina, malvidina, cianidina y poenidina, según sea la ubicación del anillo B (O-CH<sub>3</sub> o OH) en la molécula de antocianos. Es así como la molécula de antocianos, por hidrólisis ácida, se divide en una antocianidina y una molécula de azúcar, a veces unida a un ácido (Flanzy, 2000).

Por otra parte, la producción de antocianinas está fuertemente ligada a factores climáticos y de suelos (Amrani y Glories, 1996), ya que la biosíntesis de antocianinas no comienza hasta que parte el proceso de maduración de la baya (pinta), y esto ocurre aproximadamente una semana después del comienzo de la acumulación de azúcar (Ribereau-Gayon (1972); Hrazdina *et al.*(1974); citados por Gonzáles-San José y Santa Maria, 1990). Para cada variedad el contenido global de estos compuestos oscila entre los 500 mg/Kg y los 3.000 mg/Kg (Flanzy, 2000).

Venencie *et al.* (1998), describen la evolución de antocianinas durante la madurez, la cual se divide en tres etapas: la primera, con una acumulación rápida de estos compuestos en la piel; la segunda, corresponde a una acumulación lenta y la tercera, empieza una declinación de estos compuestos debido a un proceso de sobremadurez.

La disminución en el tenor de antocianos es lo que ocurre más a menudo en relación con un fenómeno de senescencia de la baya. Es durante este envejecimiento celular donde

se constata una disminución importante de la cohesión entre las células, debido a una degradación de las membranas celulares (Peynaud, 1996). Debido a esta degradación se libera contenido vacuolar lo que se traduce en una mayor liberación de antocianos, ya que durante la maduración existe un aumento de las pectinas solubles, lo cual está en directa relación con la acción de enzimas.

Es así como, más avanzada la maduración, habrá mayor cantidad de pectinesterasa (PE) y poligacturonasas (PG), que son enzimas sintetizadas por la misma uva con el consiguiente aumento de degradación de la pared celular, lo que provoca un aumento de la extractibilidad de las antocianinas en su posterior paso al vino. Las paredes de las células tienen características genéticas únicas, y es por eso que existen variedades que tienen mayores defensas a este ataque enzimático. Por lo tanto, la extracción de antocianinas dependerá de la cantidad de moléculas biosintetizadas en las células de la película (clima y “terroir”) y de la capacidad de degradación de las células alcanzadas en la madurez, dada por las características genéticas (Saint-Cricq *et al.*, 1998).

A través del seguimiento de la concentración de antocianinas, se puede determinar la fecha de cosecha, lo que se produce cuando éstas comienzan a bajar (Collard *et al.*(1975), citado por Flanzy, 2000), pero, por otra parte, los antocianos no son el único compuesto fenólico de importancia, por lo que es recomendable analizar los constituyentes de la baya por separado, para tener una información precisa acerca de la evolución de la madurez de estos compuestos (Roson y Moutounet, 1992).

Taninos. Son la clase más abundante de compuestos fenólicos de la baya, estando constituidos por polímeros de flavan 3-oles derivados, principalmente, de catequinas, epicatequinas, epicatequinas acetiladas y epigalocatequinas (Flanzy, 2000).

Los flavan 3-oles son el grupo de fenoles responsables del amargor y de la astringencia en el vino, al mismo tiempo de estabilizar el color (Singleton *et al.*(1976), citado por Flanzy 2000). Existen dos clases de taninos: los primeros se encuentran en la piel y los segundos en las semillas. Los presentes en la piel se diferencian de los de las semillas

por la presencia de epigallocatequinas (Souquet *et al.*, 1996). El tenor de los taninos de la piel aumenta a medida que avanza la madurez, alcanza su máximo junto con la madurez tecnológica, si el “terroir” es el adecuado, y luego disminuye (Saint-Cricq *et al.*, 1998). Los taninos de la piel alcanzan cierto nivel en envero, correspondiendo a la mitad del nivel que existiría en madurez (Flanzy, 2000).

Por otra parte, los taninos de la semilla corresponden a procianidinas y sus principales constituyentes son catequinas, epicatequinas y epicatequinas galoiladas. La formación de éstos puede ser precoz o tardía, por lo que para una misma variedad, la madurez de la semilla puede dar valores altos o bajos dependiendo del “terroir” (Saint-Cricq *et al.*, 1998).

Durante la maduración de las uvas, la cantidad de taninos extraíbles en las semillas disminuye a medida que pasa el tiempo. Estos taninos dan origen al cuerpo del vino y, por estar en importante proporción al estado libre, son más astringentes (Agustín y Glories, 1991).

Según Glories y Amrani (1992), la suavidad y la calidad de los taninos en el vino están en relación a la “madurez fenólica” de la uva. En el caso de uva tecnológicamente madura, pero sin “madurez fenólica” completa, se recomienda esperar una ligera sobre maduración de la uva, lo que puede ser un factor favorable para la posterior calidad de los vinos.

### Madurez óptima de cosecha

La madurez óptima es aquella que permite obtener el mejor vino posible de un cuartel determinado. Por lo tanto, la madurez con que se coseche la uva es un factor fundamental que determinará la calidad del vino. Sin embargo, la madurez no es un estado fisiológico preciso, por ejemplo, las semillas alcanzan la madurez fisiológica en pre-envero, cuando las antocianinas están recién siendo biosintetizadas (Watson *et al.*, 1992).

Saint-Cricq *et al.*(1998), definen tres tipos de madurez que son características de la uva: la primera es la madurez tecnológica, que corresponde al estado de mayor acumulación de azúcar y baja acidez, la cual es fácil y rápida de medir; la segunda es la madurez fenólica, que se refiere a la evolución de estos compuestos en el tiempo y la tercera corresponde a la madurez celular, que tiene relación con el grado de degradación que presenta la pared celular de la piel. Lo ideal es que todas ellas lleguen al mismo tiempo a su punto óptimo.

### Métodos de análisis fenólicos

Hoy en día existen varios métodos para determinar la fracción fenólica de la uva. Algunos miden solamente los antocianos, otros miden los antocianos y los taninos y otras son sensoriales. Algunos necesitan más implementos que otros, pero todos apuntan a lograr la mayor exactitud posible para determinar la madurez fenólica. En general, se requieren equipos bastantes sofisticados y caros (espectrofotómetro UV, cromatógrafos líquidos (HPLC), espectroscopios, cromámetros, etc.). También existen métodos rápidos, pero que son poco precisos (Müller, 2001).

Un método para el análisis fenólico corresponde al propuesto por Saint-Cricq *et al.* (1998), llamado comúnmente “**Índice de Glories**”, el que trata de buscar una correlación entre los constituyentes fenólicos en las bayas, su aporte al vino y la calidad fenólica de éste.

El método pretende determinar la riqueza fenólica de las uvas, así como el potencial total de antocianos a pH 1 (ApH1), el potencial de antocianos fácilmente extraíbles (ApH3,2) y el rol que juegan las pepas en el contenido tánico del vino (MP). Todos estos parámetros permitirán al enólogo seguir la evolución de la madurez y también adaptar los medios de extracción de los cuales él dispone en la bodega durante la vinificación (Saint-Cricq *et al.*, 1998).

Este método permite, a la vez, determinar dos índices de madurez: el de madurez celular (%EA) calculado como la diferencia entre los antocianos fácilmente extraíbles/antocianos totales y madurez de pepa (MP). El primero representa la aptitud de la uva para liberar antocianinas; mientras más débil sea el índice (menor valor), más fácilmente extraíbles serán las antocianinas. Por otra parte, el índice de madurez de las pepas (MP), que puede ser considerado como el porcentaje de contribución de las pepas a la densidad óptica espectrofotometría (D280) de la solución pH 3,2, mientras más elevado sea, mayor será el riesgo de obtener vinos astringentes (Marquette, 1999).

Las ventajas de este método son, que se trata del más completo, permite determinar, además de los análisis corrientes de la madurez tecnológica y de madurez fenológica, la relación orujo/jugo. Así se pueden medir las diluciones provocadas por las lluvias y adaptar la vinificación en función del resultado obtenido. Las desventajas recaen en que el método de dosificación de SO<sub>2</sub> es poco preciso, la puesta en marcha es compleja y larga, se necesita un espectrofotómetro UV y, por último, el modo de muestreo es poco detallado (Marquette, 1999).

Otro método, llamado **método S.A. Barón de Rothschild**, busca una evolución de las antocianinas en el transcurso de la maduración fenólica, pero también asegura el seguimiento en paralelo de los polifenoles totales (Marquette, 1999).

Este método es simple y rápido para asegurar el seguimiento continuo de la madurez fenólica. La utilización de cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC), como medio de análisis, permite obtener resultados fiables, pero limita sus usos en análisis corrientes, por el alto costo del equipo (Marquette, 1999).

## **MATERIALES Y MÉTODO**

### Lugar de trabajo

El ensayo se realizó en un viñedo comercial de la cepa Cabernet Sauvignon, ubicado en el valle del Maipo, localidad de Isla de Maipo, fundo Santa Teresa (Cuartel Cabernet Viña Vieja).

### Materiales

Se utilizaron bayas de la variedad Cabernet Sauvignon de un viñedo de 20 años de edad, conducido en espaldera vertical, consta de aproximadamente 10 ha, con 120 hileras de 400 m. y el marco de plantación de 1,2 por 2 metros, con rendimiento promedio de 10 toneladas por hectárea.

### Método

Los muestreos de madurez de bayas se iniciaron 20 días después de pinta; éstos se realizaron cada tres días (APENDICE I) y fueron tomadas aleatoriamente entre todas las hileras del cuartel, no tomando muestras desde los extremos, ni de las hileras externas del cuartel evitando así el efecto borde. Las muestras de bayas se tomaron desde distintas partes de la planta y de distintas partes del racimo, con el objetivo de obtener muestras lo más representativas posibles.

De cada muestreo se sacaron 500 bayas, las cuales fueron congeladas hasta el momento de análisis de madurez fenólica, las cuales se repartieron en 100 bayas para el método de Rothschild, 400 bayas para el método de Glories.

Para la extracción de polifenoles se utilizó el método de Glories (Figura 1), y el método S.A. Barón de Rothschild (Figura 2).

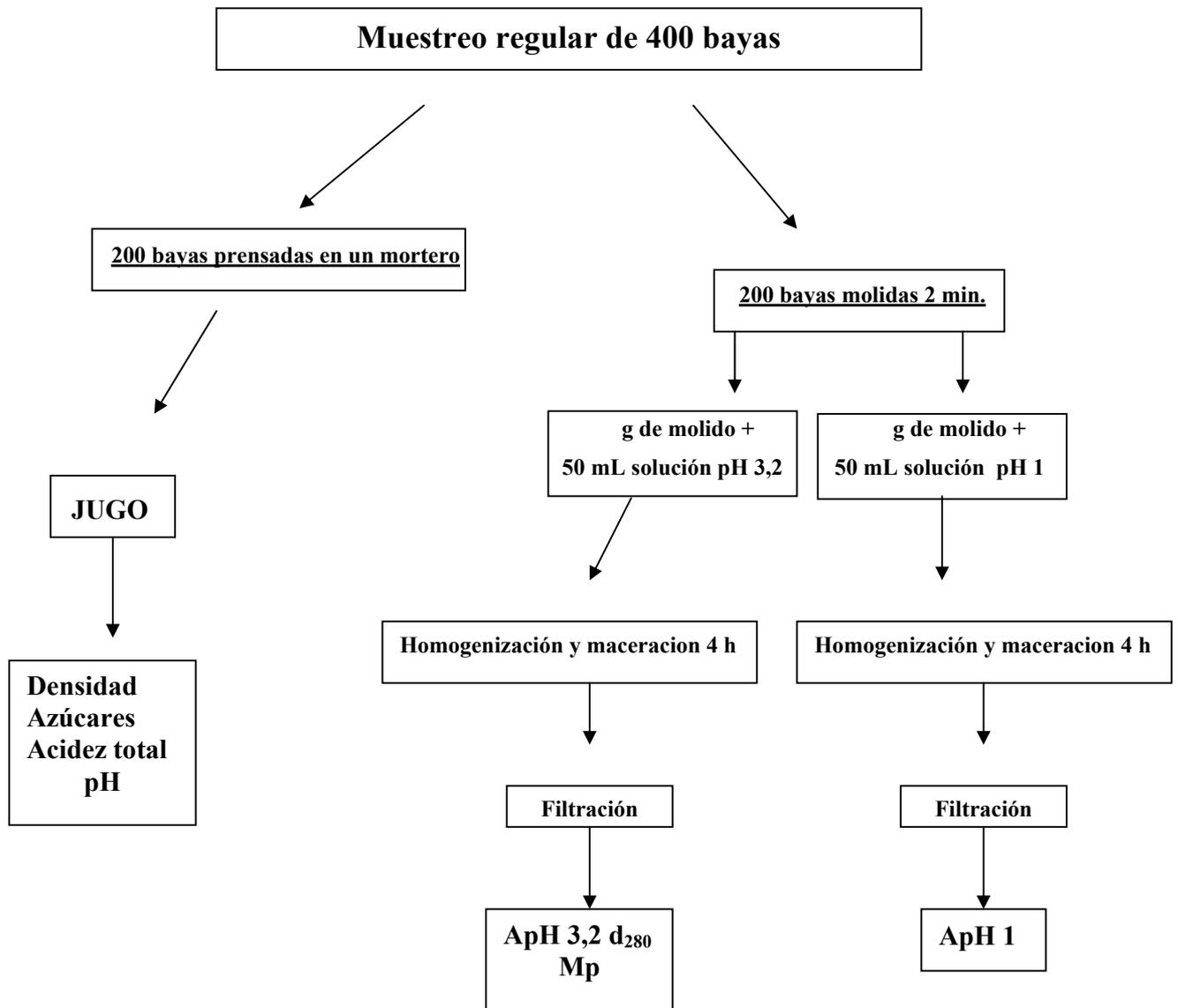


Figura 1. Método de extracción de polifenoles propuesto por Glories. Fuente: Marquette, 1999.

ApH 3,2: potencial en antocianos fácilmente extraíbles

ApH 1: potencial total en antocianos

Mp: contribución de taninos de pepa

D<sub>280</sub>: riqueza fenólica

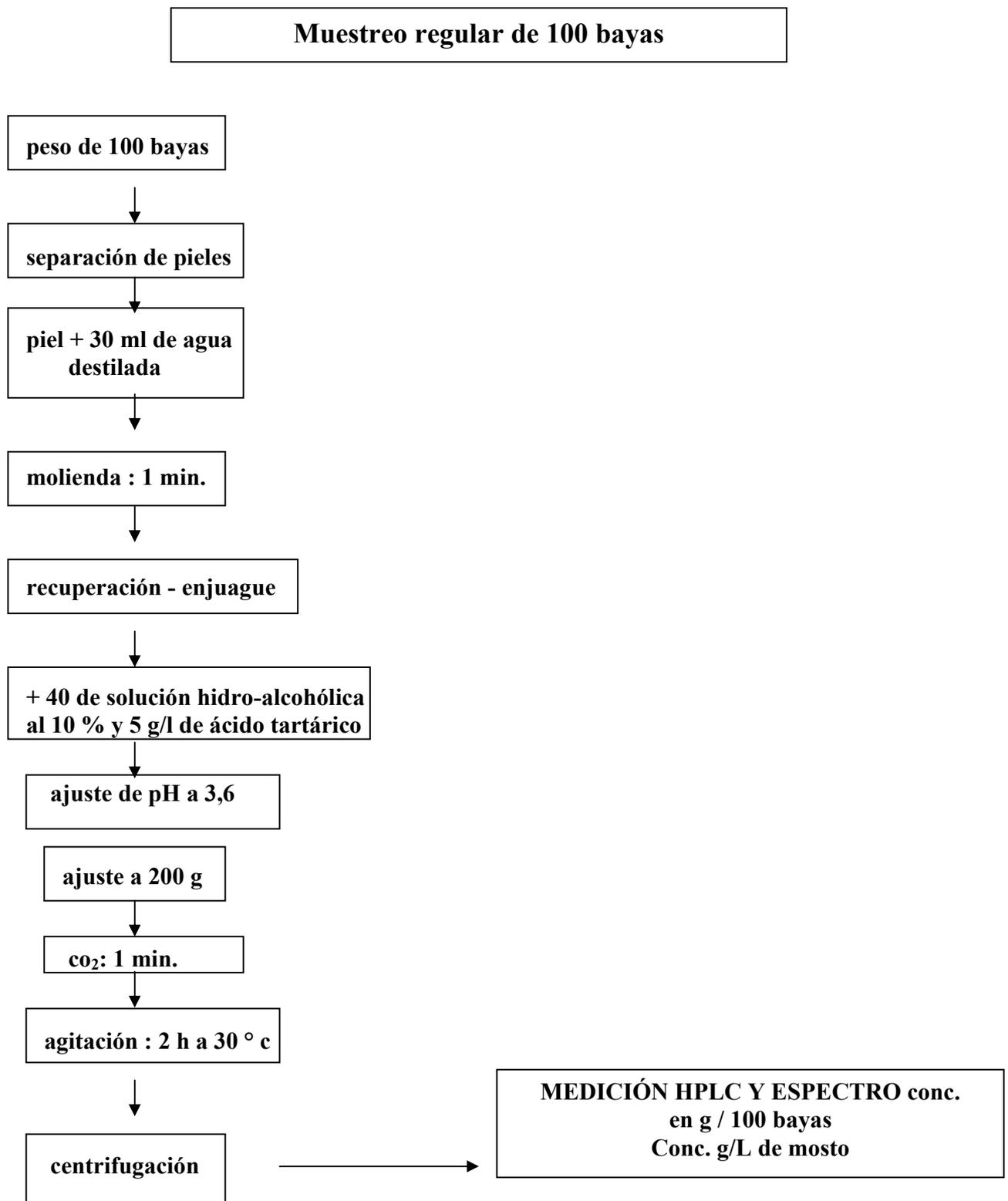


Figura 2. Método de extracción de polifenoles propuesto por S.A. Barón de Rothschild

Fuente: Marquette, 1999.

## Determinaciones analíticas

Se realizaron las siguientes determinaciones:

- Análisis básicos del mosto: **grados Brix, acidez total, pH** (recopilados por Bordeu y Scarpa, 1998).
- Análisis de polifenoles: una vez obtenido el extracto de las pieles, se realizaron análisis de:
  - **Fenoles totales**: por el índice espectrofotométrico DO280 nm (García-Barceló, 1990).
  - **Grado de polimerización de taninos condensados**: por el método de p-dimetilaminocinamaldehído “DMATCH” (Vivas *et al.*, 1994).
  - **Determinación de taninos totales**: por la reacción de Bate-Smith (Bate-Smith, 1981).
  - **Índice de taninos**: mediante los índices de etanol y gelatina (Glories, 1978)
  - **Antocianinas**: por cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) (Marx *et al.*, 2000). Para la cuantificación se utilizará el método del estándar externo, realizando curvas de calibración con una sustancia patrón (clorhidrato de malvidina; Extrasynthese. Francia) en las mismas condiciones cromatográficas empleadas para las muestras analizadas.

## Análisis estadístico

El análisis de los resultados se realizó mediante un análisis gráfico de la evolución de polifenoles para cada método de “madurez fenólica” evaluados.

El tamaño muestral para cada fecha de este estudio fue de 500 bayas, las cuales se repartieron en 100 unidades para el método de Rothschild, 200 unidades para el método de Glories y 200 unidades para análisis tradicional.

## RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo con Petrie *et al.* (2000) y Mc Carthy *et al.* (2000) citado por Duarte (2001), el crecimiento de las bayas de *Vitis vinifera* L. se caracteriza por presentar tres fases de crecimiento. La primera se caracteriza por una rápida división y expansión celular con un desarrollo importante de la semilla, acumulación de ácidos y de un alta tasa respiratoria. La segunda fase presenta, por su parte, una disminución general del metabolismo, mayoritariamente en la tasa respiratoria, un incremento en el crecimiento del pericarpio, la maduración de la semilla, y una maximización de la acidez titulable. Finalmente, la tercera fase se distingue por un rápido crecimiento, debido exclusivamente a una expansión celular, un cambio de color de la baya, disminución de los taninos de la semilla e incremento de los taninos de hollejos. Además se aprecia una reducción de la respiración, una progresiva acumulación de azúcares, disminución de la acidez titulable, y la detención del transporte xilemático hacia el fruto. Estas tres fases fisiológicas de desarrollo de la baya se ven influenciadas de alguna forma por el medio ambiente en donde ésta se desarrolla.

Los muestreos se realizaron cada tres días hasta el momento de cosecha, logrando obtener 23 muestras a lo largo de este estudio, partiendo el primer muestreo 20 dd. (días después) de pinta. (APENDICE I)

Los manejos del viñedo, se realizaron de la forma tradicional, para la producción de vinos de calidad, controlando el riego durante la tercera fase, manejo del follaje (con despuntes, chapodas y deshojes) y aplicaciones preventivas para el control de enfermedades fungosas.

### Peso de 100 bayas

En la Figura 3 se presenta la evolución del peso de 100 bayas durante el transcurso de la maduración.

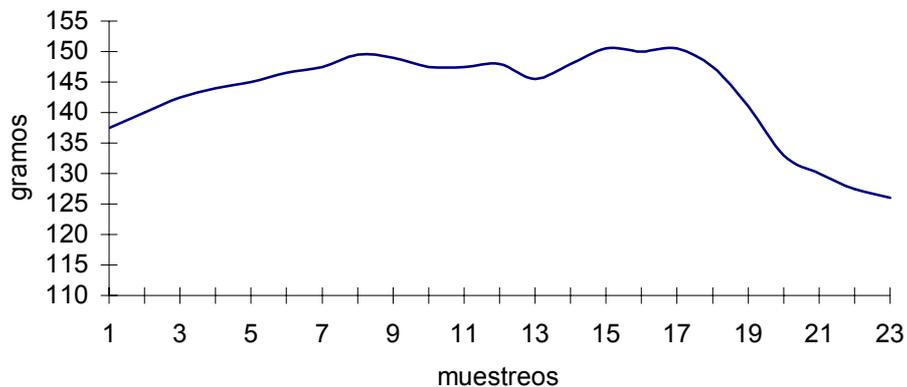


Figura 3. Evolución del peso de 100 bayas

De acuerdo con Reynier (2002) el crecimiento de la baya de *Vitis Vinifera* L., desde el cuajado hasta la maduración de la uva, sigue una curva sigmoidea patrón.

En el análisis de la evolución del peso, es posible observar en la Figura 3, un aumento del peso de las bayas, principalmente por un incremento en el contenido de agua y una mayor cantidad de asimilados importados desde la canopia (Coombe y McCarthy 2000, citado por Valdivia, 2001) llegando a un máximo en la muestra 8 (41 dd. de pinta). Posteriormente se aprecia una disminución, para luego volver a aumentar alcanzando un máximo en la muestra 15 (62 dd. de pinta), lo que es atribuible a una precipitación ocurrida 50 días y 56 dd. de pinta, habiendo precipitado 27 mm. en el mes de muestreo, lo que hizo probablemente aumentar el valor de la medición. Luego una vez que se acerca la cosecha, continúa el proceso de deshidratación en la baya, provocando una baja en el peso de ésta.

Estos resultados concuerdan con mediciones obtenidas por otros autores Ribereau-Gayon *et al.* (1975) y Blázquez (1996) citados por Duarte (2001), que se refieren a un peso medio de 100 bayas durante el momento de maduración de 114 gramos con una amplitud de 78 a 160 gramos para la variedad Cabernet Sauvignon.

### Volumen de 100 bayas

En la Figura 4 se presenta la evolución del volumen de 100 bayas durante el transcurso de la maduración.

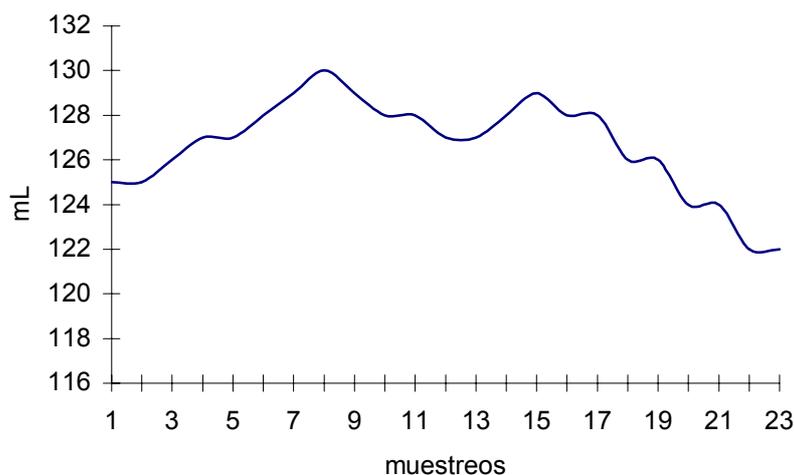


Figura 4. Evolución del volumen de 100 bayas

Si bien durante el período de vendimia normalmente no llueve, como se ha señalado, durante el ensayo se registraron algunas precipitaciones. Esto influyó tanto en el peso como en el volumen de las bayas.

En la Figura 4 se ve un claro incremento después de las lluvias registradas durante el ensayo, para luego tener un nuevo descenso hasta llegar a cosecha, donde se produce una deshidratación producto de la sobremaduración en las bayas.

Es importante recordar que dentro de los manejos que se practicaron para este ensayo en particular, durante la maduración de las bayas se restringió el riego para controlar el volumen de las bayas y favorecer al máximo la concentración de algunos compuestos fenólicos (Zamora, 2003).

Este concepto puede ser muy determinante si se considera en interacción con los contenidos en azúcares y en ácido málico. Considerado solo, es un criterio sin valor, siendo la dimensión de la baya el resultado de la interacción entre la fertilidad del medio y la cantidad de azúcar suministrada a cada baya (Flanzy, 2000).

Las bayas pequeñas pueden provenir de una pequeña cosecha en terreno muy pobre (con un potencial cualitativo elevado) o de una cosecha muy abundante (con un débil potencial cualitativo) (Flanzy, 2000).

Si bien para determinar calidad en un viñedo existen más variables, en este parámetro se puede separar tres calidades:

- bayas pequeñas o gruesas poco azucaradas y ricas en ácido málico (potencialidad cualitativa mínima).
- bayas medianas o gruesas, azucaradas, de contenido medio de ácido málico (potencialidad cualitativa mediana).
- pequeñas bayas muy azucaradas y pobres en ácido málico (potencialidad cualitativa máxima) (Flanzy, 2000).

### Sólidos solubles

Los <sup>0</sup>Brix se definen como medida de sólidos solubles (principalmente azúcares, incluyendo pigmentos, glicerol, pectinas, taninos, ácidos y sus sales) por 100 g de mosto (Bordeu y Scarpa, 1998). Considerando que en la uva, los azúcares representan cerca del 98% de los sólidos solubles, esta medida indica además la madurez de la fruta y su potencial de producción de alcohol (Reynier, 2002).

En la Figura 5 se muestra la evolución del contenido de azúcares durante el proceso de maduración.

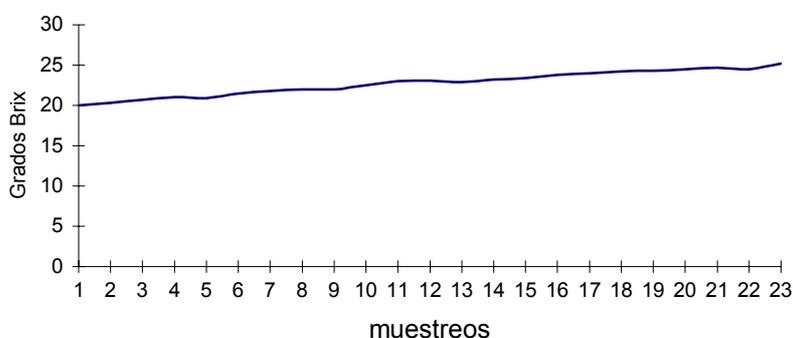


Figura 5. Evolución del contenido de sólidos solubles

La acumulación de azúcares que, en forma de glucosa y fructosa son almacenados en la uva, provienen de varios orígenes. Desde el envero la uva se enriquece a partir de las reservas acumuladas en la planta; luego los azúcares provienen de las reservas formadas diariamente en las hojas, gracias a la fotosíntesis, a lo que se suman la transformación de ácido málico en azúcares acumulables al final de la maduración (Zamora, 2003).

Así, los sólidos solubles aumentan en forma continua a medida que avanza la madurez. Esta evolución concuerda con lo descrito por Roson y Moutounet (1992) quienes señalan una acumulación constante y con lo descrito por Boulton *et al.* (1996), quienes señalan que la acumulación fisiológica de azúcar cesaría a niveles de 25-26° brix y su posterior aumento se debería a una pérdida de agua por parte de la baya en sobremadurez.

Esta sobremaduración no se puede considerar como parte de su ciclo fenológico, pues la uva resulta prácticamente aislada del resto de la planta debido a la lignificación del escobajo y el agostamiento de los sarmientos, e incluso en algunos casos provocándose, este aislamiento por torsión de los pedúnculos del racimo o separándolo de la vid. Durante esta fase, los granos de uva evaporan agua, lo que ocasiona una concentración del jugo celular, y a la vez una disminución de peso de los mismos (Zoecklein *et al.*, 2001).

En la Figura 5 se aprecia que la concentración de sólidos solubles necesarios para obtener el potencial alcohólico de 14°, se logra en la muestra 17, faltando aún 5 fechas de muestreo para obtener una madurez fenólica acorde con la producción de vinos de calidad.

La mayoría de los viñedos que producen vinos de calidad suelen tener rendimientos bajos a moderados, dado que un alto rendimiento puede retrasar la madurez, aunque se considera que la relación hoja-fruto es un factor importante que influye en la cantidad de azúcar y de otros componentes del fruto. Zoecklein *et al.* (2001) determinó que lo óptimo para la producción de sólidos solubles era una superficie de las hojas 15 cm<sup>2</sup> por gramo de fruta, para una buena concentración de azúcar.

#### Acidez titulable y pH

En la Figura 6 se aprecia la evolución del pH y acidez total durante el período de muestreo.

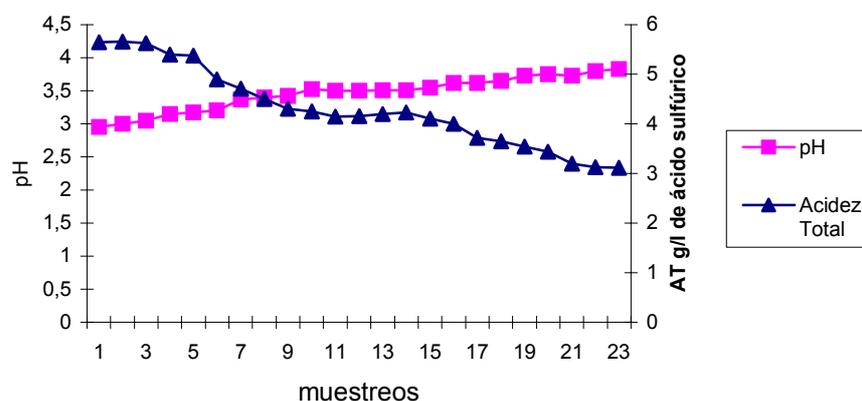


Figura 6. Evolución del pH y la acidez total

Es sabido que en el transcurso de la maduración los azúcares aumentan y la acidez baja, esto debido a una degradación de los ácidos (Ribereau-Gayon *et al.*, 1975; Coombe y McCarthy, 2000; Robinson y Davies, (2000).

En la Figura 6 se aprecia una rápida disminución de la acidez total, tomando una forma más constante (horizontal) en el último período de la maduración. Estos ácidos están representados en su mayoría por los ácidos tartárico y málico, los cuales representan más del 90% de la totalidad de los ácidos de la uva, siendo sintetizados en las hojas y sobre todo en los frutos. A pesar de su semejanza química, estos ácidos se forman por vías muy distintas, al igual que su evolución a lo largo del ciclo de maduración. Durante ésta, la acidez disminuye por combustión, neutralización y dilución con los aportes de agua en los granos de uva, a pesar de la síntesis de los mismos en los racimos y hojas (Hidalgo, 2003).

El ácido málico disminuye a medida que madura la fruta. Esta disminución se debe, bien a su transformación en azúcares o bien a su combustión respiratoria, que juega un importante papel en la producción de energía (ATP), imprescindible para que se desarrollen en la uva las reacciones de maduración (Hidalgo, 2003).

Esta reacción no tiene gran importancia en el aumento del azúcar, pero sí en la disminución de la acidez. Mientras más cálido el verano mayor es la disminución de este ácido (Zamora, 2003).

El ácido tartárico aumenta su concentración en período herbáceo, donde la multiplicación celular es muy intensa. Se caracteriza por una acumulación rápida, quedando después en el fruto en concentraciones relativamente constantes, a pesar del aumento del tamaño del fruto por la acumulación de agua (Hidalgo, 2003).

Luego, durante el período posterior al envero, los aportes que recibe por migración o síntesis, no compensan la combustión respiratoria, por lo que desciende de manera importante hasta llegar a la maduración. Esta evolución depende sobre todo de las condiciones meteorológicas del verano, pero también de la variedad de la uva y del complejo suelo-microclima, donde se asienta el viñedo. Así se observa un descenso muy rápido y regular en las semanas siguientes al envero, para desacelerar en los días que preceden a la maduración (Hidalgo, 2003).

De una manera general se puede decir que el contenido en ácido tartárico depende de las condiciones climáticas, del año y sobre todo de la humedad y temperatura, mientras que el de ácido málico, lo es del “terroir” o conjunción entre la variedad-suelo-microclima (Hidalgo, 2003).

Con respecto al pH, esta es una medida del contenido de protones libres en la solución, existiendo una relación inversa entre el pH y la acidez total titulable. Este parámetro es uno de los más importantes en los análisis básicos enológicos, ya que ejerce influencia sobre la presencia de microorganismos, el matiz del vino, el sabor; el potencial redox, sobre la razón sulfuroso libre/ sulfuroso combinado, sobre la susceptibilidad del fosfato de hierro a enturbiar entre otros (Zoecklein et *al.*, 2001).

La Figura 6 muestra un incremento del pH en cada muestreo. Según Kliewer (1977), el pH del jugo de la uva aumenta a medida que se acerca la madurez de cosecha y su alza está influenciada por la temperatura y secundariamente por la intensidad lumínica.

La tendencia de los pH de los mostos concuerda con los resultados de la acidez total, ya que al aumentar el pH, disminuye la acidez (Valdivia, 2001).

## Análisis de Polifenoles

### Método de Glories

Este método de seguimiento de madurez fenólica, trata de buscar una correlación entre los constituyentes fenólicos en las bayas, su aporte al vino y la calidad fenólica de éste, mediante la determinación de la riqueza fenólica de las uvas, así como el potencial total de antocianos (ApH1), el potencial de antocianos fácilmente extraíbles (ApH3,2) y el rol que juegan las semillas en el contenido tánico del vino (MP).

### Polifenoles totales

En la Figura 7 se muestra la evolución del contenido de polifenoles totales medidos a densidad óptica de 280nm (DO280) de la solución de extracción a pH 3,2 durante el proceso de maduración.

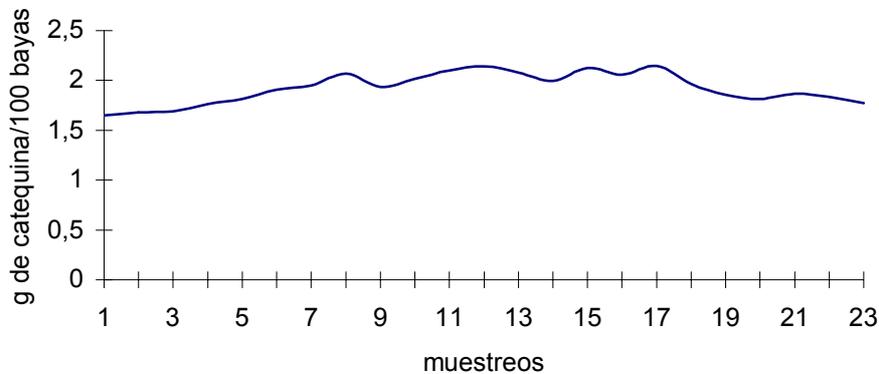


Figura 7. Evolución del contenido de polifenoles totales medidos a pH 3,2

Al igual que la medición de fenoles totales del método de Rothschild, a medida que se acerca la cosecha, los polifenoles van aumentando, registrándose al final de la curva una leve baja que puede estar dada por la disminución de los taninos de la semilla. Así los polifenoles totales en hollejo aumentan y los polifenoles totales de semilla disminuyen durante la madurez (Duarte, 2001).

### Índice de madurez de pepa (MP)

En la Figura 8 se aprecia el nivel de evolución del índice de madurez de pepa.

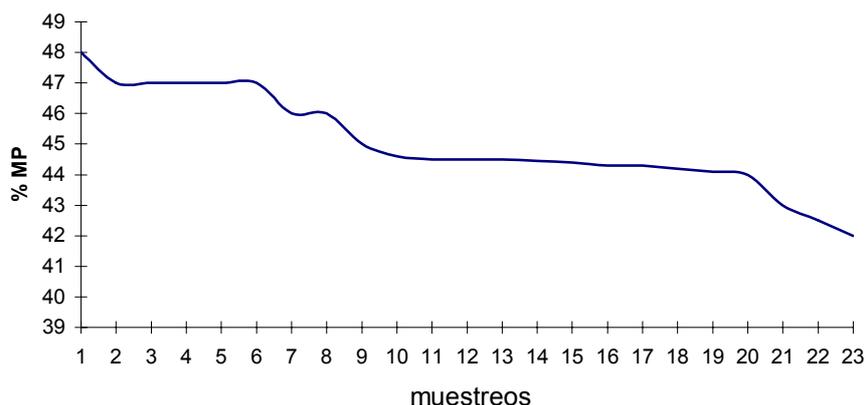


Figura 8. Evolución del porcentaje del índice MP

Este índice calculado como la  $(A_{280} \cdot (A_{pH3,2} \cdot 40) / A_{280}) \cdot 100$ , representa en porcentaje la contribución de los taninos de la semilla al contenido fenólico total de la uva, el cual debe bajar durante la maduración debido a reacciones de polimerización de los taninos extraíbles (Barceló, 1997; Harbertson *et al.*, 2002). La curva de la Figura 8 es similar a los resultados expuestos Müller (2001), donde hay una clara tendencia a la disminución.

Marquette (1999) señala que mientras mayor sea este porcentaje, mayor será el riesgo de obtener vinos astringentes. Comparando los valores de la Figura 8 con antecedentes europeos, los cuales fluctúan alrededor del 30%, los valores de MP son altos, lo que indicaría que el aporte de los taninos de las pepas al vino puede ser elevado, resultando vinos duros y astringentes (Müller, 2001). Si bien, dichas formas tienen un grado de polimerización adecuado, los vinos pueden tener mayor estructura, cuerpo y estabilidad de color (Zoecklein *et al.*, 2000).

### Cantidad de antocianos totales y extraíbles y el índice de Madurez Celular (EA)

Este método permite determinar la extractibilidad celular, lo que representa la aptitud de la uva para liberar los antocianos. Mientras más débil sea el índice, más fácilmente extraíble serán éstos. A medida que avanza la madurez, este índice disminuye porque la “diferencia” de los antocianos totales (ApH1) y los fácilmente extraíbles (ApH3.2) se reduce (Marquette, 1999).

Los antocianos ApH1 se asimilan a los antocianos totales presentes en la uva, mientras que los antocianos del extracto ApH3,2 se asimilan a aquellos que serán extraídos durante la vinificación. Mientras que EA% representa el porcentaje de antocianos que no serán extraídos (Zamora, 2003).

En teoría los antocianos potenciales deberían aumentar durante el proceso de maduración hasta alcanzar un valor máximo, al igual que los extraíbles (Zamora, 2003).

En la Figura 9 se muestra la cantidad total y extraíbles de antocianos.

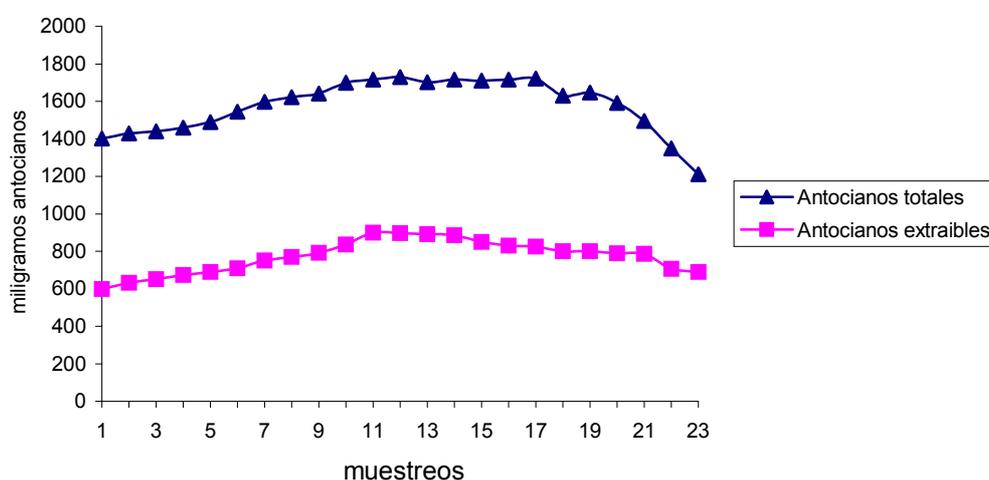


Figura 9. Evolución de los antocianos ApH1 y ApH3,2

En ambas curvas de antocianos (totales y extraíbles) se ve un aumento en las curvas desde la pinta hasta llegar a un máximo, para luego iniciar una disminución progresiva en

el período de sobremaduración, coincidiendo con la curva de antocianos totales del método de Rothschild. Para escoger la fecha óptima de vendimia, en función a estos parámetros deberíamos apuntar hacia valores de antocianos potenciales altos (más de 1000 mg/L) (Zamora, 2003).

En la Figura 10 se presenta la capacidad de la uva para liberar antocianos. Este índice oscila entre un 10 y 60% para lograr una vendimia de calidad.

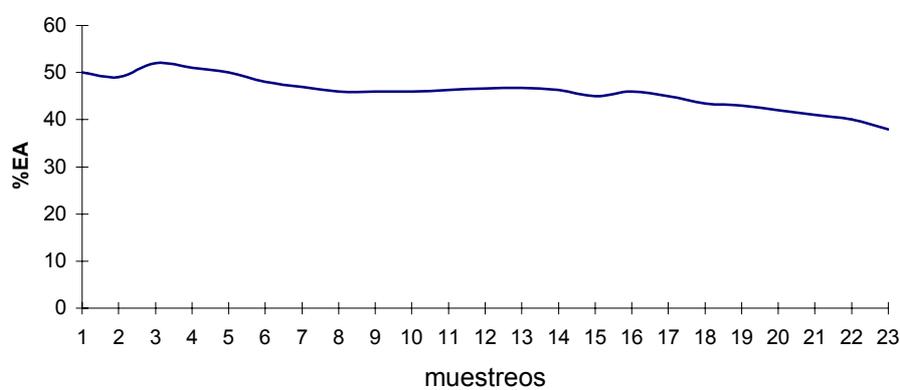


Figura 10. Evolución del índice EA%

En la Figura anterior se puede apreciar que en general hay una disminución de este índice hasta el momento de vendimia, registrándose una lenta caída llegando a niveles de un 38%. Esto coincidiría con lo expuesto por diversos autores (Marquette 1999; Amrani y Glories 1996 y Saint Cricq *et al.*, 1998). Ellos señalan que el EA% va disminuyendo a medida que transcurre la madurez, debido a un proceso de degradación de las membranas peliculares debido a la presencia de enzimas pectinesterasas y poligalacturonasas, las cuales van aumentando a medida que avanza la madurez y van haciendo cada vez más pequeña la diferencia entre la ApH1 y ApH3,2.

El método de Glories en base a los resultados de sus índices: ApH1, EA% y MP, entrega algunas recomendaciones sobre el manejo de la vinificación (Glories, 2001). Aunque la madurez tecnológica coincide con el máximo de polifenoles totales, existe un

desfase con la medición de taninos aportados por la semilla (MP) y el índice de madurez celular, lo que se traduce en un mayor aporte de taninos de semilla y una baja entrega de antocianos, lo que se evitaría en fechas próximas a la madurez tecnológica.

En este ensayo los índices tienen valores de 1200 mg/L (ApH1), 38% (EA) y 42% (MP) respectivamente, lo que según Glories (2001) correspondería a uva con un alto potencial antocianico, con mediana extractibilidad, pero rica en taninos de semilla. Según estas condiciones, este autor recomendaría una maceración pre-fermentativa inicial, seguida de un aumento rápido de la temperatura y gran cantidad de remontados al inicio de la fermentación, para disminuir tanto la temperatura como la frecuencia de los remontados desde mediados de la fermentación, para así no favorecer la extracción innecesaria de los taninos de semillas.

#### Método Barón de Rothschild

Este Método de seguimiento de la madurez fenólica se basa en la evolución de antocianos en el transcurso de la maduración, además del seguimiento en paralelo de los polifenoles totales (Marquette, 1999).

El método Barón de Rothschild, sólo mide los compuestos fenólicos de los hollejos, por lo cual se produce una diferencia en el contenido de los fenoles totales en comparación con el método de Glories.

#### Fenoles Totales

Los polifenoles de mayor importancia enológica se encuentran ubicados en el hollejo de la uva, siendo los antocianos y taninos los más importantes. Los antocianos se sitúan en las vacuolas o en estructuras especializadas de las células del hollejo (antocianoplastos), siendo más ricos las células que se encuentran en la hipodermis, mientras que los taninos se distribuyen también en las mismas capas de células, pudiendo

estar libres dentro de las vacuolas o inmovilizados dentro de la pared celulosapéctica de la célula. Esta riqueza fenólica del hollejo es muy variable, dependiendo de la variedad de uva y de su grado de madurez (Hidalgo, 2003).

La Figura 11 muestra la evolución de la concentración de los fenoles totales en los hollejos.

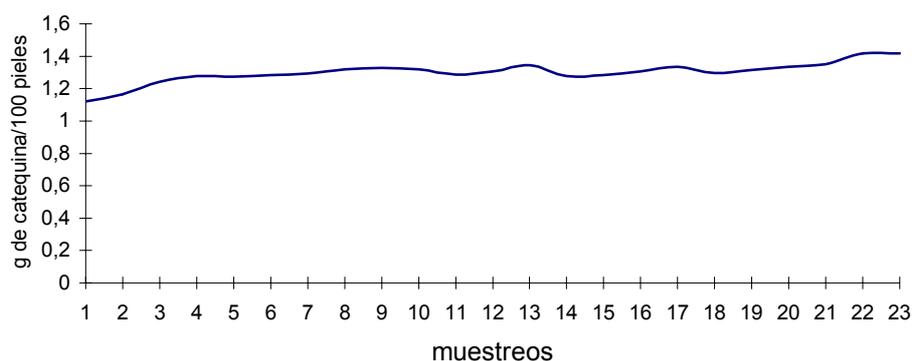


Figura 11. Evolución de los fenoles totales de los hollejos

Se puede afirmar que a medida que se acerca la cosecha existe un aumento en la concentración de fenoles totales en el hollejo. Esto concuerda con lo señalado por varios autores (Ribereau-Gayon *et al.*, 1975; Blázquez, 1996; Venencie *et al.*, 1997; Saint-Cricq, 1999; Haselgrove *et al.*, 2000, citado por Duarte 2001).

#### Antocianos totales.

Este grupo de compuestos es el responsable de dar el color a las uvas rojas y negras. Representan una parte importante tanto a nivel cualitativo como cuantitativo de los flavonoides. Están localizados en los hollejos y en las primeras tres o cuatro capas celulares del hipodermo, contribuyendo de manera directa al color de los vinos tintos. A nivel celular se encuentran en las vacuolas en organelos especializados denominados antocianoplastos (Flanzy, 2000).

Los antocianos se encuentran en la uva entre 500 a 3000 mg/Kg; estas concentraciones se pueden ver afectadas por condiciones climáticas como variaciones anuales de temperatura y luminosidad. Las temperaturas muy altas no son las más favorables, incluso a más de 35 °C se inhibe la síntesis de antocianos, siendo ideales las temperaturas diurnas constante de 17 a 26°C, unidas a noches frías. Esto acompañado de una buena iluminación y la escasez de nitrógeno, contribuyen a la formación de estos compuestos (Hidalgo, 2003).

El color de los antocianos en solución depende del medio. En efecto, los antocianos existen en solución bajo diversas formas en equilibrio. Estos equilibrios están regidos por el pH de la solución y la formación de complejos con los iones metálicos (Flanzy, 2000).

A pH bajo 4,0, las principales formas de equilibrio son el cation flavilio de color rojo y su pseudobase incolora, siendo visible menos del 50 % de este color a pH superiores a 3,0 (Zoecklein *et al.*, 2000).

En la Figura 12 se aprecia la evolución de la suma de todas las antocianinas determinadas en las muestras por cromatografía líquida de alta eficacia acoplada a un detector de fotodiodos alineados (HPLC-DAD).

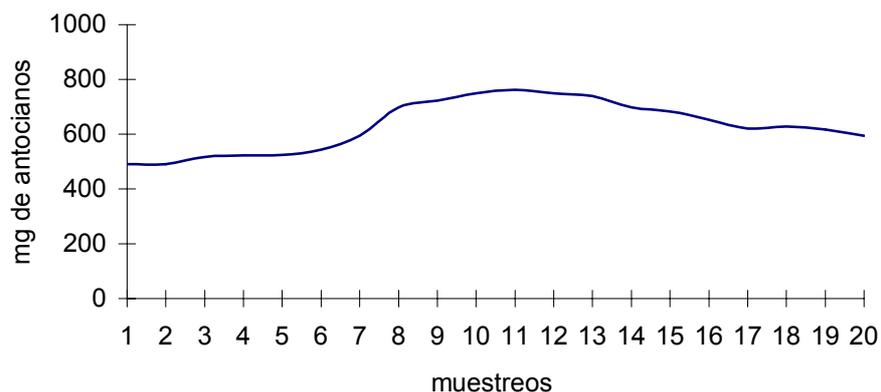


Figura 12. Evolución de la cantidad de antocianos

Los antocianos presentan una mayor acumulación en las primeras etapas de la maduración. Es decir, durante los primeros 50 dd. de pinta, mientras que pasado este máximo se percibe una disminución debido a un fenómeno de senescencia de la baya. Este descenso se debe a la oxidación de los antocianos de la baya (Flanzy, 2000).

Durante este fenómeno de envejecimiento celular, se constata una disminución importante de la cohesión entre las células, con una degradación de las paredes y membranas celulares (Marquette, 1999).

Como consecuencia del aumento de la extractibilidad de los antocianos, se obtiene como resultado vinos a menudo más ricos y equilibrados, a pesar de la ligera disminución analítica del tenor de antocianos (Marquette, 1999).

#### Análisis individualizado de antocianos

A continuación se presenta la evolución de los nueve principales antocianos presentes en los hollejos, durante la maduración de la uva de la variedad Cabernet Sauvignon.

En la Figura 13 se muestra un cromatograma tipo de una muestra de vino Cabernet Sauvignon. Para la asignación de identidad de los nueve principales antocianos presentes en el vino se co-inyectaron aquellos de los cuales se disponen en el comercio. Para aquellos que no se encuentran disponibles comercialmente se compararon las retenciones obtenidas con el método respecto a las obtenidas por Marx *et al.*, (2000).

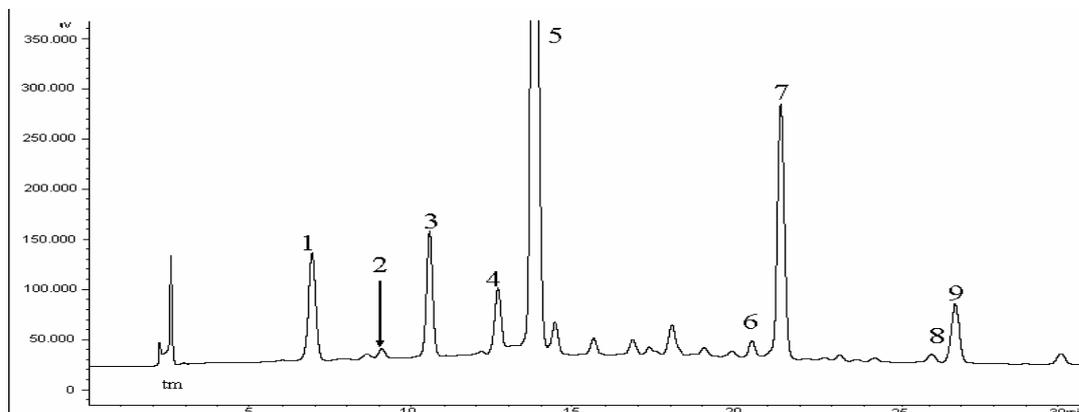


Figura 13. Cromatograma tipo de antocianos en una muestra de vino Cabernet Sauvignon 1: Delfinidina-3-glucósido, 2:Cianidina-3-glucósido ; 3: Petunidina-3-glucósido ; 4: Peonidina-3-glucósido ; 5: Malvidina-3-glucósido ; 6: Peonidina-3-acetilglucósido ; 7: Malvidina-3-acetilglucósido ; 8: Peonidina-3-cumarilglucósido ; 9: Malvidina-3-cumarilglucósido.

El color de las uvas negras se atribuye a la presencia de miembros de un gran grupo de pigmentos vegetales, las antocianinas, que se encuentran en forma de glicósidos. La glicosilación consiste en la unión de residuos azucarados simples o di y tri-sacáridos a varios hidroxilos, o combinación de estas formas. En las variedades de *Vitis vinifera* L., los pigmentos están en forma 3-glucósidos (unidos al carbono 3), mientras que en otras especies se encuentran 3,5-diglucósidos (Zoecklein *et al.*, 2001).

En las uvas negras se encuentran generalmente 5 antocianinas: 3-D-glucósido de malvidina, de delfinidina, de peonidina, de cianidina, de petunidina. De ellas el pigmento más común de las variedades *Vitis vinifera* es el 3-D-Glucósido de malvidina (Zoecklein *et al.*, 2001).

En la Figura 14 se puede ver las 6 formas de antocianos presentes en el extracto que se encuentran en mayor concentración.

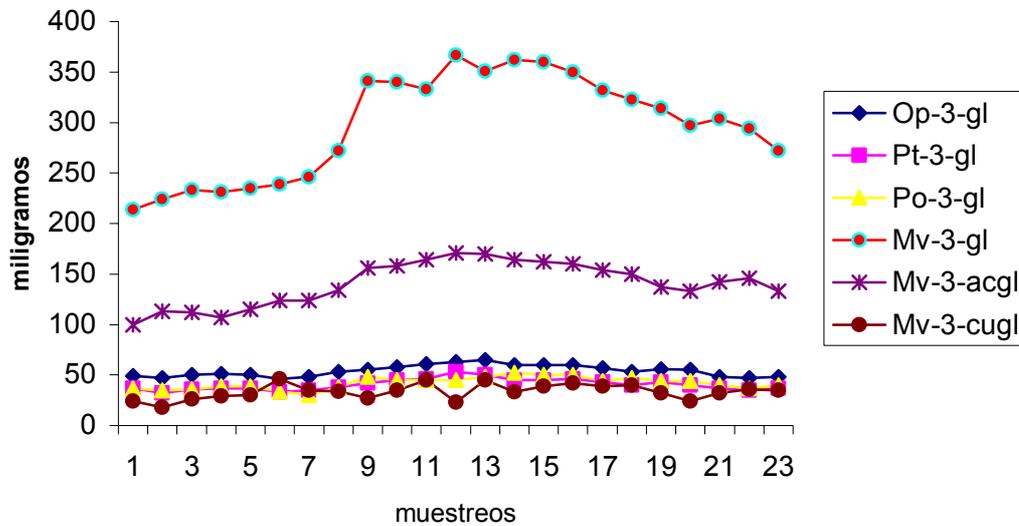


Figura 14 .Antocianos presentes en el extracto de uva Cabernet Sauvignon: Delfinidina-3-glucósido, Petunidina-3-glucósido, Peonidina-3-glucósido, Malvidina-3-glucósido, Malvidina-3-acetilglucósido, Malvidina-3-cumarilglucósido.

La Malvidina-3-glucósido es el compuesto que se encuentra en mayor concentración, siendo este antociano el que se toma como patrón para confeccionar la curva que cuantifica las concentraciones de los demás compuestos.

La mayoría de los diferentes antocianos se encuentra a lo largo de la maduración en concentraciones constantes, sin sufrir grandes cambios a diferencia de la Malvidina-3-glucósido y Malvidina-3-acetilglucósido, los cuales tienen un aumento en la concentración durante el transcurso de la maduración hasta llegar a un máximo, para luego empezar a descender.

Según estos resultados, serían estos últimos dos compuestos los responsables del aumento en la concentración de antocianos que se ve en las curvas de antocianos totales.

El resto de los cuatro antocianos presentes, juegan un papel no menos importante. Aunque separadamente no cuantifican en gran cantidad, la suma de ellos tiene un papel importante en la concentración final de los antocianos totales del extracto.

La Figura 15 presenta los 3 antocianos que se encuentran en menor concentración.

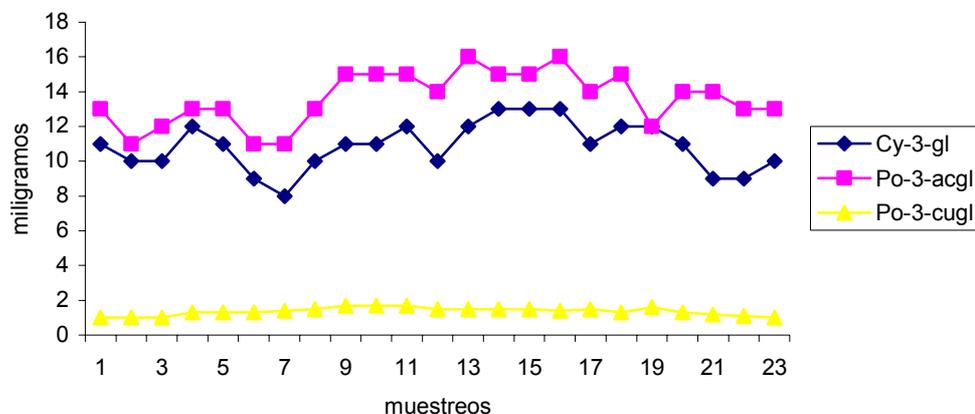


Figura 15. Antocianos presentes en el extracto de uva Cabernet Sauvignon: Cianidina-3-glucósido, Peonidina-3-acetilglucósido, Peonidina-3-cumarilglucósido

En la Figura anterior se puede observar los tres antocianos de menor concentración en el medio, siendo la peonidina-3-cumarilglucósido la que tiene los valores más bajos del resto de los 9 antocianos. Estos 3 compuestos no aportan una gran cantidad de miligramos a la suma total de antocianos, y se encuentran en bajas concentraciones.

Adicionalmente en este método de investigación se realizaron los análisis de Taninos Totales, Grado de Polimerización de Taninos Condensados (GPTC) e Índice de Taninos.

### Taninos totales

Dada la importancia de estos compuestos, por ser las principales sustancias que participan en la astringencia de los vinos tintos, dada por su particularidad de combinarse con las proteínas de la saliva, perdiendo esta su capacidad lubricante (Flanzy, 2000).

Estos compuestos se encuentran mayoritariamente en la semilla con aproximadamente un 60 %, mientras que en los hollejos sólo encontramos un 4%, que a

pesar de estar en menor cantidad, son estos últimos los de mayor importancia dada su facilidad de extracción (Zoecklein *et al.*, 2000) y por presentar estructuras más complejas, con altos grados de polimerización que varían poco durante la maduración, uniéndose a proteínas y polisacáridos del hollejo, comunicando sensaciones sensoriales muy apreciables de tipo más suaves (Hidalgo, 2003).

Para determinar taninos totales se utilizó el método que se basa en la reacción de Bate-Smith, la cual realiza una extracción en condiciones ácidas y de calor, lo que permite la disociación de los taninos condensados y la formación de cianidina, para su posterior cuantificación (Zamora, 2003).

En la Figura 16 se observa la evolución de los taninos totales de hollejos.

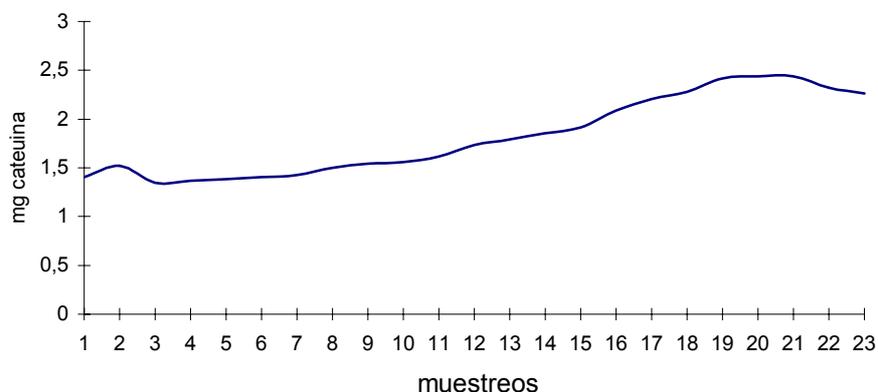


Figura 16. Evolución de los taninos totales

En la Figura 16 se puede observar un aumento en el contenido de taninos totales de los hollejos durante la maduración de las bayas, coincidiendo con los resultados obtenidos por diversos autores (Ribereau-Gayonet *et al.*, 1975; Marquette, 1999; Duarte, 2001; Lisoni, 2001). Ellos afirman que durante el transcurso de la maduración de las bayas, se produce un aumento en el tenor de taninos de los hollejos y paralelamente una disminución de los taninos de la semilla.

A pesar que la madurez tecnológica ocurre 14 días antes de la máxima concentración de taninos en los hollejos, los mayores aportes de estos compuestos se traducen en mejoras organolépticas en el vino, otorgando más cuerpo y estabilidad en el color (Hidalgo, 2003).

### Grado de polimerización de taninos condensado

El índice de polimerización tiene relación con la sensación táctil de astringencia en las uvas al momento de cosecha, y su posterior paso al vino (Flanzy, 2000).

Los taninos condensados o proantocianidoles, corresponden a los monómeros y oligómeros de flavanoles, los cuales se localizan principalmente en la semilla, aunque están distribuidos en todas las partes sólidas del racimo (Hidalgo, 2003).

Los principales flavanoles monómeros de la uva son la (+)-catequina y su isómero (-)-epicatequina. A medida que la baya va alcanzando su madurez, monómeros y oligómeros se van polimerizando, produciendo una disminución cuantitativa en los taninos poco polimerizados, volviéndose así más “flexibles” y menos agresivos al paladar, debido a que la polimerización disminuye su reactividad con las proteínas salivales, dando como consecuencia una disminución de la astringencia (Flanzy, 2000).

La cuantificación de los taninos poco condensados es de forma selectiva y se realiza mediante el método del aldehído *p*-dimetilaminocinamaldehído (DMACH), aldehído propuesto por Vivas *et al.*, (1994), el cual en medio ácido reacciona con dímeros de flavanoles, no así, con fenoles simples, que son los que se cuantifican (Zamora, 2003).

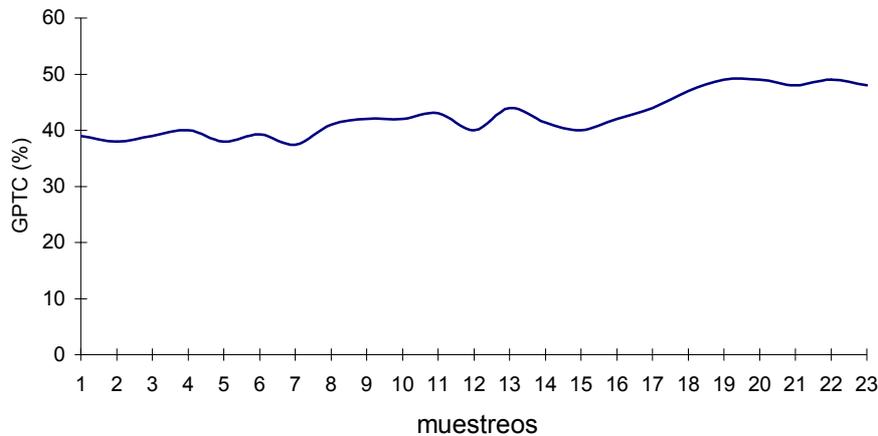


Figura 17. Determinación del grado de polimerización de taninos concentrados

En la Figura 17 se puede afirmar que en general hacia la cosecha se observa un aumento del grado de polimerización de taninos durante la madurez, coincidiendo con resultados obtenidos por Duarte (2001). A medida que las uvas maduran, los fenoles polimerizan disminuyendo su astringencia. Esta polimerización, junto con la disminución de la acidez resultante de la maduración, disminuye la agresividad de los taninos de las bayas (Zoecklein *et al.*, 2001).

Con el dato del grado de polimerización de taninos, más los datos de los taninos totales, se entiende la importancia de la medición de los compuestos fenólicos de esta familia, como una herramienta en la determinación del momento óptimo de cosecha. Si se analiza los compuestos que se extraen al momento de alcanzar la madurez tecnológica, se aprecia la cantidad de taninos astringentes que se extraen al medio, en comparación a la cantidad y calidad de los taninos extraíbles que se logra al esperar una mayor maduración de la uva al momento de cosecha (sobremaduración de la baya). Con esto los compuestos que se traspasarán al vino, serán de una calidad sensorial superior, logrando vinos más complejos y menos astringentes.

## Índice de taninos

El índice de taninos expresa el contenido de taninos capaces de combinarse con azúcares, sales o proteínas. Para su medición se utilizan dos métodos, siendo uno el índice de etanol y otro el índice de gelatina (Zamora, 2003).

Índice de etanol En la Figura 18, se muestra el índice de etanol, el cual mide los taninos que, al combinarse con sales y polisacáridos, son precipitados por adición de alcohol. Así la medición antes y después de la precipitación, permite determinar las características de estas sustancias y su comportamiento.

Estas procianidinas que forman complejos con péptidos y polisacáridos mediante la participación de interacciones similares a las que se originan con las proteínas, se produce la precipitación o no según la naturaleza concreta de la molécula acomplejante. En el caso de que el complejo formado permanezca en disolución, se producirá una disminución de la astringencia, ya que al estar bloqueados los grupos OH, éstos no podrán unirse a las proteínas de la saliva (Zamora, 2003).

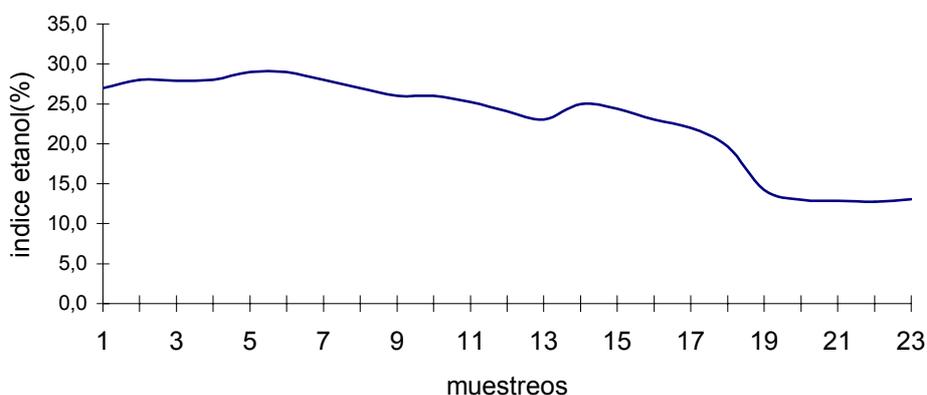


Figura 18. Evolución del índice de etanol

Como se aprecia en la Figura 18 los valores del índice de etanol van decreciendo hacia el momento de la cosecha, coincidiendo con los resultados obtenidos por Duarte (2001), Lisoni (2001) en uvas del cv. Cabernet Sauvignon, donde se observa un aumento en

el grado de unión de taninos con sales y polisacáridos seguido de una disminución progresiva de este índice hasta la cosecha. Este fenómeno ocurre por el aumento en el contenido de sales (fundamentalmente de ácidos orgánicos como el ácido tartárico) y de azúcares que aumentan durante la maduración de la baya en los hollejos y células circundantes de la pulpa (Zoecklein *et al.*, 2001).

Índice de gelatina En la Figura 19 se muestra el índice de gelatina, el cual expresa la sensación de astringencia. Esta sensación tiene directa relación con el grado de polimerización de los taninos y el número de unidades que lo forman; así el máximo nivel de astringencia lo presentarían los compuestos con cuatro unidades de monómeros y el máximo nivel de amargor, con polímeros de nueve unidades (De Freitas, 1995).

Mientras más elevado sea el valor del índice de gelatina, más áspero y astringente es el extracto; valores sobre el 60% indicarán que se trata de extractos cargados de taninos muy astringentes, valores por debajo del 35%, indicarán extractos con poco cuerpo (Zamora, 2003).

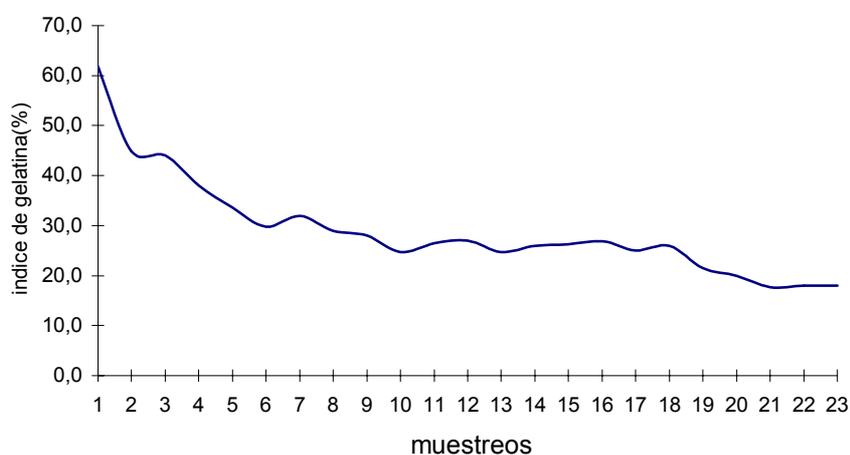


Figura 19. Evolución del índice de gelatina

En el caso del índice de gelatina, que mide el nivel de astringencia, se aprecia una disminución durante la maduración de la baya, llegando a niveles bajo el 35%. A esto hay

que sumar la adición de taninos que aporta la semilla en el momento de vinificar el extracto. Esta disminución podría deberse a la mayor concentración de taninos condensados que se encuentran al final de la maduración, por la capacidad de los mismos de polimerizar y precipitar (Zoecklein *et al.*, 2001).

### Correlación de análisis realizados a las bayas

Se realizó correlaciones entre dos variables, que correspondieron a análisis básicos y análisis de compuestos fenólicos. Todas las correlaciones se efectuaron a lo largo de la maduración de las bayas.

Es necesario tener en cuenta que el coeficiente de correlación no indica un porcentaje, sino más bien una medida de la fuerza de la asociación en una escala de -1 a 1. Además es incorrecto interpretar el coeficiente de correlación en una escala de clasificación, ya que el problema con las clasificaciones es que lo que constituye una alta o baja correlación depende de qué y con qué está siendo correlacionado y que uso se va a hacer del coeficiente ( $r$ ) una vez que se ha computado (Kirk, 1984, citado por Duarte, 2001).

En las Figura 20 y 21 se muestra la comparación de ambos métodos en relación del contenido de antocianos relacionado con el peso de las bayas.

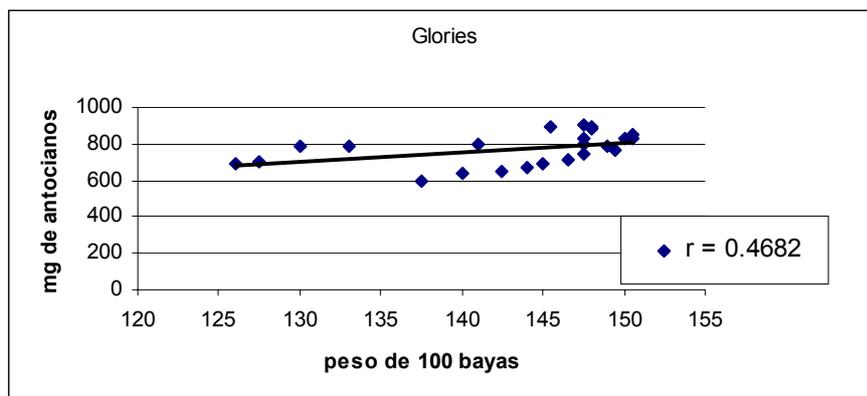


Figura 20. Correlación entre el peso de 100 bayas y los antocianos medidos por el método de Glories

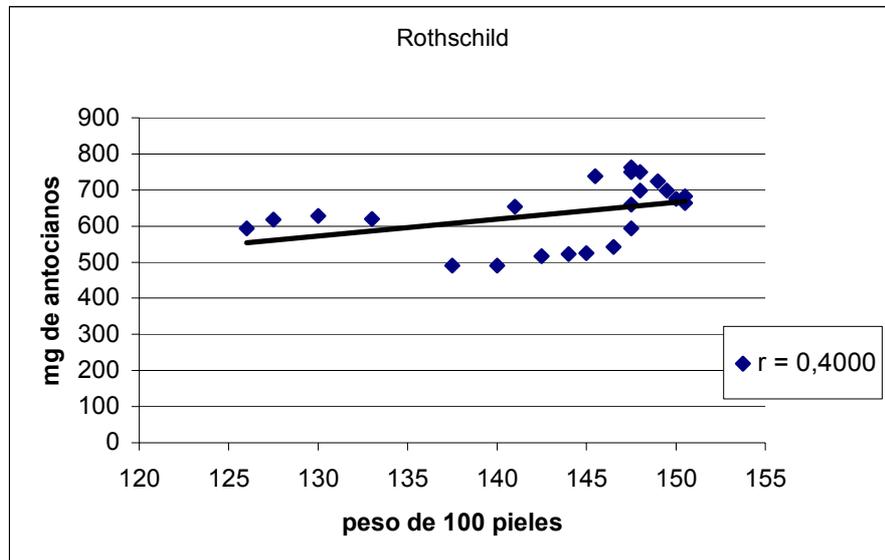


Figura 21. Correlación entre el peso de 100 bayas y los antocianos medidos por el método de Rothschild

En ninguna de las dos correlaciones (Figura 20 y 21), hay una gran asociación entre la evolución de los antocianos y el peso de 100 bayas durante la maduración, tanto en el método de Rothschild y Glories.

En ambos casos hay una correlación muy parecida con valores (r) de 0,4, la que si bien indica una correlación positiva, la asociación es leve. Pero si hay una tendencia que indica que si el peso de las bayas aumenta, la cantidad de antocianos lo hace en igual sentido.

En las Figuras 22 y 23 se muestra la comparación de ambos métodos en cuanto a su contenido de fenoles en relación al peso de bayas.

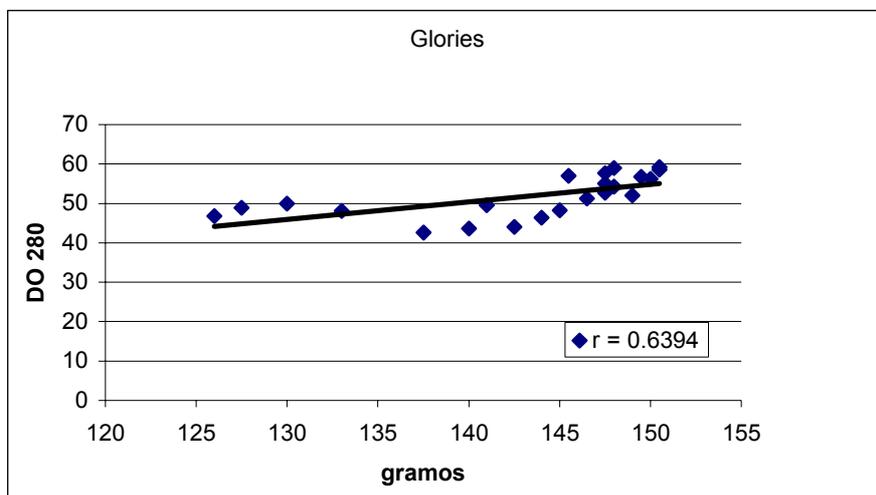


Figura 22. Correlación entre el peso de 100 bayas y los Fenoles medidos por el método de Glories

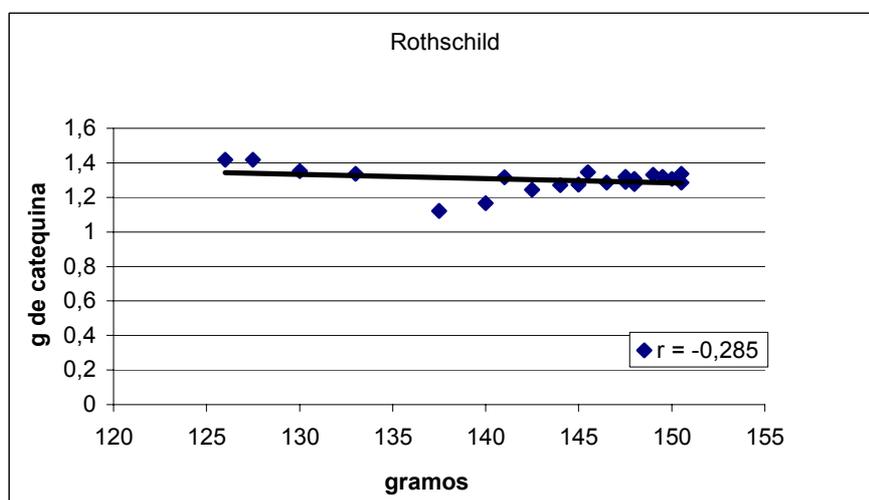


Figura 23. Correlación entre el peso de 100 bayas y los Fenoles medidos por el método de Rothschild

En la Figura 22 se ve una correlación negativa muy leve, la cual no indica una tendencia a disminuir la cantidad de fenoles totales, no así la Figura 23 en la cual existe una fuerte tendencia de asociación, aquí el coeficiente se acerca más a una correlación perfecta, lo que nos indica que si aumenta el peso de las bayas, hay un aumento en la cantidad de fenoles totales. Esta diferencia se debe a que en el método de Rothschild sólo se midieron los fenoles que se encuentran en los hollejos, los cuales, a medida que empieza la etapa de sobremaduración, van disminuyendo su concentración, no así en el método de Glories, en el cual se miden los fenoles de toda la baya (hollejo, pulpa, semilla).

Como una discusión final de este trabajo y como producto del estudio de dos métodos de determinación de “madurez fenólica” en uvas, es posible señalar que:

El método de Glories entrega una visión más global del comportamiento de los compuestos fenólicos durante la maduración de las bayas. Además este método entrega una fecha óptima de cosecha (muestra 23), diferente a la basada en los parámetros tradicionales de madurez como son el pH, acidez total y sólidos solubles.

El método Barón de Rothschild entrega información detallada del comportamiento de la fracción fenólica más importante en la maduración de la uva, con el fin de la elaboración de vinos de calidad, obteniendo resultados objetivos, tanto cualitativos como cuantitativos de las variables analizadas, entregando parámetros reales para determinar una fecha tentativa de cosecha. Este método aunque no coincide con la fecha óptima de madurez tecnológica, usada tradicionalmente para iniciar una vendimia, presenta en las curvas de análisis una relación lógica de la evolución de los compuestos fenólicos presentes en el medio.

En relación a la información que entrega ambos métodos, tanto Barón de Rothschild como Glories tienen un comportamiento coincidente a estudios previos nacionales e internacionales, siendo aplicables en la maduración de los viñedos chilenos, con diferencias en la entrega de información, siendo Barón de Rothschild el más completo en el seguimiento de la madurez fenólica.

## CONCLUSIONES

Del estudio de dos métodos de evaluación de “madurez fenólica” realizado y para las condiciones del presente trabajo, es posible concluir que:

- El nivel de información entregado por los métodos evaluados para determinar “madurez fenólica” de uvas del cv. Cabernet Sauvignon es diferente, resultando complementarios y buenas herramientas a la hora de definir el momento óptimo de cosecha.
- Para la aplicación de ambos métodos sería necesario hacer un seguimiento por un período de tiempo más prolongado en el mismo sector por varias temporadas, para conocer el comportamiento de los parámetros medidos en la zona y viñedos específico, con el fin de dar mayor validez y utilidad tecnológica a los resultados obtenidos con los métodos de “madurez fenólica” evaluados.

## LITERATURA CITADA

AGUSTIN, M. et GLORIES, Y. 1991. Maturité phénolique des raisins rouge. Application au millésime 1991. Rapport des activités de recherches 1990-1992. Institut d' Oenologies, Université de Bordeaux II. 57p.

AMRANI, K et GLORIES, Y. 1996. Isolement des protoplastes de pellicules de raisin et optimisation de leur rendement. Intern. Sci. Vigne Vin. (30): 41-45

BARCELO, J. 1997. La gestion de la maturation: le premier acte oenologique. Incidence sur les profils de vins de Syrah dans les Cotes de Rhone. Revue Francaise d' Œnologie, 7 (165) : 38-47 p.

BATE-SMITH, E. 1981. Astringent tannins of the leaves of germain species. Phytochem. (20): 211:216.

BELLINI, M. 1998. Comment fixer la date de recolte?. Viti (231): 40-42.

BORDEU, E y SCARPA, J. 1998. Análisis Químico del Vino, Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile, 253 p.

BOULTON, R., SINGLETON, V., BISSON, L. and KUMKEE, R. 1996. Principles and Practices of Winemaking. David: University of California. 310 p.

COOMBE, B., and McCARTHY, M. 2000. Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. Australian Journal of Grape and Wine Research (6): 131-135.

DE FREITAS, V. 1995. Recherches sur les tanins condensés : Application à l' étude des structures et propriétés des procyanidines du raisin et du vin. Thèse de doctorat et science, Université de Bordeaux II. 182 p.

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

FLANZY, C. 2000. Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos. Ediciones AMV Ediciones Mundi-prensa, Madrid, España, 783 p.

GARCÍA-BARCELÓ, J. 1990. Técnicas analíticas para el vino. Ediciones FAB. Barcelona, España. 1713 p.

GLORIES, Y. 1978. Recherches sur la matière colorante des vins rouge. Thèse doctorat d'état, Université de Bordeaux II. 364p.

GLORIES, Y. 2001. Caractérisation du potentiel phénolique. Adaptation de le vinification. Progrese agricole et viticole. 118 (15) : 347-350.

GLORIES, Y. et AMRANI, K. 1992. Définition et la qualité des raisins. Relation avec celle du Vin. Rapport des Activités de recherche 1990-1992. Institut d' Oenologie, Université de Bordeaux II. 89 p.

GONZALES-SAN JOSÉ, M. and SANTA MARÍA, C. 1990. Anthocyanins as parameter for differentiating wines by grapes variety, wine-growing region and wine making methods. Journal of Food Composition and Analysis 3: 54-66.

HARBERTSON, J., KENNEDY, J. and ADAMS, D. 2002. Tannins in skins and seeds of Cabernet Sauvignon, Syrah and Pinot Noir berries during Ripening. American Journal Enology and Viticulture, 53 (1): 54-59.

HERNÁNDEZ, A. y TIRADO, E. 1991. Polifenoles en la Parra. En: Cuarta Jornada Vitivinícolas. Santiago, Universidad de Chile, p.164-182

HIDALGO, J. 2003. Tratado de Enología. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 1417 p.

KELLER, M. and HRAZDINA, G. 1998. Interaction of Nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. Effects on Anthocyanin and Phenolic development during grape ripening. *Am. J. Enol. Vitic.* 49(3): 341-349

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

LISONI, N. 2001. Efecto del vigor y del grado de madurez de las bayas sobre la fracción polifenólica de los hollejos en el cv. Cabernet Sauvignon (L.). Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Chile. 57 p.

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

MARX, R.; HOLBACH, B. and OTTENEDER, H. 2000. Determination of nine characteristic Anthocyanins in Wine by HPLC, O.I.V. f.v N°1104 2713/100200

MÜLLER, F. 2001. Evaluación de índices de madurez fenólica en el cepaje Cabernet Sauvignon. Memoria Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 71 p.

PEYNAUD, E. 1996. L'etat de maturité conditionne la qualite et meme le type de vin: Le vin n'est pas tout le raisin. *Chambre d'agriculture de la Gironde-Service Vigne.* 13: 1-45

PEYRON, D. 1998. Le potentiel polyphenolique du Pinot Noir. *Oenologies*, (170): 42-45

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

RIBÉREAU-GAYON, J., PEYNAUD, E., RIBÉREAU-GAYON et SUDRAUD, P. 1975. Traité de oenologie. Dunod. Paris, Francia. 496 p.

ROBINSON, S. and DAVID, C. 2000. Molecular biology of grape berry ripening. Australian Journal of Grape and Wine Research (6): 178-188.

ROSON, J. et MOUTOUNET, M. 1992. Quantités d'anthocyanes et de tanins des raisins de quelques cépages du sud-ouest en 1998. Oenologies (135): 17-27.

SAINT-CRICQ, N., VIVAS, N. et GLORIES, Y. 1998. Apports récents à l'interprétation des critères de la qualité des vin rouge, Oenologies (169): 19-25.

SOUQUET, J., CHEYNIER, V., BROSSAUD, F. and MOUTOUNET, M. 1996. Polymeric Proanthocyanidins from grapes skins. Phytochemistry, 43(2):509-512 .

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

VENENCIE, C.; VIDEAU, B. Y MICHEL, D. 1998. Controle maturité: analyse des pellicules ou des baies entieres. R.F.Oe. (169) p.134-139

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

WATSON, B.; PRICE, S.; LOMBART, P.; CREASY, G. and YORGEY, B. 1992. Anthocyanin content of Oregon Pinot Noir Fruit and wine: effect of vintage, fruit maturity and viticultural practices. Am. J. Enol. Vitic. 43 (4):222-225.

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

ZOECKLEIN, B., FUGELSAND, K., GUMP, B. y NURY, F. 2001. Análisis y producción de vinos. Editorial Acribia, Zaragoza, España 613p.

## APENDICE I

<b>N° muestra</b>	<b>Día de muestra</b>
1	20 dd pinta
2	23 dd pinta
3	26 dd pinta
4	29 dd pinta
5	32 dd pinta
6	35 dd pinta
7	38 dd pinta
8	41 dd pinta
9	44 dd pinta
10	47 d pinta
11	50 dd pinta
12	53 dd pinta
13	56 dd pinta
14	59 dd pinta
15	62 dd pinta
16	65 dd pinta
17	68 dd pinta
18	73 dd pinta
19	76 dd pinta
20	79 dd pinta
21	82 dd pinta
22	85 dd pinta
23	87 dd pinta

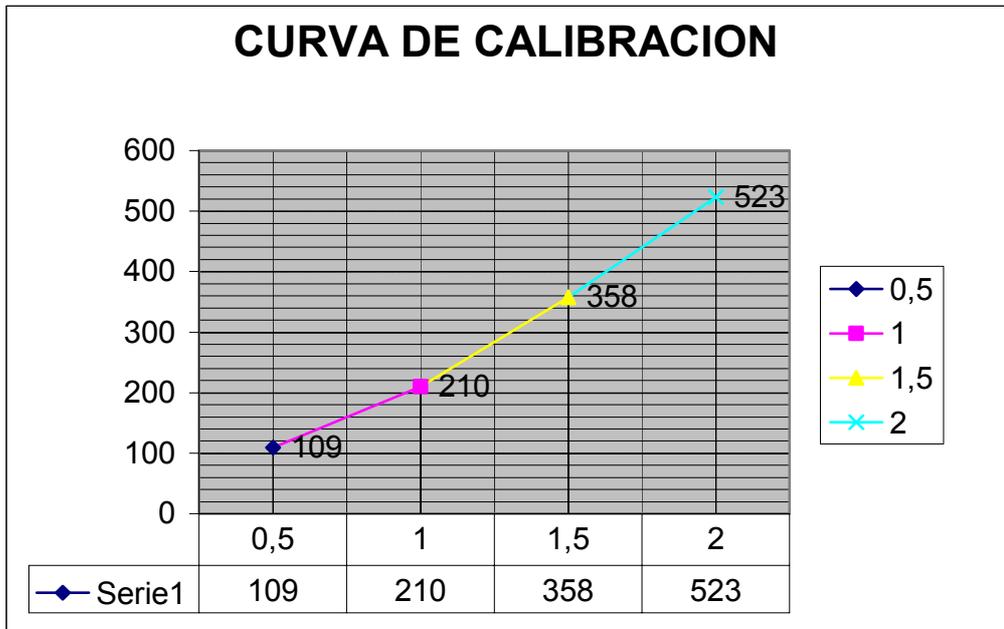
Fechas de muestreo indicado en cada grafico

APENDICE II

<b>Nºmuestra</b>	<b>Brix</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez</b>	<b>peso 100 bayas</b>	<b>volumen 100 bayas</b>
1	20	2,95	5,65	137,5	125
2	20,3	3	5,66	140	125
3	20,7	3,05	5,63	142,5	126
4	21	3,15	5,4	144	127
5	20,9	3,17	5,38	145	127
6	21,5	3,2	4,9	146,5	128
7	21,8	3,37	4,71	147,5	129
8	22	3,4	4,5	149,5	130
9	22	3,42	4,3	149	129
10	22,5	3,52	4,25	147,5	128
11	23	3,5	4,15	147,5	128
12	23,1	3,5	4,16	148	127
13	22,9	3,51	4,2	145,5	127
14	23,2	3,51	4,23	148	128
15	23,4	3,55	4,1	150,5	129
16	23,8	3,62	4	150	128
17	24	3,62	3,72	150,5	128
18	24,2	3,65	3,65	147,5	126
19	24,3	3,73	3,54	141	126
20	24,5	3,75	3,44	133	124
21	24,7	3,73	3,2	130	124
22	24,5	3,8	3,12	127,5	122
23	25,2	3,83	3,11	126	122

Análisis tradicional de la uva de la variedad Cabernet Sauvignon realizada en el Fundo Santa Teresa, cuartel Viña Vieja de la localidad de Isla de Maipo

APENDICE III



Curva de calibración con catequina para la medición de Fenoles Totales en los métodos Barón de Rothschild y Glories, en la variedad Cabernet Sauvignon realizada en el Fundo Santa Teresa, cuartel Viña Vieja de la localidad de Isla de Maipo

APENDICE IV

<b>N° muestra</b>	<b>FENOLES TOTALES g/100 pieles</b>	<b>TANINOS TOTALES mg catequina</b>	<b>GPTC %</b>	<b>OH %</b>	<b>GELATINA %</b>	<b>ANTOCIANO mg</b>
1	1,12	1,404	39	27,0	62	491
2	1,165	1,521	38	28,0	45	491
3	1,243	1,3455	39	96,6	44	517
4	1,276	1,365	40	28,0	38	522
5	1,273	1,3845	38	29,0	34	524
6	1,285	1,404	39	29,0	30	538
7	1,294	1,4235	37	96,2	32	543
8	1,318	1,5015	41	27,0	29	594
9	1,33	1,5405	42	26,0	28	698
10	1,318	1,56	42	26,0	25	723
11	1,288	1,6185	43	96,2	26	749
12	1,306	1,7355	40	95,7	27	762
13	1,345	1,794	44	23,0	25	749
14	1,276	1,8525	41	25,0	26	745
15	1,285	1,911	40	95,2	26	739
16	1,306	2,0865	42	23,0	27	698
17	1,336	2,2035	44	22,0	25	682
18	1,297	2,2815	47	95,1	26	654
19	1,315	2,418	49	95,1	21	630
20	1,336	2,4375	49	95,0	20	620
21	1,351	2,4375	48	94,9	18	628
22	1,417	2,3205	49	95,3	18	617
23	1,417	2,262	48	95,3	18	594

Resultados del método Barón de Rothschild, obtenidos en las mediciones de la variedad Cabernet Sauvignon, realizada en el Fundo Santa Teresa, cuartel Viña Vieja de la localidad de Isla de Maipo.

APENDICE V

N° muestra	Fenoles Totales g/ 100 pieles	MP %	mg de ant a pH 1	mg de ant a pH 3,2	EA %
1	1,648	48,00	1402	600	50,0
2	1,678	47,00	1430	633	49,0
3	1,69	47,00	1440	652	52,0
4	1,762	47,00	1459	674	51,0
5	1,816	47,00	1489	690	50,0
6	1,909	47,00	1546	710	48,0
7	1,951	46,00	1597	750	47,0
8	2,071	46,00	1622	771	46,0
9	1,933	45,00	1642	792	46,0
10	2,02	44,60	1700	835	46,0
11	2,101	44,50	1716	899	46,3
12	2,14	44,50	1730	896	46,6
13	2,08	44,50	1701	890	46,7
14	1,999	44,45	1715	885	46,3
15	2,128	44,40	1710	850	45,0
16	2,059	44,30	1716	830	46,0
17	2,149	44,30	1722	825	45,0
18	1,966	44,20	1629	800	43,4
19	1,858	44,10	1646	799	43,0
20	1,813	44,00	1591	790	42,0
21	1,867	43,00	1496	786	41,0
22	1,837	42,50	1350	705	40,0
23	1,774	42,00	1210	690	38,0

Resultados del método de Glories, obtenidos en las mediciones de la variedad Cabernet Sauvignon, realizada en el Fundo Santa Teresa, cuartel Viña Vieja de la localidad de Isla de Maipo.