

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**EFFECTO DE DOS NIVELES DE CARGA SOBRE LA
COMPOSICIÓN FENÓLICA DE HOLLEJOS DE LOS CV. CARMÉNÈRE,
SYRAH Y PINOT NOIR DURANTE SU MADURACIÓN EN EL VALLE
DEL MAIPO**

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

ALEJANDRO ANTONIO CÁCERES MELLA

	Calificaciones
PROFESOR GUÍA	
Sr. Álvaro Peña N. Dr. Ingeniero Agrónomo-Enólogo.	7,0
PROFESORES CONSEJEROS	
Sr. Eduardo Loyola M. Dr. Ingeniero Agrónomo-Enólogo.	6,8
Sra. Berta Escobar A. Prof. de Química y Cs. Naturales.	6,5

SANTIAGO - CHILE

2005

*“...que más quisiera que pasar la vida entera,
como estudiante el día de la primavera,
siempre viajando en un asiento de primera...”*

(A. Calamaro)

...a mi madre, este trabajo es para ti.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su amistad y compañía y por las fuerzas entregadas para seguir adelante.

A mi madre, por darme la vida, por su apoyo, cariño y comprensión y por estar a mi lado cuando lo necesito, porque sin su esfuerzo no estaría ahora donde estoy, que Dios te bendiga hoy y siempre. A mi abuelita Graciela, te quiero mucho, este trabajo también es para ti. A mi padre y mi familia, gracias por su apoyo y por su cariño.

A Sara, gracias por tu amor y tu amistad.

Al Sr. Álvaro Peña N., por su ayuda y su tiempo para llevar a cabo el presente trabajo, gracias por tus consejos y por tu amistad.

A los profesores. Sr. Eduardo Loyola M. y Sra. Berta Escobar A. por su tiempo, su buena disposición en contestar mis dudas y sus consejos que hicieron posible el presente trabajo.

A mis amigos y compañeros de mención y universidad, especialmente a Willy, Rodrigo, Loreto, Clau, Cata, Katty, Felipe Y., Felipe V. y otros que se me olvidan, gracias por los momentos vividos en la universidad y fuera de ella, gracias por su amistad. A la Sr. Laura Cabello, gracias por su amistad.

A CONICYT , proyecto FONDECYT N° 1020151, al Sr. Sergio Hormazábal, Enólogo de Viña William Fèvre y al Sr. Germán Lyon, Enólogo de Viñedos Pérez Cruz, por las facilidades prestadas para la realización del presente trabajo y finalmente a la Universidad de Chile, por darme las herramientas para ser un profesional, pero por sobre todo para ser una mejor persona.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue caracterizar la composición fenólica de los hollejos de los cv. Carménère, Syrah y Pinot Noir durante el período de maduración de las bayas utilizando dos niveles de carga en la temporada 2003. Cada 15 días y a partir de pinta y hasta la madurez tecnológica, se realizó un muestreo de 400 bayas para cada tratamiento en las tres variedades estudiadas. Estas bayas se sometieron a diversos análisis básicos, midiéndose densidad, sólidos solubles, acidez total, pH, peso de 100 bayas y peso de hollejos de éstas. Se realizaron además, análisis específicos de fenoles totales, taninos totales, antocianos totales, grado de polimerización de procianidinas, contenido de flavanoles, intensidad colorante, matiz e índice de gelatina a los extractos de hollejos de cada variedad. Para la determinación de compuestos fenólicos de bajo peso molecular y antocianinas a los hollejos, se utilizó Cromatografía Líquida de Alta Eficacia acoplada a un detector de fotodiodos alineados (HPLC-DAD).

Durante el período de pinta a cosecha se observó una evolución de los parámetros físicos y químicos de las bayas en los tres cultivares en estudio, aumentando su contenido en sólidos solubles, pH y disminuyendo la acidez total. Por otra parte, el ajuste de carga en el estado fenológico de pinta, salvo en lo concerniente a la concentración de ácidos totales de la baya y pH en el cv. Syrah y contenido de sólidos solubles y densidad del mosto en el cv. Pinot Noir, no afectó el contenido de metabolitos primarios y el peso de bayas y hollejos al momento de la cosecha.

En relación a los metabolitos secundarios, como fenoles totales, taninos y antocianos, el raleo de racimos en pinta no modificó la tendencia en su evolución durante el período de maduración, comparado con el tratamiento sin control de carga en ninguno de los cultivares en estudio.

En cuanto a las antocianinas y flavonoles analizados por cromatografía líquida de alta eficacia en los hollejos, las antocianinas encontradas en mayor concentración fueron malvidina-3-glucósido para el cv. Pinot Noir y malvidina-3-glucósido, malvidina-3-acetilglucósido y malvidina-3-*p*-cumarilglucósido para los cv. Syrah y Carménère.

Por otra parte los flavonoles presentes en mayor concentración fueron la quercetina-3-*O*-galactósido y miricetina-3-*O*-glucósido para el cv. Pinot Noir y quercetina-3-*O*-glucósido, quercetina-3-*O*-galactósido, miricetina-3-*O*-glucósido y kaempferol-3-*O*-glucósido en los cv. Syrah y Carménère, sin embargo el tratamiento de ajuste de carga no afectó la composición de las muestras analizadas durante la maduración de las bayas, pero si la concentración de algunos compuestos identificados, incrementándose la concentración de los mismos, en el tratamiento con menor carga en los tres cultivares en estudio.

Palabras claves

Nivel de carga
Raleo de racimos
Compuestos fenólicos
Maduración

SUMMARY

In this study, the objective was to determine the phenolic composition in the berry skins of the cultivars Carménère, Syrah and Pinot Noir during the ripening period with two crop levels in the 2003 season. The grapes were collected every 15 days from veraison until harvest with a sample of 400 berries for each treatment in the three cultivars in study. The samples were submitted to basic analysis of density, soluble solids, total acidity, pH and berries and grape skins weight. Also were carried out specific analysis for grape skins of total phenols, total tannins, total anthocyanins, degree of polymerisation of procyanidins, content of flavanols, colour intensity, hue and index of gelatine. For the determination of phenolic compounds of low molecular weight and anthocyanins in the grape skins was used High Performance Liquid Chromatography coupled with a photodiode array detector (HPLC-DAD).

During the period from veraison to harvest, it was observed an evolution in the chemical and physical parameters in the berries of the three cultivars in study, increasing the content of soluble solids, pH and decreasing the content of total acidity. However, the adjustment of crop level in veraison (cluster thinning), excepting the concentration of total acidity and pH in the cv. Syrah and the content of soluble solids and density in the cv. Pinot noir, did not affect the content of primary metabolites and the grapes and grape skins weight at harvest.

In relation to the phenolic compounds, such as total phenols, total tannins and total anthocyanins, the cluster thinning at veraison, did not modify the tendency in the evolution during the ripening, when is compared with the treatment without control of crop load in any of the cultivars in study.

With regard to the anthocyanins and flavanols concentrations analysed by using high performance liquid chromatography, in the grape skins, the anthocyanins found in high concentrations were malvidin-3-glucoside in the cv. Pinot Noir and malvidin-3-glucoside, malvidin-3-acetylglucoside and malvidin-3-*p*-coumaroylglucoside in the cv. Syrah and Carménère.

For the low molecular weight phenolic compounds, the flavonols found in high concentration were quercetin-3-*O*-galactoside and myricetin-3-*O*-glucoside in the cv. Pinot Noir and quercetin-

3-*O*-glucoside, quercetin-3-*O*-galactoside, myricetin-3-*O*-glucoside and kaempferol-3-*O*-glucoside in the cv. Syrah and Carménère, however, the treatment of cluster thinning did not affect the composition of the analysed samples during the berry ripening, affecting only the concentration of some compounds identified, increasing their concentration in the treatment with minor crop load in the three cultivars in study.

Key words: Crop level, Cluster thinning, Phenolic compounds, Ripening

INTRODUCCIÓN

Existe una gran cantidad de factores que afectan la calidad de la materia prima utilizada en la elaboración de vino. Entre dichos factores cabe destacar la variedad de uva utilizada, el tipo de suelo en que se encuentra el cultivo y las condiciones agroclimáticas del lugar, el tipo de riego y su frecuencia, sistema de conducción, el tipo de poda, entre muchos otros. Todo esto determinará, en gran medida, el crecimiento y producción de la planta.

Entre los factores antes considerados se puede mencionar el nivel de carga dejado en la planta, el cual influirá en la acumulación de sólidos solubles y compuestos fenólicos y por ende en la producción de la parra, es por lo anterior que un manejo de carga, da la posibilidad de influir sobre la fisiología de la planta y la curva de maduración de las bayas.

Es por esta razón que es fundamental estudiar y determinar las condiciones óptimas de crecimiento y madurez para las diversas variedades producidas en Chile, además de conocer sus componentes químicos que influyen sus características organolépticas.

Además, dada la existencia de una relación entre la composición fenólica de la uva y el vino, se plantea la necesidad de conocer el potencial fenólico de las uvas y de las partes sólidas de las bayas, en tal sentido al ocupar distintos niveles de carga se puede influir sobre la composición química del fruto y en especial sobre el contenido fenólico de los mismos; es así que se espera que la parra con un menor nivel de carga tenga bayas con una mayor acumulación de sólidos solubles y compuestos fenólicos, lo cual permitirá obtener un vino mucho más concentrado en compuestos fenólicos, que impactará positivamente en su calidad sensorial.

Considerando lo antes expuesto, es que se ha propuesto la realización del siguiente trabajo que tiene como objetivo:

- Caracterizar la composición fenólica de los hollejos de los cv. Carménère, Syrah y Pinot Noir durante el período de maduración de las bayas utilizando dos niveles de carga.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Características generales sobre el c.v Carménère

El c.v. Carménère es una cepa de uva tinta que se caracteriza por presentar racimos de tamaño pequeño a mediano, relativamente suelto, con bayas esféricas de color negro azulado y sabor herbáceo. Sus vinos presentan cualidades excepcionales, entre las que más destacan, su cuerpo suave, color intenso, notas herbáceas suaves y un largo final (Pszczółkowski, 1998).

Solo a partir del año 1997 esta variedad aparece consignada en el catastro vitivinícola nacional con 330 ha. llegando en el año 2003 a 6045 ha. (SAG, 2005).

Es una variedad muy difícil de manejar ya que presenta una alta sensibilidad a sufrir desequilibrios en su desarrollo vegetativo, como por ejemplo, exceso o falta de vigor debido a podas inadecuadas, no siendo fácil encontrar un manejo adecuado y equilibrado para cada una de las condiciones de clima y suelo donde se le cultiva. (Pszczółkowski, 1998).

Características generales sobre el c.v Syrah

El c.v. Syrah solo a partir del año 1996 aparece consignada en el catastro vitivinícola nacional con 19 ha. subiendo en el año 2003 a 2468 ha. (SAG, 2005).

Esta variedad es de brotación tardía, pero su maduración se produce rápidamente, lo que se traduce en un período pinta-madurez relativamente corto. El vigor de la variedad es mediano a alto y su fertilidad de yemas no es muy elevada, siendo de media a baja, razón por la cual los racimos se ubican lejos del origen de los sarmientos. Las yemas de la base están muchas veces desprovistas de inflorescencias lo que hace que una poda corta permita obtener bajos rendimientos (Siri y Pszczółkowski, 1996).

La variedad presenta las bayas ovoides, de tamaño homogéneo, piel resistente y pulpa de un sabor agradable (Perrín-Rolin, 2000; citado por Mancilla, 2000).

Con relación a las características enológicas, esta variedad produce vinos con cuerpo, ricos en color, con un bouquet complejo básicamente afrutado y floral (violeta, cassis, frambuesa, especias) (Reynier, 2002).

Características generales sobre el c.v Pinot Noir

El c.v. Pinot Noir aparece consignado en el catastro vitivinícola nacional desde 1994 con solo 138 ha. llegando en el año 2003 a 1422 ha. (SAG, 2005).

Es una variedad de desborre precoz lo que le hace sensible a las heladas de primavera, presenta una maduración de primera época, variedad bastante vigorosa y poco fértil, conducida en poda corta (vaso) o con poda larga (guyot simple), presenta sensibilidad a la podredumbre gris, es una de las variedades más polimorfas, siendo las cualidades enológicas muy variables según el tipo, produce un vino tinto de gran calidad, destacable por su bouquet con buena capacidad de envejecimiento (Reynier, 2002).

Compuestos fenólicos en la uva

Aspectos generales

Los compuestos fenólicos se caracterizan por tener un núcleo bencénico con uno o varios grupos hidroxilo, pudiendo clasificarse en compuestos no flavonoides: como los ácidos fenoles y sus derivados y los compuestos flavonoides entre los cuales se encuentran los flavonoides propiamente dichos, antocianos y taninos, todos ellos de 15 átomos de carbono con una estructura: C6-C3-C6 (Hidalgo, 2003).

En general, los compuestos no flavonoides se localizan en todas las partes del racimo, especialmente en la pulpa, mientras que los flavonoides se encuentran en las pepitas, hollejos y raspones (Hidalgo, 2003).

Según Ribéreau-Gayon (2002), la síntesis de los compuestos fenólicos es una consecuencia colateral de la formación y acumulación de azúcares en el grano de uva. A partir de las hexosas y

por el ciclo de las pentosas-fosfato, se forma eritrosa-4-fosfato como compuesto intermedio, del cual por la vía del ácido shiquímico se forman los ácidos benzoicos y aminados, terminando en la formación de otros polifenoles (flavonoles, antocianos, flavanoles o taninos, etc.) (Hidalgo, 2003).

En estas reacciones existe una enzima llamada fenilalanina amonio-liasa (PAL), que eliminando amonio del aminoácido fenilalanina y tirosina, forma los primeros compuestos fenólicos, esta se encuentra localizada exclusivamente en las células del hollejo y en algunos tejidos de las pepitas, lo que explica la acumulación de los polifenoles en esta partes del grano de uva. En el hollejo la PAL, aparece bruscamente en el período de envero, existiendo una estrecha relación entre la actividad de esta enzima y la síntesis de compuestos fenólicos (Hidalgo, 2003; Haselgrove *et al.*, 2000)

Los compuestos fenólicos no flavonoides poseen un solo anillo benzoico en su molécula y son derivados del ácido benzoico y del ácido cinámico (Molina, 1994; citado por Novoa, 2001). En la uva los primeros se encuentran en forma libre y los segundos bajo la forma de ésteres del ácido tartárico, encontrándose las mayores concentraciones en la piel de la baya (Fregoni, 1999).

Los compuestos pertenecientes a la fracción flavonoide están constituidos por dos bencenos unidos por un anillo heterocíclico y dependiendo del tipo de anillo se clasifican en : antocianos, flavonoles y flavanos (Molina, 1994; citado por Novoa, 2001).

Por otra parte, los compuestos fenólicos polimerizados, también son conocidos como taninos, término derivado de su capacidad para curtir el cuero y se clasifican en hidrolizables y condensados. Los taninos hidrolizables, basados en fenoles no flavonoides, se encuentran en forma de ésteres y, como tales, se pueden descomponer o hidrolizar. Los taninos condensados, también conocidos como procianidinas, no se pueden descomponer fácilmente por hidrólisis (Zoecklein *et al.*, 2001).

Finalmente, en los compuestos fenólicos minoritarios, se encuentra a los estilbenos, siendo el que más interesa dentro de este grupo el resveratrol, el cual se encuentra bajo forma de *cis* y *trans*, resveratrol libre y glucosilado (Fregoni, 1999).

La uva contiene principalmente compuestos no flavonoides en la pulpa y compuestos flavonoides en los hollejos, semillas y escobajos. De esta manera, la transformación tecnológica adoptada condiciona la extracción de los fenoles desde las diferentes partes del racimo contribuyendo así a la composición fenólica de los vinos (Flanzy, 2000).

Además se debe tener en cuenta que el contenido de fenoles totales en el vino, raramente excede el 60% del total presente originalmente en la uva (Zoecklein *et al.*, 2001).

Estos compuestos juegan un papel directo e indirecto en la calidad de los vinos, en cuanto afectan el aspecto, gusto y sensación en boca del vino (Casp *et al.*, 2000; citados por Novoa, 2001). Por último, Fregoni (1999) señala que el gusto amargo que pueden producir los fenoles, está especialmente relacionado al contenido de flavanoles en la uva.

La concentración y tipo de fenoles en la uva depende de numerosos factores, tales como la variedad de la vid, tipo de vino, clima y terreno, cosecha temprana o tardía, procedimientos de prensado de la uva, tiempo de fermentación del mosto con la piel y las semilla, entre otros (Infante, 1997; citado por Leighton y Urquiaga, 1998).

Compuestos fenólicos en hollejos de uvas tintas

Los tejidos del hollejo que proviene de bayas de uvas tintas, en particular, contienen diferentes clases de compuestos flavonoides incluyendo a los antocianos, flavonoles, monómeros de flavan-3-oles y proantocianidinas. Los antocianos son los responsables del color en las uvas tintas y se encuentran solo en los hollejos de las variedades tintas, aunque también se encuentran en hollejos y pulpa de las variedades tintoreras.

Los flavonoles solo se encuentran en los hollejos de las bayas, siendo particularmente efectivos como cofactores en la copigmentación y junto a los flavan-3-oles presentan beneficios para la salud humana. Por último las proantocianidinas encontradas en los hollejos, así como también en las semillas y escobajo, son responsables de las propiedades de amargor y astringencia de los vinos tintos (Kennedy *et al.*, 2002).

Durante la fermentación del vino tinto, los compuestos fenólicos son transferidos desde las partes sólidas del racimo (hollejos, escobajo y semillas) hacia el vino. La tasa de transferencia depende de varios factores incluyendo la concentración fenólica de las uvas, tiempo de maceración, programa de prensado, temperatura, niveles de alcohol y SO₂. Los hollejos tienen la mayor importancia práctica porque contribuyen a una extracción más fácil de los fenoles al mosto durante la maceración (Sun *et al.*, 1999; citados por Lisoni, 2001).

Aunque las pieles no representan más del 10 a 15% del peso fresco de las bayas, las paredes de las células de la pared son mucho más gruesas, por lo tanto constituyen un obstáculo frente a la liberación al medio líquido de los constituyentes deseados del hollejo como son los antocianos, los taninos, las moléculas aromáticas y sus precursores glicosilados. De lo anterior se puede deducir fácilmente que cualquier técnica que incluya una maceración de los hollejos de la uva va a implicar un enriquecimiento del vino con estos compuestos (Flanzy, 2000).

El color de las uvas es un factor importante desde el punto de vista de la identificación y determinación del valor comercial. Particularmente importante es su relación con el contenido de antocianinas, las cuales se presentan en mayor cantidad en los hollejos de las uvas tintas. La naturaleza, concentración y proporción relativa de antocianinas está dominada por factores genéticos, lo que contribuye a una mayor o menor distinción entre variedades (Sugui *et al.*, 1999; citados por Lisoni, 2001).

Además los niveles relativos de antocianinas pueden variar en función de la temperatura, de las condiciones de insolación y también del terreno (Flanzy, 2000).

Las antocianidinas corresponden a la aglucona (sin glucosa en su molécula) de las antocianinas. Así en la uva es posible encontrar 5 antocianinas, que se presentarán monoglucosiladas en el carbono 3 de la estructura de la molécula o diglucosiladas en los carbonos 3 y 5, dependiendo se trate de variedades europeas (*Vitis vinifera* L.) o americanas, respectivamente. Las variedades de *Vitis vinifera* L., además de las combinaciones con glucosa (3- monoglucósidos), pueden presentar combinaciones con ácidos orgánicos tales como el acético (3- acetilglucósidos) y ácidos cinámicos tales como el *p*-cumárico (3-*p*-cumarilglucósido). La variedad Pinot Noir es una

notable excepción presentando solo formas 3-monoglucosiladas en sus hollejos (Peña Neira, 1999).

Los azúcares son los precursores iniciales en la biosíntesis de flavonoides, y dentro de este grupo las antocianinas, por lo que puede considerarse que existe una relación entre ambos (Hrazdina *et al.*, 1984).

Además, la composición de las bayas de uva cambia durante la maduración de la fruta y esta claro que los antocianos son, en mejor forma, afectados comenzando su acumulación con el período de envero o “pinta”. Los antocianos se acumulan en la baya y se correlacionan además con el incremento en la acumulación de azúcar (Pirie y Mullins, 1980).

Los ácidos fenólicos presentes en el vino proceden, fundamentalmente, de los hollejos de las uvas (Fernández de Simón, 1990; citado por Peña Neira, 1998). Según Estrella *et al.* (1984), citados por Peña Neira (1998), encontraron en hollejos de uvas derivados del ácido benzoico además de ácidos cinámicos y aldehídos, observando diferencias cualitativas y cuantitativas entre variedades blancas y tintas. Estos compuestos pueden sufrir reacciones (conversión, isomerización, oxidación, reducción, hidrólisis) que les hacen desaparecer en parte del medio y los transforman en otros compuestos, concretamente en fenoles volátiles (Etiévant, 1981; citado por Flanzky, 2000).

El resveratrol es uno de los compuestos fenólicos más importantes implicados en los beneficios a la salud humana presente en el vino. Su concentración es mayor en vinos tintos que en blancos, debido principalmente a que su presencia en los hollejos permite mayores cantidades en los vinos tintos que son fermentados en presencia de ellos, no así en el caso de los vinos blancos (Threlfall *et al.*, 1999; citados por Lisoni, 2001).

Madurez fenólica

Al hablar de madurez óptima, se tiene al primer factor que condiciona la calidad de los vinos, independiente de la técnica de vinificación utilizada. Es así como una madurez óptima de cosecha

para obtener vinos tintos de buena calidad, debería basarse en el color y sabor de las uvas, reflejado en el contenido de compuestos fenólicos tales como antocianos y taninos condensados, más que en las tradicionales mediciones o índices de madurez basados en el aumento del contenido de azúcares, el nivel de acidez titulable y el pH (Watson *et al.*, 1992; citados por Lisoni, 2001).

La madurez fenólica se basa en la evolución de los antocianos y de los taninos a lo largo de toda la maduración de las bayas. A nivel de compuestos fenólicos, se observa que en el transcurso de la maduración, existe un aumento en el tenor de los antocianos y en taninos a nivel de la piel, y paralelamente una disminución del tenor en taninos de las semillas. Los antocianos aumentan su concentración progresivamente a lo largo de toda la maduración de la uva hasta alcanzar un máximo, para luego disminuir claramente durante un período llamado “sobremaduración” ligado a un fenómeno de degradación de dichos compuestos. Durante este período se constata un aumento en la extractabilidad de los antocianos, dando como resultado vinos a menudo más ricos y equilibrados, esto a pesar de la ligera disminución analítica del tenor de antocianos (Marquette, 1999).

Debido a lo anterior un déficit de madurez implicará, una acumulación débil de los pigmentos en los hollejos y una dificultad de su extracción, una baja acumulación de taninos poco astringentes en el hollejo y una fuerte acumulación de taninos astringentes en la semilla (Saint-Cricq de Gaulejac *et al.*, 1998; citados por Novoa, 2001).

Efecto de la carga sobre la composición fenólica de la baya

Es cada vez más frecuente en los viñedos el ajuste de carga a través del raleo de racimos para aumentar la relación hoja-fruta con el propósito de afectar la composición de la baya. El nivel de carga en la vid afecta el tamaño de la baya, la acumulación de sólidos solubles así como otros componentes del sabor en la fruta y varios aspectos del crecimiento vegetativo (Bravdo *et al.*, 1984).

La producción es un factor importante que afecta el crecimiento vegetativo de la planta, el que a su vez disminuye paulatinamente a medida que éste avanza en su etapa productiva. Así, árboles

con carga frutal relativamente alta sufren una fuerte inhibición a nivel de crecimiento vegetativo, disminuyendo su crecimiento anual (Chalmers y Van den Ende, 1975; citados por Contreras, 2001).

El nivel de carga en la vid, afecta el tamaño de la baya y del racimo, la acumulación de azúcares y otros componentes de la fruta . A medida que el rendimiento por parra aumenta, el tamaño de la baya y el peso del racimo disminuye (Bravdo y Naor, 1997; citado por Contreras, 2001). Según Jackson y Lombard (1993), se requieren de 7 a 12 cm² de área foliar, para que madure adecuadamente un gramo de fruta, es por esto que el ajuste en el nivel de carga mediante el raleo de racimos afecta esta relación, ante lo cual en la vid con un menor número de racimos se presenta una mayor área foliar lo cual afectara positivamente y en alguna medida la composición de la baya..

La supresión de menos del 30% de los racimos no tiene efecto notable sobre la disminución de la cosecha en peso, ya que las bayas restantes aumentan de volumen. Por el contrario para obtener a la vez una baja de rendimiento y mejora cualitativa, es necesario suprimir del 30 a 50% de los racimos (Reynier, 2002).

MATERIALES Y MÉTODO

Lugar de trabajo

El siguiente estudio se realizó en los viñedos pertenecientes a la viña William Fèvre y viñedos Pérez Cruz, ubicados en la localidad de Pirque y Huelquén, respectivamente, en la temporada 2003. Los análisis enológicos para el estudio y caracterización fenólica, se realizaron en los laboratorios del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materiales

El estudio se realizó con uvas de los cv. Carménère y Pinot Noir, pertenecientes a la viña William Fèvre, las cuales fueron plantadas en 1999 y 1997, respectivamente, éstas se encuentran plantadas en espaldera simple y con riego por surcos; en el caso del cv. Syrah éste se encuentra en los viñedos Pérez Cruz y fue plantado en 1997 y se encuentra en espaldera simple y con riego por goteo.

Método

El experimento constó de 3 ensayos, constituido cada ensayo por cada una de las variedades en estudio: Carménère, Syrah y Pinot Noir.

Cada ensayo está compuesto de dos tratamientos correspondientes a dos niveles de carga asignados para cada variedad. Cada tratamiento constó de tres repeticiones consistentes en hileras de 25 plantas cada una.

Tratamiento 1 (T1):

Se dejó el nivel de carga al cual trabaja la viña, esto para cada cultivar en estudio.

Tratamiento 2 (T2):

Se realizó un raleo intenso de racimos en pinta, de manera de ajustar la carga de cada una de las parras a la mitad de los racimos originalmente propuestos por la viña, esto para cada cultivar en estudio.

El ajuste de carga se realizó al momento de alcanzar los racimos un 85 % de pinta. Para la variedad Syrah, el tratamiento 1 (T1) o testigo correspondía a 8 ton/há, que era el nivel de carga ocupado por la Viña Pérez Cruz ante lo cual para el tratamiento 2 (T2) se realizó un raleo intenso de racimos hasta ajustar la carga de cada una de las parras a 4 ton/há. Para las variedades Carménère y Pinot Noir el tratamiento 1 (T1) o testigo correspondía a 6 ton/há que era la carga con la cual trabajaba la Viña William Fèvre, por lo cual para el tratamiento 2 (T2) se decidió ocupar una carga de 3 ton/há.

Es conveniente señalar que para ajustar el nivel de carga para el tratamiento 2, se realizó en primer lugar un conteo de los racimos que se encontraban en las parras pertenecientes al tratamiento 1 o testigo, luego de eso se decidió dejar la mitad de los racimos en las parras que correspondían al tratamiento 2 para tener así la mitad de la carga propuesta originalmente, esto se realizó para las tres variedades en estudio. Además cabe señalar que las plantas antes del tratamiento de ajuste de carga presentaban gran homogeneidad entre sí y no presentaban enfermedades o plagas que pudieran afectarlas, solo el cv. Carménère presentaba un problema evidente de corredura, ante lo cual el ajuste de carga se realizó sobre los racimos que era posible analizar.

Muestreo de bayas

El primer muestreo correspondió al estado fenológico de 85% de pinta para continuar con los siguientes muestreos cada 15 días hasta llegar al último muestreo correspondiente a la cosecha; lo anterior para cada variedad estudiada, lo cual se presenta a continuación.

Syrah

- 1° Muestreo: 6 de febrero del 2003 (85% de pinta)
- 2° Muestreo: 21 de febrero del 2003
- 3° Muestreo: 8 de marzo del 2003
- 4° Muestreo: 23 de marzo del 2003
- 5° Muestreo: 7 de abril del 2003
- 6° Muestreo: 13 de abril del 2003 (cosecha)

Carménère

- 1° Muestreo: 4 de marzo del 2003 (85% de pinta)
- 2° Muestreo: 19 de marzo del 2003
- 3° Muestreo: 3 de abril del 2003
- 4° Muestreo: 18 de abril del 2003
- 5° Muestreo: 7 de mayo del 2003 (cosecha)

Pinot Noir

- 1° Muestreo: 4 de febrero del 2003 (85% de pinta)
- 2° Muestreo: 19 de febrero del 2003

- 3° Muestreo: 6 de marzo del 2003
- 4° Muestreo: 21 de marzo del 2003 (cosecha)

Las muestras estaban constituidas por 400 bayas sacadas al azar de racimos ubicados en distintas partes de las plantas. Se utilizaron 200 bayas para análisis básicos y 200 bayas para análisis de fenoles.

Determinaciones analíticas

Los análisis se realizaron sobre los muestreos rutinarios en cada una de las repeticiones que correspondían a los dos tratamientos estudiados, esto para cada variedad en estudio. Se realizaron las siguientes determinaciones analíticas, en todas las fechas de muestreo:

Cuadro 1. Determinaciones analíticas para bayas y extracto de hollejos.

Parámetro a medir	bayas	hollejos
- Densidad	✓	-
- Sólidos solubles (°Brix, mediante refractometría)	✓	-
- Acidez total (determinación usando fenolftaleína como indicador ácido-base)	✓	-
- pH (mediante pH-metro)	✓	-
- Peso de 100 bayas	✓	-
- Peso de hollejos	-	✓
- Fenoles totales (D.O 280 nm. García Barceló, 1990)	-	✓
- Taninos totales (Reacción de Bate-Smith. Bate-Smith, 1981)	-	✓
- Grado de polimerización de taninos condensados (Método de <i>p</i> -dimetilaminocinamaldehído. Vivas <i>et al.</i> , 1994)	-	✓
- Índice de taninos (Índice de gelatina. Glories, 1978)	-	✓
- Antocianos totales (Método de decoloración por bisulfito. García Barceló, 1990)	-	✓
- Intensidad colorante y Matiz (Glories, 1978)	-	✓

Análisis de polifenoles

Estos análisis se realizaron para los hollejos de las bayas, en cada fecha de muestreo para las tres variedades en estudio. Para la extracción de fenoles desde los hollejos, se utilizó el método propuesto por Venencie *et al.*, 1997. (Fig. 1).

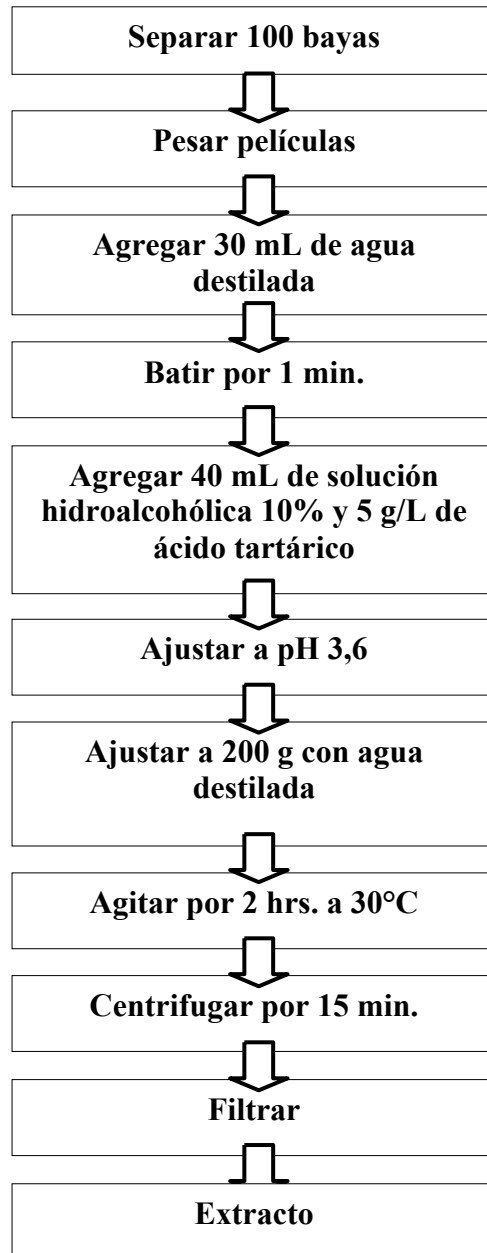


Figura 1. Línea de flujo para la extracción de fenoles de los hollejos (Venencie *et al.*, 1997). Además para cada muestra se determinó mediante técnicas de separación por cromatografía líquida de alta eficacia acoplada a un detector de fotodiodos acoplados (HPLC-DAD) las concentraciones de compuestos fenólicos presentes en los hollejos de las bayas.

Diseño experimental y análisis estadístico

Para el presente trabajo el diseño experimental fue completamente al azar y constó de tres ensayos independientes (correspondientes a las tres variedades en estudio). Cada ensayo constó de dos tratamientos (niveles de carga) con tres repeticiones cada uno.

La unidad experimental fue de 25 plantas y para evaluar las diferencias de los tratamientos sobre la composición fenólica y química de los hollejos, los resultados se analizaron estadísticamente mediante t- Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio se enmarcó en la temporada 2003, el invierno del año 2002 fue muy lluvioso y frío, obteniéndose una importante reserva de humedad en el suelo al inicio del período vegetativo de la vid. La primavera, por su parte, se presentó con temperaturas frías, baja insolación y luminosidad, lo que causó problemas de cuaja en algunos cepajes como Pinot Noir y Carménère. En el Valle del Maipo las condiciones climáticas fueron buenas durante toda la temporada, favoreciendo uvas de buena sanidad; debe mencionarse que a causa del buen tiempo que predominó en la mayor parte del Valle Central, sin lluvias y buenas temperaturas, se retrasó demasiado la vendimia, buscando tener buena madurez de taninos. Por otra parte, la brotación de las viñas llegó a adelantarse en una semana en algunos sectores, mientras que los estados fenológicos restantes se presentaron en los períodos normales a cada uno de ellos, en algunas variedades se presentaron problemas de color, aun así, se puede afirmar que la calidad de las uvas de la cosecha 2003, fue en general sobresaliente, con condiciones climáticas excelentes y manejos técnicos de los viñedos que se han ido ajustando cada vez más a una producción de calidad equilibrada (Viñas de Chile, 2003).

Los análisis realizados a la uva en el presente estudio se enmarcaron en la tercera fase de crecimiento de la baya, de acuerdo con Petrie *et al.* (2000) y Coombe y McCarthy (2000), el crecimiento de las bayas de *Vitis vinifera* L. se caracteriza por presentar tres fases de crecimiento. La tercera fase, de maduración de la baya, se caracteriza por un aumento en la acumulación de azúcares, ablandamiento del fruto, cambios en la coloración de las bayas (momento conocido como pinta o envero), debido a la acumulación de pigmentos en los hollejos y un reinicio de la elongación celular, produciendo el crecimiento del fruto. Es así que en la fase de maduración se analizará el efecto del nivel de carga sobre la composición de la baya en cuanto a sus parámetros químicos en las variedades Pinot Noir, Syrah y Carménère.

Como ya se ha mencionado en la sección de materiales y método, los ajustes de carga realizados en pinta implicaron las cargas para los tratamientos de las variedades presentadas en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Nivel de carga en ton/há para los cv. Pinot Noir, Syrah y Carménère.

Tratamientos	Pinot Noir	Syrah	Carménère
T1	6	8	6
T2	3	4	3

Por otra parte, aun cuando el objetivo del presente estudio no fue caracterizar la composición fenólica de los vinos producidos con las tres variedades en estudio, el producto final de todo manejo vitícola en uva vinífera es obtener vino de esa uva, ante lo cual se hizo necesario saber si el ajuste de carga influía sobre la composición fenólica de los vinos en cuestión. Para lo anterior se hicieron microvinificaciones de los dos tratamientos en estudio por cada una de las tres repeticiones en recipientes plásticos de 20 litros. La uva correspondiente a cada una de las repeticiones se cosechó y vinificó en forma separada, controlando los parámetros tradicionales del proceso. Una vez terminado el proceso de vinificación se tomó una muestra para los correspondientes análisis de fenoles totales, taninos totales y antocianos totales para ver si había diferencia entre tratamientos, lo anterior en las tres variedades en estudio. En el Apéndice II se aprecian los resultados obtenidos de estos análisis.

Análisis básicos de la uva y el mosto

A continuación se presentarán los resultados correspondientes a los análisis básicos realizados a las bayas a lo largo de su maduración, los cuales fueron: densidad, pH, sólidos solubles, acidez titulable, peso de 100 bayas y peso de los hollejos provenientes de las 100 bayas.

Densidad y Sólidos solubles

La densidad permite conocer la concentración de azúcares en las bayas. Las bayas acumulan glucosa y fructosa en cantidades iguales y en una forma relativamente constante durante la maduración de la uva (Robinson y Davies, 2000).

Pinot Noir: En el Cuadro 3 se puede apreciar la evolución de los sólidos solubles y densidad del mosto durante la maduración de las bayas del cv. Pinot Noir

Cuadro 3. Evolución de densidad y sólidos solubles en el cv. Pinot Noir

Fecha / Trat.	Densidad (g/mL)			
	T1	D.S*	T2	D.S
04-feb	1068,3a**	1,53	1062,0b	2,00
19-feb	1087,0a	3,00	1085,3a	5,03
06-mar	1092,6a	4,51	1094,0a	2,65
21-mar	1101,0a	2,65	1092,6b	2,08
	Sólidos solubles (°Brix)			
	T1	D.S	T2	D.S
04-feb	17,33a	0,91	15,27b	0,81
19-feb	21,27a	0,70	21,73a	0,31
06-mar	22,83a	0,85	22,63a	0,21
21-mar	24,73a	0,31	23,60b	0,53

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Como se observa en el Cuadro 3, se puede apreciar un aumento en la densidad y sólidos solubles en los dos tratamientos durante la maduración de las bayas. Solo se observan diferencias entre tratamientos en la primera fecha de muestreo y en la cuarta (cosecha), tanto para la densidad como para el contenido de sólidos solubles. En este caso, el tratamiento de ajuste de carga afectó la densidad y concentración de sólidos solubles, observándose que el tratamiento con mayor

carga (T1) presenta una mayor densidad y un mayor contenido de sólidos solubles. Se esperaría que T2 que es el tratamiento con menor carga presentara mayores niveles de densidad debido a que al presentar una menor carga la planta puede acumular en mejor forma sólidos solubles, pero este resultado concuerda con algunos autores como Bravdo y Naor (1997) citados por Contreras (2001), quienes señalan que la cantidad de carga por planta no afectaría la acumulación de azúcar en la baya.

Estos resultados, además, concuerdan con lo expuesto por Lisoni (2001), quien en un ensayo con distintos vigos para el cv. Cabernet Sauvignon, observó un aumento de la densidad a través de la maduración de las bayas, lo cual implica una mayor concentración en la uva de los distintos compuestos que ella posee.

Syrah: En el Cuadro 4 se aprecia la evolución de los sólidos solubles y densidad del mosto durante la maduración de las bayas del cv. Syrah

Cuadro 4. Evolución de densidad y sólidos solubles en el cv. Syrah

Fecha / Trat.	Densidad (g/mL)			
	T1	D.S*	T2	D.S
06-feb	1060,3a**	2,08	1062,6a	2,52
21-feb	1082,6a	6,81	1088,3a	3,79
08-mar	1088,3a	6,43	1091,0a	3,00
23-mar	1092,3a	2,08	1095,0a	1,00
07-abr	1100,0a	2,65	1107,0b	2,65
23-abr	1108,6a	2,31	1112,0a	2,65
Fecha / Trat.	Sólidos solubles (°Brix)			
	T1	D.S	T2	D.S
06-feb	14,97a	0,25	15,00a	0,26
21-feb	20,40a	1,91	21,77a	0,67
08-mar	21,70a	1,84	22,97a	0,68
23-mar	22,60a	0,87	23,30a	0,30
07-abr	24,30a	1,13	25,43a	0,21
23-abr	25,77a	0,25	26,37a	0,55

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Se puede ver un aumento en la densidad para los dos tratamientos a través de la maduración de las bayas, observándose que el tratamiento con menor carga (T2) presenta mayores valores de densidad que el tratamiento 1 a través de todas las fechas de muestreo. Lo anterior concuerda con lo expuesto por Jackson y Lombard (1993) en relación con que la mayor carga de una parra (T1), retrasa la acumulación de azúcar en los racimos. En este caso el aumento de °Brix se debería a la pérdida de peso de las bayas hacia el final de la madurez (**Cuadro 10**) y no por un ingreso de solutos a estas, lo que demostraría la interrupción del flujo vascular floemático descrito por Coombe y McCarthy (2000) en la variedad Syrah.

Carménère: En el Cuadro 5 se ve la evolución de los sólidos solubles y densidad del mosto durante la maduración de las bayas del cv. Carménère.

Cuadro 5. Evolución de densidad y sólidos solubles en el cv. Carménère

Fecha / Trat.	Densidad (g/mL)			
	T1	D.S*	T2	D.S
04-mar	1068,6a**	4,51	1066,6a	1,15
19-mar	1075,3a	5,03	1075,3a	1,53
03-abr	1077,6a	0,58	1081,0b	1,00
18-abr	1087,3a	3,79	1090,6a	1,53
07-may	1093,6a	1,53	1095,3a	3,06
Fecha / Trat.	Sólidos solubles (°Brix)			
	T1	D.S	T2	D.S
04-mar	16,53a	0,64	16,27a	0,31
19-mar	18,00a	0,72	17,90a	0,30
03-abr	18,90a	0,36	20,47a	1,33
18-abr	21,47a	0,76	22,00a	0,20
07-may	22,83a	0,35	23,00a	0,20

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Durante la maduración, las bayas continúan acumulando azúcares pero mucho más despacio que en el momento del envero, aún así, en caso de tener una cosecha deficitaria, debido a un desorden fisiológico como el corrimiento, el cual se presentaba en el cv. Carménère, la superficie foliar es proporcionalmente más elevada con respecto a las bayas y el contenido final en azúcares es más elevado, se esperaría que el tratamiento con menor carga (T2), tuviera un mayor contenido en

azúcares, ya que presenta una mayor superficie foliar con respecto a la carga frutal, lo cual hace que las hojas “alimenten” en mejor forma a los racimos, acumulando más azúcares, pero lo anterior casi no acontece debido a que el problema de corredura era apreciable lo cual causó que el ajuste de carga casi no tuviera efecto sobre la acumulación de azúcares en la baya (Blouin y Guimberteau, 2004).

Este aumento en la acumulación de sólidos solubles en el mosto concuerda con lo expuesto por Novoa (2001), el cual encontró que para la zona en estudio (Maipo Alto), había un aumento en la acumulación de azúcares en las bayas del cv. Carménère.

Acidez total y pH

Durante la maduración, la acidez disminuye en las bayas por la combustión o respiración e incluso pueden transformarse en azúcares, especialmente en la última etapa de maduración (Hidalgo, 2003). Por otra parte, el pH representa la concentración de los iones hidrógeno que provienen de la respiración de los ácidos (Flanzy, 2000).

Pinot Noir: En el Cuadro 6 se puede apreciar la evolución de la acidez y pH del mosto durante la maduración de las bayas del cv. Pinot Noir.

Cuadro 6. Evolución de la acidez total y pH en el cv. Pinot Noir.

Fecha / Trat.	Acidez total (g H ₂ SO ₄ /L)			
	T1	D.S*	T2	D.S
04-feb	8,69a**	0,39	7,41b	0,35
19-feb	4,50a	0,10	3,92a	0,45
06-mar	3,49a	0,05	2,77a	0,49
21-mar	2,84a	0,20	2,94a	0,10
	PH			
	T1	D.S	T2	D.S
04-feb	3,18a	0,02	3,38b	0,05
19-feb	3,40a	0,05	3,62b	0,02
06-mar	3,70a	0,04	3,98b	0,06
21-mar	3,83a	0,02	3,90a	0,10

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

En el Cuadro 6 se puede observar una disminución de la acidez total a través de las fechas de muestreo. Este resultado concuerda con lo expuesto por Muñoz *et al.* (2002) los cuales en un ensayo con 3 niveles de carga en el cv. Cabernet Sauvignon encontraron que la acidez total de las bayas era mayor en los tratamientos no raleados que en los tratamientos raleados. Por su parte Contreras (2001) y Lisoni (2001), ocupando distintos niveles de raleo en el cv. Cabernet Sauvignon, encontraron que la acidez disminuía a medida que avanzaba la madurez de la uva. En cuanto al pH se puede observar un aumento a través de todas las fechas de muestreo. El resultado anterior concuerda con lo expuesto por Jackson y Lombard (1993) en cuanto a que los niveles de pH se encuentran negativamente relacionados con el nivel de carga frutal.

Syrah: En el Cuadro 7 se aprecia la evolución de la acidez y pH del mosto durante la maduración de las bayas del cv. Syrah.

Cuadro 7. Evolución de la acidez total y pH en el cv. Syrah

Fecha / Trat.	Acidez total (g H ₂ SO ₄ /L)			
	T1	D.S*	T2	D.S
06-feb	5,88a**	0,26	6,01a	0,20
21-feb	3,53a	0,34	3,14a	0,03
08-mar	3,23a	0,25	3,48a	0,03
23-mar	3,36a	0,49	3,56a	0,05
07-abr	3,30a	0,74	3,60a	0,03
23-abr	2,25a	0,10	3,51b	0,02
	pH			
	T1	D.S	T2	D.S
06-feb	3,04a	0,10	3,02a	0,11
21-feb	3,27a	0,11	3,21a	0,03
08-mar	3,48a	0,06	3,56a	0,03
23-mar	3,68a	0,08	3,64a	0,05
07-abr	3,76a	0,08	3,68a	0,03
23-abr	3,85a	0,12	3,59b	0,02

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

En el Cuadro 7, se aprecia que el tratamiento con menor carga (T2) es el que presenta una mayor acidez concordando con lo expuesto por Avila (2002), el que para el cv. Syrah encontró que al principio había una baja progresiva de la acidez en la baya, para luego estabilizarse y disminuir

lentamente hacia el final de la madurez de la baya. Gao y Cahoon (1998), indican que los niveles de pH se encuentran inversamente relacionados con la producción de fruta por hectárea, lo cual se aprecia en los resultados obtenidos en este estudio. Desde el punto de vista enológico, la mayor acidez y menor pH del tratamiento 2, es importante debido a que un menor pH ayuda a evitar inestabilidades y alteraciones en el vino, ya que se produce una mayor presión selectiva sobre los microorganismos causantes de estas inestabilidades, además la mayor acidez del tratamiento 2, evita una excesiva adición de ácido tartárico para corregir la acidez del mosto, provocando un ahorro desde el punto de vista económico en insumos de la bodega. Según Blouin y Guimberteau (2004), al analizar la evolución de la acidez a través de la maduración, una mayor carga implicó una mayor metabolización de los ácidos, lo cual hace que baje considerablemente la acidez del tratamiento 1, pero esto no sucede al observar la evolución en el contenido de azúcares (**Cuadro 4**), dicho proceso de metabolización comenzó cerca del 8 de marzo en el tratamiento con mayor carga (T1), la llegada de pocos azúcares, además se vería influenciada por la interrupción del floema descrita por Coombe y McCarthy (2000), lo cual hace que con una mayor carga se metabolicen más ácidos que azúcares haciendo que baje considerablemente la acidez en el tratamiento 1. En este caso el ajuste de carga afectó a las bayas haciendo que el tratamiento con menor carga (T2), presente una mayor acidez y menor pH.

Carménère: En el Cuadro 8 se ve la evolución de la acidez total y pH del mosto durante la maduración de las bayas del cv. Carménère.

Cuadro 8. Evolución de la acidez total y pH en el cv. Carménère

Fecha / Trat.	Acidez total (g H ₂ SO ₄ /L)			
	T1	D.S*	T2	D.S
04-mar	5,29a**	0,35	4,86a	0,28
19-mar	2,77a	0,32	2,90a	0,15
03-abr	2,81a	0,15	3,30b	0,06
18-abr	2,48a	0,05	2,57a	0,06
07-may	2,84a	0,35	2,94a	0,17
	pH			
	T1	D.S	T2	D.S
04-mar	3,28a	0,04	3,25a	0,04
19-mar	3,95a	0,04	3,97a	0,04
03-abr	3,92a	0,04	3,88a	0,03
18-abr	4,16a	0,04	4,18a	0,08
07-may	4,08a	0,03	4,18a	0,10

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

En el Cuadro 8 se puede observar que existe una caída en la acidez para ambos tratamientos, lo cual es esperable debido a que a medida que transcurre la maduración de la baya, los ácidos presentes en ésta, son respirados disminuyendo su concentración y por ende la acidez de la baya, pero hacia el final del muestreo se observa un aumento en la acidez de las mismas, lo cual podría deberse a una nueva síntesis de ácidos por parte de éstas. En cuanto al pH, casi no existen diferencias entre tratamientos. Según Hidalgo (2002), el aumento gradual de pH durante la maduración refleja la formación de sales ácidas a expensas del ácido libre. Esta relación entre sales ácidas y ácido libre, está influida por la cantidad total de calor efectivo durante la maduración; es así que para la fecha de cosecha las temperaturas son cada vez menores (**Anexo I, Tabla 1**), favoreciendo que los nuevos ácidos formados no sean tan fácilmente respirados debido a las altas temperaturas, lo que se aprecia en la última fecha de muestreo, en cuanto a la subida en la acidez y el valor de pH que permanece casi constante.

Peso de 100 bayas

Pinot Noir: En el Cuadro 9 se puede apreciar la evolución del peso de 100 bayas durante la maduración del cv. Pinot Noir.

Cuadro 9. Evolución del peso (g) de 100 bayas del cv. Pinot Noir

Fecha / Trat.	T1	D.S*	T2	D.S
04-feb	82,48a**	3,57	83,82a	3,76
19-feb	86,22a	4,22	85,23a	0,41
06-mar	118,95a	6,18	105,76b	3,30
21-mar	94,15a	2,85	97,26a	13,46

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

En el Cuadro 9 se aprecia un aumento en el peso de los granos a medida que avanza la maduración de la baya. Hacia la cosecha hay una baja en el peso de baya, que puede ser explicada debido a que se produce una concentración de la baya por pérdida de agua, más elevada cuanto más cálido y seco es el clima, esta deshidratación natural que se produce en el grano es producto de la alta temperatura ambiental de esa época (**Anexo I, Tabla 1**). Además se aprecia

que el tratamiento con menor carga (T2) presenta un mayor peso de bayas al momento de la cosecha.

Syrah: En el Cuadro 10 se aprecia la evolución del peso de 100 bayas durante la maduración del cv. Syrah.

Cuadro 10. Evolución del peso (g) de 100 bayas del cv. Syrah

Fecha / Trat.	T1	D.S*	T2	D.S
06-feb	126,83a**	7,61	125,58a	4,60
21-feb	169,68a	9,17	168,21a	7,42
08-mar	170,63a	12,40	182,87a	7,60
23-mar	154,70a	9,15	146,07a	7,83
07-abr	156,50a	4,47	145,29b	5,11
23-abr	165,96a	6,90	146,90a	12,32

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

En el Cuadro 10, se aprecia una subida en el peso de bayas hasta la tercera fecha de muestreo en donde se produce una baja la cual es más apreciable en el tratamiento 2. Según diversos estudios, después de la etapa de pinta, en la baya se produce una interrupción de los haces vasculares xilemáticos, manteniéndose el aporte hídrico y de azúcares sintetizados en las hojas únicamente por los haces floemáticos (McCarthy, 1999). Estudios recientes sobre el cv. Syrah en cuanto a la pérdida de peso en la fase de precosecha debido a una interacción entre la calidad de las ceras epicuticulares y la tasa transpiratoria, llevados a cabo por Rogiers *et al.* (2004), concluyeron que la pérdida de peso de las bayas no fue producto de una discontinuidad de la cutícula o una alta tasa transpiratoria, sino que sería debido a una disminución del flujo vascular dentro de la baya combinado con una transpiración continua de esta, concordando con los estudios de McCarthy y Coombe (1999), en la variedad Syrah, los cuales dijeron que el flujo floemático también se ve interrumpido en la fase final de la tercera etapa (maduración), produciéndose una deshidratación del fruto, lo cual puede explicar esta baja apreciable en el peso de bayas desde el tercer muestreo en adelante.

Carménère: En el Cuadro 11 se ve la evolución del peso de 100 bayas durante la maduración del cv. Carménère.

Cuadro 11. Evolución del peso (g) de 100 bayas del cv. Carménère

Fecha / Trat.	T1	D.S*	T2	D.S
04-mar	112,85a**	2,82	119,47a	3,57
19-mar	112,49a	11,68	131,48a	6,74
03-abr	113,45a	3,83	109,58a	2,37
18-abr	112,98a	2,65	115,81a	3,64
07-may	102,83a	10,44	119,09a	8,15

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

En el Cuadro 11 se observa una disminución del peso en el tratamiento con mayor carga (T1), en cambio para el tratamiento con menor carga (T2) hay un leve descenso del peso al comparar las fechas de pinta (4 de marzo) y cosecha (7 de mayo); ya desde el cuarto muestreo se aprecia una caída del peso producto de la deshidratación natural de la baya. En el quinto muestreo (correspondiente a la fecha de cosecha), se observa que el tratamiento con menor carga (T2) presenta un mayor peso de bayas; en este caso el ajuste de carga afectó el peso de bayas, haciendo que las bayas del tratamiento con menor carga (T2) acumularan más metabolitos, aumentando de esta manera su peso.

Peso de hollejos obtenidos de 100 bayas

Pinot Noir: En el Cuadro 12 se puede apreciar la evolución del peso de hollejos obtenidos de 100 bayas durante la maduración del cv. Pinot Noir.

Cuadro 12. Evolución del peso de hollejos (g) obtenidos de 100 bayas del cv. Pinot Noir

Fecha / Trat.	T1	D.S*	T2	D.S
04-feb	8,47a**	1,14	8,78a	0,58
19-feb	9,11a	0,80	9,65a	0,75
06-mar	9,18a	0,28	12,21b	0,70
21-mar	7,97a	0,80	8,86a	0,64

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

En el Cuadro 12 es posible comprobar que al igual que en el caso del peso de 100 bayas del cv. Pinot Noir, los datos siguen una tendencia similar alcanzando un máximo en el tercer muestreo para luego disminuir. Probablemente este hecho tenga relación con el mayor volumen de baya que se presenta en esa época previo a la deshidratación de la baya. Es posible apreciar que en este caso el mayor peso durante todo el período de muestreo lo presenta el tratamiento con menor carga (T2).

En este caso el ajuste de carga afectó el peso de los hollejos observándose que el tratamiento con menor carga (T2) presenta un mayor peso de hollejos a la cosecha.

Syrah: En el Cuadro 13 se aprecia la evolución del peso de hollejos obtenidos de 100 bayas durante la maduración del cv. Syrah.

Cuadro 13. Evolución del peso de hollejos (g) obtenidos de 100 bayas del cv. Syrah

Fecha / Trat.	T1	D.S*	T2	D.S
06-feb	17,10a**	4,50	14,74a	0,43
21-feb	16,41a	1,29	18,41a	1,55
08-mar	17,27a	0,74	19,11b	0,09
23-mar	16,35a	0,77	15,71a	1,31
07-abr	14,46a	0,59	13,39a	0,86
23-abr	15,04a	0,28	14,91a	2,11

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Desde el tercer muestreo y hacia la fecha de cosecha se aprecia una caída del peso de hollejos, debido a la misma situación que se apreció en el caso del peso de 100 bayas (**Cuadro 10**), disminución del flujo vascular dentro de la baya junto a una transpiración continua de esta, lo cual afectó a las células del hollejo las cuales no siguieron creciendo al interrumpirse el flujo vascular dentro de la baya produciendo una deshidratación del hollejo, lo cual se acentuó aun más en el tratamiento con menor carga (T2).

Carménère: En el Cuadro 14 se ve la evolución del peso de hollejos obtenidos de 100 bayas durante la maduración del cv. Carménère.

Cuadro 14. Evolución del peso de hollejos (g) obtenidos de 100 bayas del cv. Carménère

Fecha / Trat.	T1	D.S*	T2	D.S
04-mar	13,84a**	3,48	12,15a	0,47
19-mar	11,88a	1,31	14,05a	1,92
03-abr	19,00a	1,11	17,95a	0,37
18-abr	11,42a	0,93	12,31a	1,44
07-may	13,25a	1,42	13,77a	0,39

*D.S: desviación estándar

** Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

En el Cuadro 14 se aprecia un comportamiento un tanto similar para ambos tratamientos, luego de la tercera fecha de muestreo hay una caída considerable en el peso de hollejos para ambos tratamientos. El ajuste de carga afectó a los hollejos del tratamiento con menor carga (T2), los cuales aumentaron su peso a lo largo de la maduración de la baya.

Análisis de polifenoles

Según diversos estudios hay una gran cantidad de factores que pueden afectar el rango de acumulación de compuestos fenólicos en la uva. El raleo de racimos, por ejemplo afecta la composición de la baya, y es por esto que se analizará la composición fenólica de los hollejos de las bayas y el efecto que tiene el ajuste de carga sobre la acumulación de diversos metabolitos secundarios, como los compuestos fenólicos, para las variedades Pinot Noir, Syrah y Carménère.

Fenoles totales

Según Hidalgo (2003), la riqueza en polifenoles del hollejo (flavanoles, flavonoles, antocianos) es muy variable, dependiendo de la variedad de uva y de su grado de maduración.

Pinot Noir: En la Figura 2 se puede apreciar la evolución del contenido de fenoles totales durante la maduración del cv. Pinot Noir.

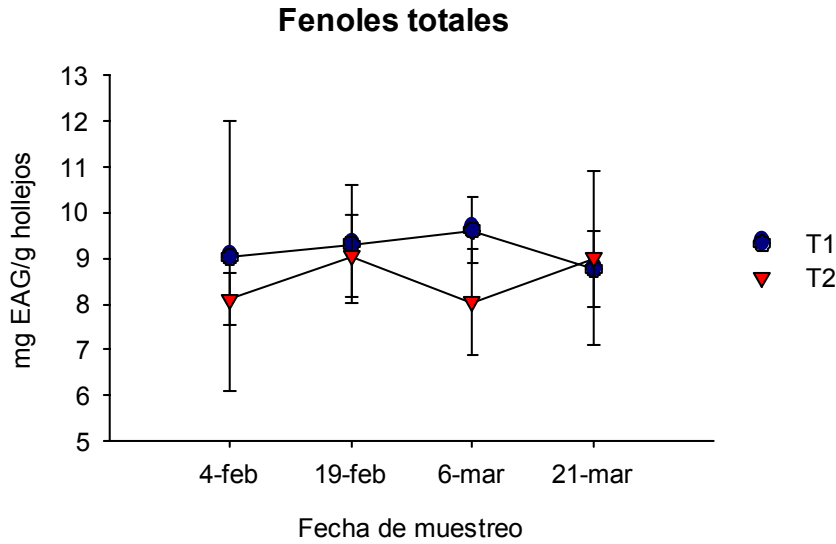


Figura 2. Evolución de fenoles totales en el cv. Pinot Noir.

En la Figura 2, se puede apreciar un leve aumento en el contenido de fenoles totales de los hollejos (que son mayoritariamente taninos condensados y antocianos) en el tratamiento 2, en cambio para el tratamiento 1 casi no se observan cambios al medir el contenido en la pinta y en la cosecha, a medida que transcurre la maduración de la baya, observándose que en la cosecha hay una disminución en el contenido de fenoles totales en el tratamiento testigo (T1) y un aumento de estos en el tratamiento con menor carga (T2).

Este aumento en el contenido de fenoles totales en los hollejos es esperable debido al aumento en el contenido de antocianos luego de pinta (**Figura 8**), los cuales aportan su componente al contenido de fenoles totales y por ende a su aumento a medida que la baya madura, concordando con Lisoni (2001), Contreras (2001) y Zamora (2003), quienes observaron que los fenoles totales en los hollejos tienden a aumentar durante la madurez de la baya.

El mayor contenido de fenoles totales que presenta el tratamiento 2 en la cosecha comparado con el tratamiento 1, podría ser explicado por el aumento de los taninos totales en los hollejos de dicho tratamiento (**Figura 5**), que se observa desde la segunda fecha de muestreo hasta la cosecha; este aumento podría ser el responsable de la mayor concentración de fenoles totales observados en el tratamiento 2 en la última fecha de muestreo, no existiendo diferencias entre tratamientos en la fecha de cosecha (**Apéndice I**).

Este mayor contenido de fenoles presente en el tratamiento con menor carga (T2), también se puede apreciar en los vinos obtenidos de la variedad, aún cuando el contenido de fenoles es levemente mayor en el tratamiento 2 no existiendo diferencias entre tratamientos (**Apéndice II**).

Syrah: En la Figura 3 se puede apreciar la evolución del contenido de fenoles totales durante la maduración del cv. Syrah.

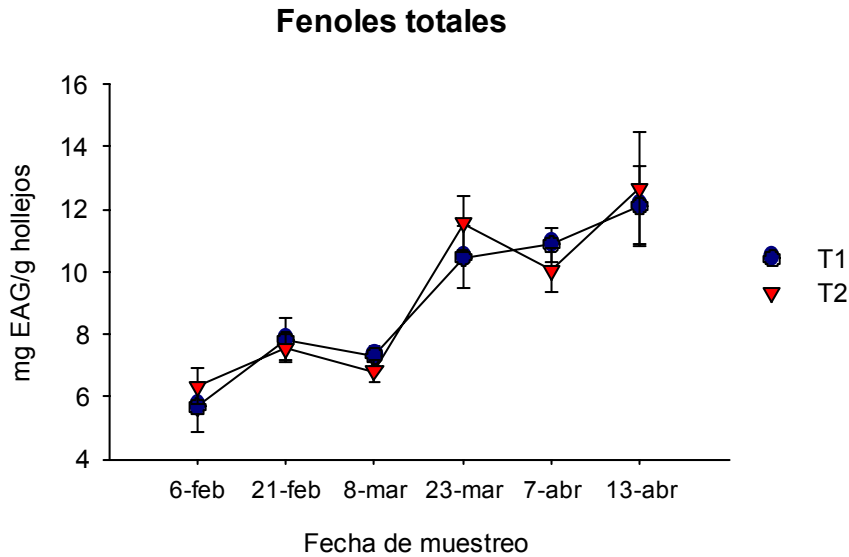


Figura 3. Evolución de fenoles totales en el cv. Syrah.

En la Figura 3, es posible apreciar para los dos tratamientos en estudio, un aumento en el contenido de fenoles totales de los hollejos a medida que transcurre la maduración de la baya, lo cual concuerda con los trabajos en la variedad Syrah llevados a cabo por Shultz (2000), Avila (2002) y Ojeda *et al.* (2002). En cuanto a la diferencia entre tratamientos, se observa que a partir de la tercera fecha de muestreo, el tratamiento con menor carga (T2) presenta un mayor contenido de fenoles comparado con el tratamiento 1, no existiendo diferencias al momento de cosecha entre tratamientos (**Apéndice I**); como se dijo anteriormente, los fenoles totales comprenden mayoritariamente taninos condensados y antocianos, ante lo cual al observar la Figura 9 se ve que la concentración de antocianos en el tratamiento 2 es mayor que en el tratamiento 1, lo cual podría explicar la mayor concentración de fenoles en el tratamiento 2. Además esta mayor concentración de fenoles también se aprecia en los vinos obtenidos de los dos tratamientos, existiendo diferencias entre tratamientos (**Apéndice II**).

Carménère: En la Figura 4 se puede apreciar la evolución del contenido de fenoles totales durante la maduración del cv. Carménère.

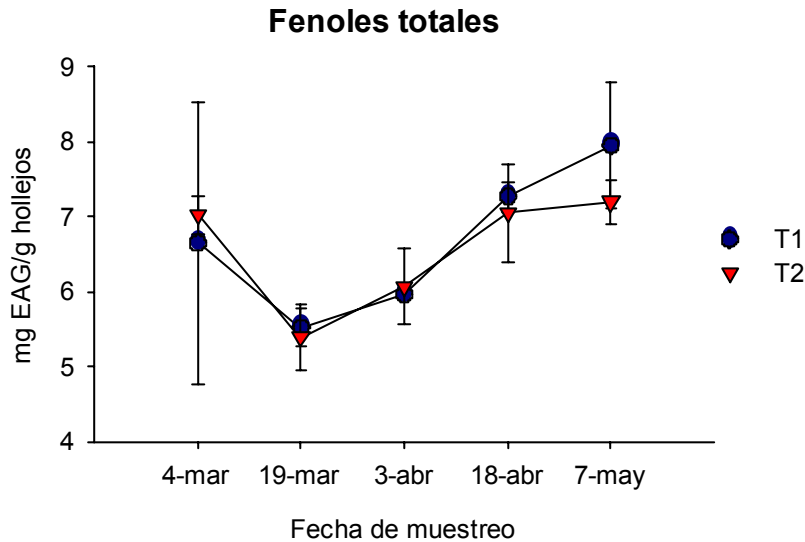


Figura 4. Evolución de fenoles totales en el cv. Carménère.

En los dos tratamientos se aprecia un aumento en el contenido de fenoles en los hollejos siendo este aumento mayor en el tratamiento con mayor carga (T1). El resultado anterior concuerda con Novoa (2001) el cual para un estudio efectuado sobre la variedad Carménère en el Valle del Maipo, encontró que los fenoles de los hollejos aumentan con la madurez de la baya.

Como se dijo anteriormente, los fenoles totales son en su mayoría taninos condensados y antocianos y la baja que se produjo 15 días después de pinta, se debería al hecho observado en la Figura 7 en la cual se aprecia una baja de los taninos de los hollejos que disminuiría la concentración de fenoles totales. En cuanto a los vinos, no hay diferencias entre tratamientos, aun cuando el tratamiento 2 es el que presenta un mayor contenido de fenoles. (**Apéndice II**).

Taninos totales

Los flavanoles (taninos condensados o procianidinas) representan una compleja familia compuesta por las diferentes formas isoméricas de la (+) catequina y sus polímeros, los cuales son los responsables de la astringencia y amargor del vino (Zamora, 2003).

Los taninos de los hollejos se incrementan durante el período de maduración, acumulándose en forma más lenta que los antocianos y su máximo se alcanza algunos días después que los antocianos, por lo que la maduración de ambos compuestos no siempre coincide (Hidalgo, 2003).

Pinot Noir: En la Figura 5 se observa la evolución de los taninos totales en los hollejos de las bayas.

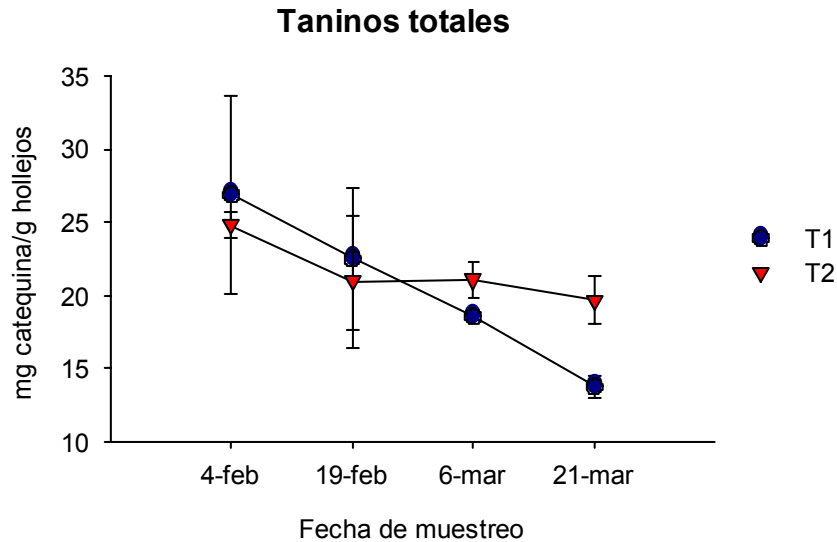


Figura 5. Evolución de taninos totales en el cv. Pinot Noir.

En la Figura 5, se puede apreciar una disminución en el contenido de taninos de los hollejos, en los dos tratamientos, desde el momento de pinta hasta cosecha. Esta disminución es mayor en el tratamiento 1 comparado con el tratamiento 2, concordando con lo expuesto por Harbertson *et al.* (2002), además la curva de los taninos totales se caracteriza por un incremento en la primera etapa de maduración hasta llegar a una acumulación máxima, que es la etapa de envero, para luego disminuir en las siguientes, lo cual se corrobora en este estudio.

Esta baja de los taninos es interesante al analizar lo que sucede cuando se comparan los dos tratamientos, es así que se observa que desde la segunda fecha de muestreo, el ajuste de carga afectó al tratamiento que presenta una menor carga frutal (T2), el cual acumula más taninos que el tratamiento con mayor carga frutal (T1), existiendo en la fecha de cosecha diferencia entre tratamientos (**Apéndice I**).

Es un hecho bien conocido que los vinos obtenidos de la variedad Pinot Noir son demasiado tánicos y poco coloreados, lo anterior se aprecia en el tratamiento con menor carga (T2), el cual al presentar una menor carga frutal debería acumular en mejor forma metabolitos secundarios, lo cual acontece en este estudio, es así que de acuerdo a Jackson y Lombard (1993), altos rendimientos por parra parecen reducir la calidad de la baya y este efecto se debería al hecho de que la sobrecarga retrasa la acumulación de azúcar y de compuestos fenólicos en la fruta, cuando se compara con plantas de menor carga, en este caso el tratamiento 2.

Es por esto que el tratamiento con menor carga (T2) acumula en mejor forma taninos y no así antocianos. Por lo anterior el manejo que se realice a esta variedad en el viñedo, en cuanto al nivel de carga, luminosidad del racimo y otras variables, será importante para que así se obtenga una mejor materia prima lo que se traducirá en un vino de mejor calidad.

Al observar los vinos obtenidos de estos tratamientos (**Apéndice II**), aun cuando no hay diferencias entre tratamientos, se aprecia claramente el mayor contenido de taninos en el vino del tratamiento 2 (más de 0,6 g/L comparado con T1). Este mayor contenido de taninos en el tratamiento con menor carga (T2) es importante desde el punto de vista de la crianza del vino. Según Blouin y Peynaud (2004), un mayor contenido de taninos en el vino, asegura una buena capacidad de envejecimiento y una buena estabilización del color del vino, debido a la unión de los taninos con los antocianos, estabilizando el color de estos últimos. Esto es importante en Pinot Noir ya que es un cultivar que presenta poco color y así al tener un buen contenido de taninos, nos asegura una buena capacidad de envejecimiento y una buena estabilidad del color tendiente a obtener un vino de calidad.

Syrah: La Figura 6 presenta la evolución de los taninos totales en los hollejos de las bayas.

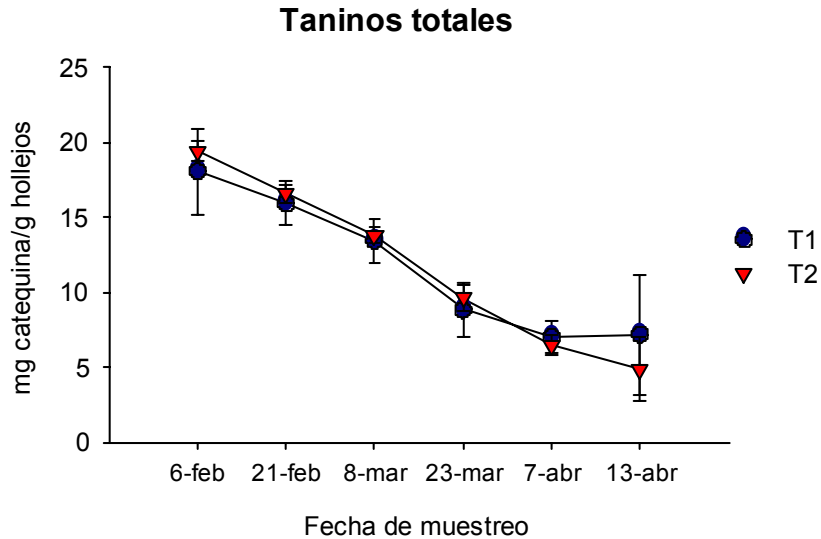


Figura 6. Evolución de taninos totales en el cv. Syrah.

En la Figura 6, se observa una disminución de los taninos totales de los hollejos en los dos tratamientos. Esta disminución concuerda con lo expuesto por Ojeda *et al.* (2002), los cuales en un ensayo con el cultivar Syrah, señalaron que a medida que transcurría la maduración, los taninos totales medidos por gramos de hollejos, disminuían, desde un máximo alcanzado en el envero, para luego presentar un leve aumento hacia la cosecha presentando una curva de acumulación muy parecida a la presentada por el tratamiento 1.

En cuanto a la diferencia entre tratamientos, desde la primera fecha de muestreo, correspondiente al estado fenológico de envero o “pinta”, se aprecia que el tratamiento con menor carga (T2) presenta un mayor contenido de taninos hasta 15 días antes de cosecha, en donde se ve que el tratamiento con mayor carga (T1) presenta un leve aumento en su concentración. Al observar los vinos del cv. Syrah (**Apéndice II**), se ve que el tratamiento 2 es el que presenta el mayor contenido de taninos (más de 1,2 g/L comparado con T1), lo cual puede explicarse debido a que las células del hollejo del tratamiento 2 opusieron una menor resistencia a la extracción de los taninos, aumentando de esta forma su contenido en los vinos del tratamiento 2, existiendo diferencias entre tratamientos.

Carménère: En la Figura 7 se observa la evolución de los taninos totales en los hollejos de las bayas.

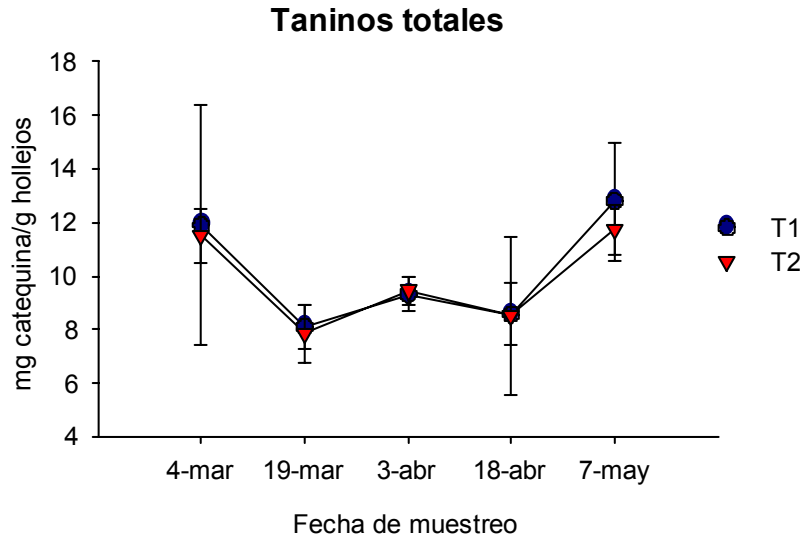


Figura 7. Evolución de taninos totales en el cv. Carménère.

Al observar las concentraciones iniciales de taninos, medidas en “pinta”, y las concentraciones finales en la cosecha, se aprecia que las diferencias son muy leves para los dos tratamientos, aún cuando es el tratamiento con mayor carga (T1) el que presenta una mayor diferencia, observándose que para los dos tratamientos hay una subida leve del contenido de taninos desde pinta hasta cosecha.

Este resultado concuerda con lo expuesto por Novoa (2001), el cual encontró que los taninos de los hollejos del cv. Carménère aumentaban durante la madurez, aunque en forma leve tal como aconteció en este estudio.

El comportamiento observado en la Figura 7, en cuanto a la disminución inicial de taninos y cerca de la cosecha, un aumento en la concentración, puede deberse a una sobremaduración descrita por Marquette (1999), en la cual hacia el final de la madurez de la baya, existe una degradación de las paredes celulares, lo cual afectó la composición estructural de los hollejos, haciendo que se extrajeran más fácilmente los taninos contenidos en las vacuolas de los tejidos de éste, aumentando de esta manera la concentración final de estos, lo cual se ve claramente al observar el contenido de taninos de los vinos del tratamiento 2 (**Apéndice II**).

Antocianos totales

Los antocianos representan una parte importante tanto a nivel cualitativo como cuantitativo de los compuestos fenólicos de la baya de uva tinta. Estos son los pigmentos tintos de la uva, estando

localizados en el hollejo, especialmente dentro de las vacuolas de las 3 o 4 primeras capas celulares de la hipodermis o en estructuras especializadas llamadas “antocianoplastos” de las células del hollejo. Además los niveles relativos de antocianos pueden variar en función de la temperatura, de las condiciones de insolación y también del terreno (Flanzy, 2000).

Los antocianos aparecen en el envero y se acumulan durante la maduración, alcanzando generalmente su valor más alto cuando la relación azúcares / acidez en el mosto es máxima (Hidalgo, 2003).

Pinot Noir: En la Figura 8 se puede apreciar la evolución en el contenido de antocianos

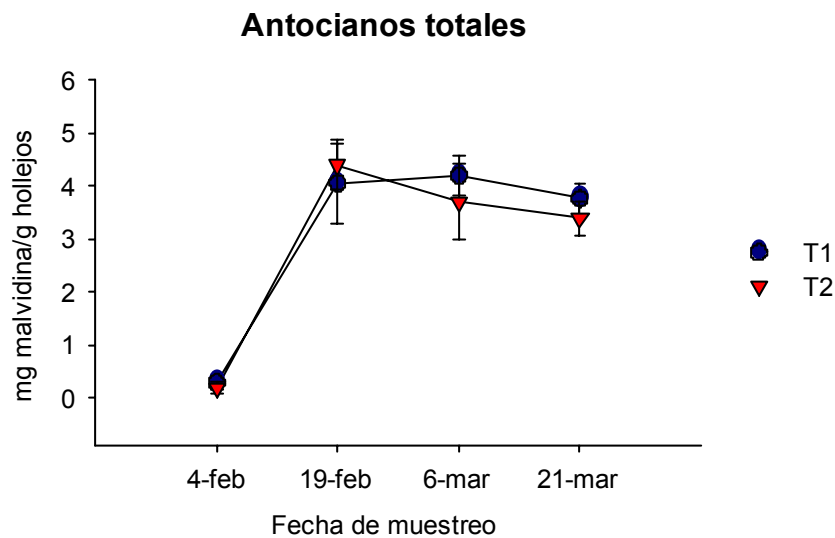


Figura 8. Evolución de antocianos totales en el cv. Pinot Noir.

Se observa la evolución en la concentración de antocianos totales en los hollejos, observándose el aumento para los dos tratamientos.

Según Hidalgo (2003), el contenido de antocianos aumenta progresivamente a lo largo de toda la maduración hasta alcanzar un máximo, para luego disminuir claramente durante un período llamado “sobremaduración”, donde existe una disminución importante de la cohesión entre las células y una degradación de las membranas y paredes celulares, Keller y Hrazdina (1998), sugieren que esta pérdida de antocianos, puede ser causada por enzimas glicosidasas y

peroxidasas que se encontrarían en las vacuolas de las células del hollejo, lo cual podría explicar la disminución en el contenido de antocianos en los dos tratamientos.

Además, según Pirie y Mullins (1980), existe una fuerte relación entre el contenido de azúcares y la concentración de antocianos en los hollejos; es por esto que al observar el Cuadro 3, en el cual se ve la evolución de sólidos solubles durante la maduración, se aprecia que el tratamiento 1 desde el tercer muestreo presenta un contenido más alto de sólidos solubles, comparado con el tratamiento 2, explicando el mayor contenido de antocianos del tratamiento 1; aun cuando en los vinos obtenidos de la variedad, el tratamiento 2 es el que presenta una concentración levemente mayor de antocianos, lo cual puede explicarse debido a una mejor extracción de los antocianos desde los hollejos de la uva del tratamiento con menor carga (T2) (**Apéndice II**).

Syrah: En la Figura 9 se puede apreciar la evolución en el contenido de antocianos

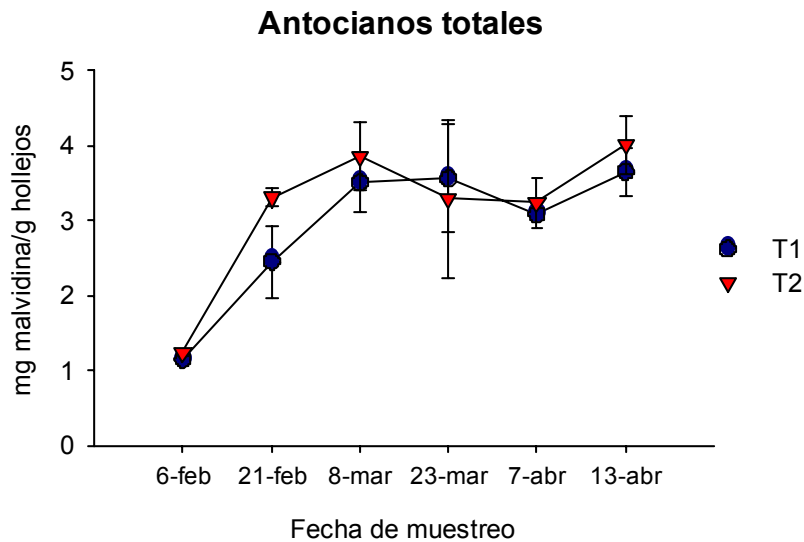


Figura 9. Evolución de antocianos totales en el cv. Syrah.

Según Haselgrove *et al.* (2000), en un estudio realizado sobre el cv. Syrah, los niveles de antocianos siguieron una curva de evolución semejante a la mostrada en la Figura 9, con un aumento hasta los 22° Brix (período entre el 8 y el 23 de marzo) (**Cuadro 4**), para luego disminuir hacia la fecha de cosecha. A través de gran parte de la maduración de la baya, se puede observar que el tratamiento con menor carga (T2) es el que presenta el mayor contenido de antocianos.

La baja en el contenido de antocianos de los hollejos desde el 8 de marzo hasta el 7 de abril, se debería al siguiente hecho:

En primer lugar, se debe recordar que normalmente la síntesis de antocianos está directamente ligada a la acumulación de azúcares en la baya. En este caso, la acumulación de azúcares prosiguió hasta el último muestreo (**Cuadro 4**), pero esta acumulación no se debió a una entrada de solutos a la baya, sino que más bien se produjo una concentración de los sólidos solubles debido a una pérdida de peso de las bayas (**Cuadro 10**), es por esto que el hecho de que se observe una disminución en la concentración de antocianos totales en el período antes expuesto, se debería a que se produjo una interrupción del flujo vascular floemático descrito por Coombe y McCarthy (2000) para la variedad Syrah, ante lo cual bajo el ingreso de azúcares dentro de la baya afectando la síntesis de antocianos.

Es importante aclarar que la máxima concentración de antocianos se alcanza entre el 8 y 23 de marzo, ante lo cual la fecha de cosecha pudo adelantarse para aprovechar la máxima concentración de estos en la uva, pero acá es aplicable el concepto de madurez fenólica, en el cual según Zamora (2003), a medida que la uva madura, los taninos se van polimerizando entre sí haciéndose menos astringentes, es por esto que si se hubiera cosechado en esa fecha, se habría tenido taninos poco polimerizados, con lo cual el vino obtenido de esas uvas habría resultado demasiado astringente y amargo. Además al cosechar una uva demasiado verde se disminuye la extractabilidad del color durante la vinificación de esta, debido a que en uvas inmaduras las capas celulares de la piel son demasiado gruesas dificultando la solubilización de los antocianos, es por esto que al esperar un poco más para cosechar se pierde una cantidad de antocianos, pero con esto se logra una mayor madurez de la uva, una mayor polimerización de taninos y una mayor extractabilidad de antocianos, lo cual se aprecia claramente al observar el mayor contenido de antocianos en los vinos del tratamiento 2 comparado con el tratamiento 1 (**Apéndice II**).

Carménère: En la Figura 10 se puede apreciar la evolución en el contenido de antocianos

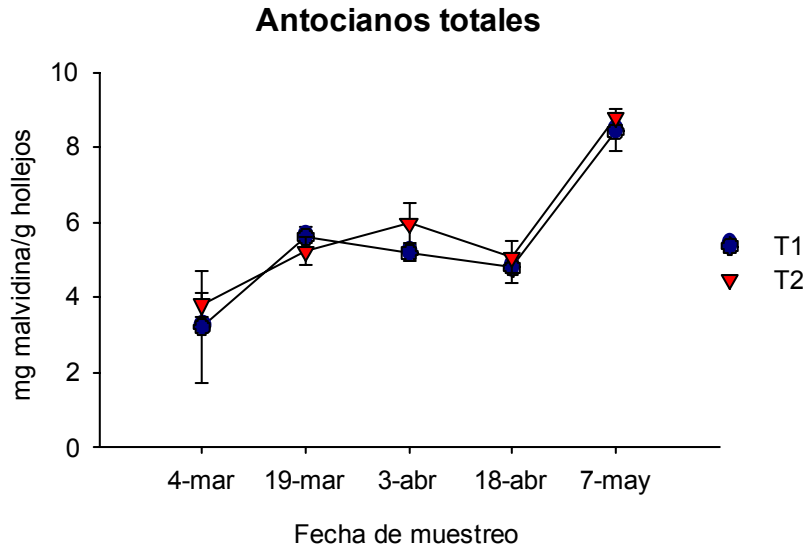


Figura 10. Evolución de antocianos totales en el cv. Carménère.

Para los dos tratamientos, se aprecia un leve aumento para luego disminuir hacia el cuarto muestreo con un aumento hacia la cosecha.

Según Lecas y Brillouet (1994), las paredes de las células de la epidermis de la baya, debido a la presencia abundante de cutina y a su espesor, se transforman en un obstáculo frente a la liberación al medio líquido de los antocianos, taninos y otras moléculas, pero a medida que la baya madura, estudios llevados a cabo por Nunan *et al.* (1998), sugieren que un limitado número de enzimas, entre las cuales se encontrarían endo y exohidrolasas producen el ablandamiento de las paredes del fruto y en especial de las células de los hollejos de la baya, las cuales opusieron menos resistencia a la extracción de los antocianos, aumentando de esta manera la concentración que se observa desde 15 días antes de cosecha hasta la fecha de cosecha propuesta por la viña; lo cual también se observa en los vinos del tratamiento 2, los cuales presentan un mayor contenido de antocianos que el tratamiento 1 (**Apéndice II**).

Flavanoles y grado de polimerización de procianidinas

Para la determinación del contenido de flavanoles y del grado de polimerización de procianidinas, se usa un aldehído específico, el *p*-dimetilaminocinamaldehído (DMACH), el cual mide el grado de condensación de las procianidinas (Vivas *et al.*, 1994).

Pinot Noir: En las Figuras 11a y 11b se puede apreciar la evolución en el contenido de flavanoles y el grado de polimerización de procianidinas.

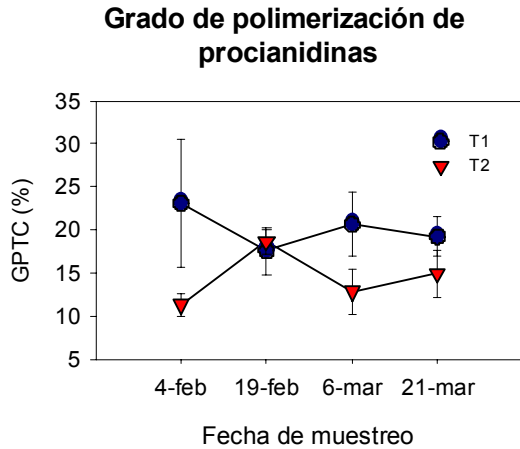


Figura 11a. Evolución del grado de polimerización de procianidinas en el cv. Pinot Noir.

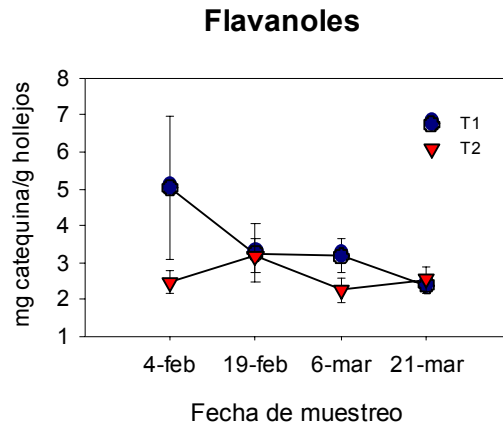


Figura 11b. Evolución de flavanoles en el cv. Pinot Noir.

Se observa en la Figura 11a, que las procianidinas del hollejo del tratamiento con mayor carga (T1), presentan un grado de polimerización mayor que el tratamiento 2 (menor carga), aunque al observar la curva de polimerización, se aprecia que hay una leve disminución en el grado de polimerización del tratamiento 1, en cambio el tratamiento 2 presenta un leve aumento en su grado de polimerización. En cuanto al contenido de flavanoles, se aprecia que para el tratamiento 1, hay una disminución progresiva en el contenido de estos, en cambio para el tratamiento 2 casi no se aprecia un cambio en su concentración a través de la maduración de las bayas. El resultado obtenido en el tratamiento 2 concuerda con lo expuesto por Flanzky (2000), Zamora (2003), debido a que a medida que avanza la madurez de la baya, los taninos del hollejo empiezan a polimerizarse entre sí, disminuyendo de esta manera su astringencia y amargor.

Syrah: En las Figuras 12a y 12b se puede apreciar la evolución en el contenido de flavanoles y el grado de polimerización de procianidinas.

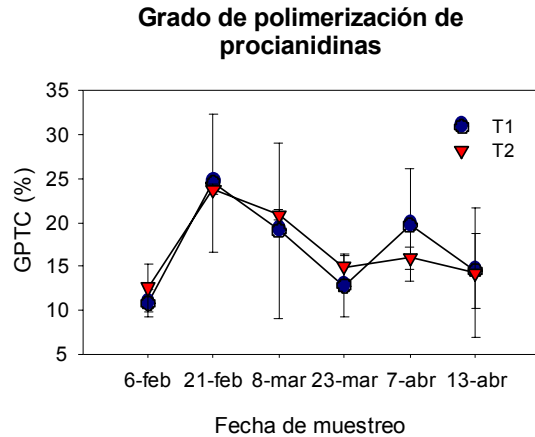


Figura 12a. Evolución del grado de polimerización de procianidinas en el cv. Syrah.

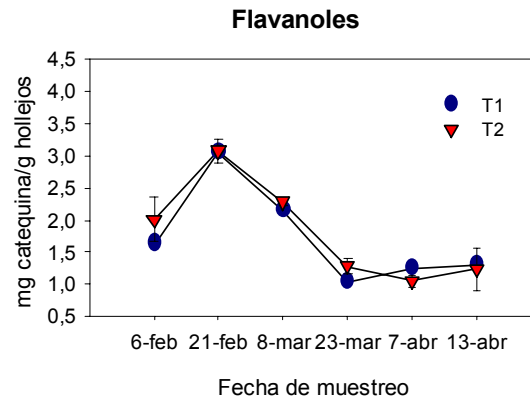


Figura 12b. Evolución de flavanoles en el cv. Syrah.

En los dos tratamientos se aprecia que el grado de polimerización aumentó levemente cuando se analiza el valor obtenido en la fecha de pinta (6 de febrero) y en la fecha de cosecha (13 de abril), aunque al observar la curva se ve que desde la segunda fecha de muestreo, hay una baja del grado de polimerización en los dos tratamientos. Además casi no se observa un cambio en el grado de polimerización, debido a que de acuerdo a Hidalgo (2003), los taninos de los hollejos presentan estructuras más complejas, ante lo cual sus grados de polimerización varían poco durante la maduración. Por otra parte, Avila (2002), encontró que para la variedad Syrah, el grado de polimerización se mantenía casi constante a medida que la baya maduraba. En cuanto al contenido de flavanoles se observa un aumento en su contenido en los dos tratamientos para luego, desde la segunda fecha de muestreo, producirse una baja de estos la cual se mantiene hasta la fecha de cosecha.

Carménère: En las Figuras 13a y 13b se puede apreciar la evolución en el contenido de flavanoles y el grado de polimerización de procianidinas.

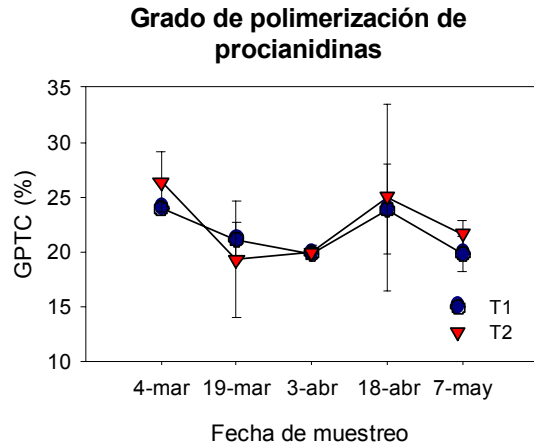


Figura 13a. Evolución del grado de polimerización de procianidinas en el cv. Carménère.

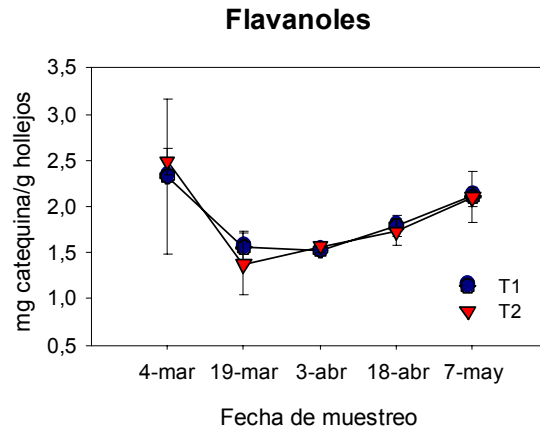


Figura 13b. Evolución de flavanoles en el cv. Carménère.

Al observar las curvas de los dos tratamientos, el grado de polimerización permanece relativamente constante lo cual coincide con lo anteriormente expuesto por Flanzy (2000). Se observa que hacia el final de la madurez el tratamiento con menor carga (T2) es el que presenta los mayores grados de polimerización. El nivel de flavanoles se aprecia casi constante en la madurez de la baya para los dos tratamientos, coincidiendo con Novoa (2001), el cual para el cv. Carménère encontró que el grado de polimerización y flavanoles permanecía prácticamente constante a medida que la uva maduraba.

Intensidad colorante y Matiz

Estos parámetros se determinan de acuerdo con la metodología descrita en 1984 por Glories, es así que la medición se realiza en un espectrofotómetro en el cual se miden las absorbancias a 420, 520 y 620 nm., siendo estas los colores amarillo, rojo y azul, respectivamente.

Pinot Noir: En las Figuras 14a y 14b se puede apreciar la evolución de la intensidad colorante y del matiz.

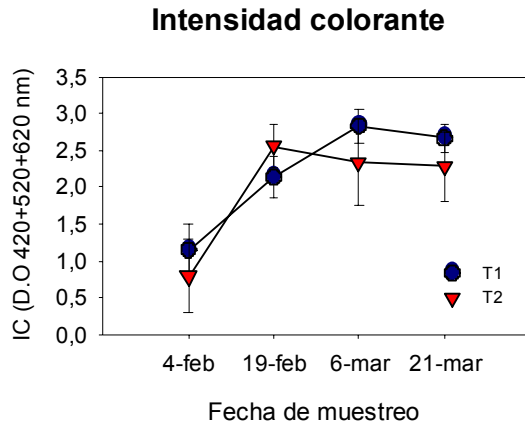


Figura 14a. Evolución de intensidad colorante en el cv. Pinot Noir.

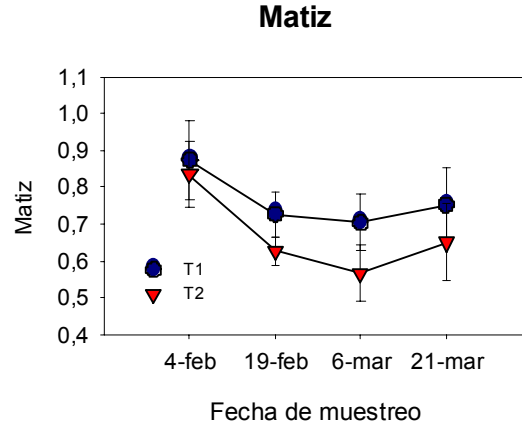


Figura 14b. Evolución del matiz en el cv. Pinot Noir.

En la Figura 14a, se aprecia un aumento en la intensidad colorante de los hollejos a medida que transcurre la maduración, observando que para el tratamiento 1, la intensidad colorante aumenta hasta el tercer muestreo para luego presentar un leve descenso hacia la cosecha, en cuanto al tratamiento 2, el aumento de la intensidad colorante es hasta la segunda fecha de muestreo para luego observar una disminución hacia la cosecha. Se puede apreciar una forma similar entre las curvas de antocianos totales (**Figura 8**) e intensidad colorante (**Figura 14a**), lo que demuestra la relación directa que existe entre ambos parámetros.

En cuanto al matiz, se observa una leve disminución para los dos tratamientos a medida que transcurre la maduración, observando que el tratamiento 1 es el que presenta el valor mayor de matiz en todas las fechas de muestreo, lo cual es esperable debido al aumento de los antocianos, que dan el color rojo, lo cual hace bajar el matiz al predominar el color rojo (520 nm.) sobre el amarillo (420 nm.).

Syrah: En las Figuras 15a y 15b se puede apreciar la evolución de la intensidad colorante y del matiz.

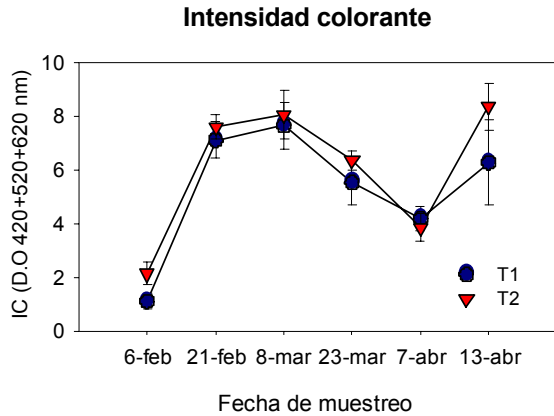


Figura 15a. Evolución de intensidad colorante en el cv. Syrah.

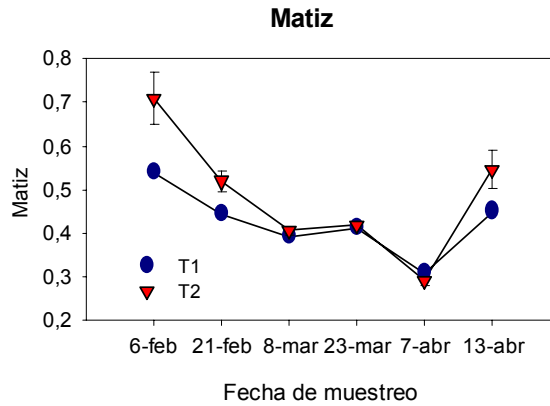


Figura 15b. Evolución del matiz en el cv. Syrah

Se aprecia un aumento para los dos tratamientos observando que es el tratamiento con menor carga (T2) el que presenta el mayor valor de intensidad colorante. En un principio se observa un aumento sostenido hasta la tercera fecha de muestreo para luego disminuir hasta 15 días antes de cosecha en donde nuevamente hay un aumento, siendo este más evidente en el tratamiento 2. Nuevamente se puede apreciar una forma similar entre las curvas de antocianos totales (**Figura 9**) e intensidad colorante (**Figura 15a**), lo que demuestra la relación directa que existe entre ambos parámetros.

En cuanto al matiz de los hollejos, se aprecia una disminución en forma sostenida hasta 15 días antes de cosecha, en donde se ve un aumento del matiz hacia la fecha de cosecha, esta disminución en el matiz es esperable, en cuanto a la subida que se produce hacia la cosecha, se podría deber a un aumento en el contenido de flavanoles en los hollejos, los cuales aportan la componente amarilla (420 nm.).

Carménère: En las Figuras 16a y 16b se puede apreciar la evolución de la intensidad colorante y del matiz.

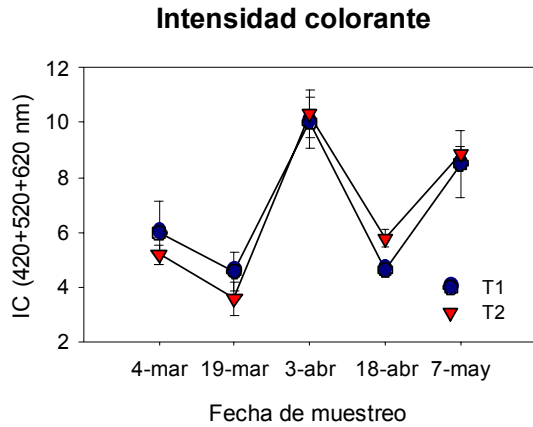


Figura 16a. Evolución de intensidad colorante en el cv. Carménère.

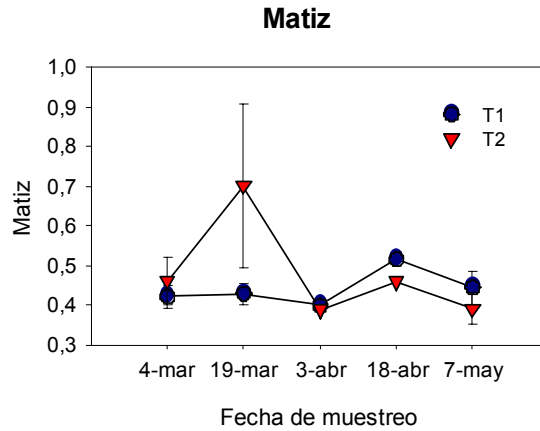


Figura 16b. Evolución del matiz en el cv. Carménère.

Se aprecia un aumento de la intensidad colorante de los hollejos para los dos tratamientos en estudio, observando que los dos tratamientos siguen curvas muy parecidas, aunque desde la tercera fecha de muestreo es el tratamiento 2, el que presenta el valor mayor de intensidad colorante coincidiendo con lo visto en la Figura 10, en la cual se aprecia que desde la tercera fecha de muestreo, el tratamiento 2 es el que presenta el mayor contenido de antocianos y como se dijo anteriormente, existe una relación directa entre la intensidad colorante y el contenido de antocianos.

En cuanto al matiz, los dos tratamientos presentan curvas parecidas, exceptuando lo ocurrido el 19 de marzo, aunque hacia el final el tratamiento 1 presenta un valor mayor de matiz comparado con el tratamiento 2, no habiendo grandes cambios desde pinta hasta cosecha.

Índice de gelatina

A medida que avanza la madurez los taninos tienden a polimerizarse entre sí, adoptando una conformación espacial que hace que estos sean menos reactivos a unirse a las proteínas, por así decirlo se “redondean”, ante lo cual disminuyen su astringencia (Zamora, 2003).

El índice de gelatina nos da una idea del porcentaje de taninos capaces de reaccionar con las proteínas. Es así, que el índice de gelatina puede ser considerado como un reflejo de la astringencia del vino. Éste mientras más elevado sea (superior a 50%) el vino parecerá más áspero o astringente (Glories, 1978).

Pinot Noir: En la Figura 17 se puede apreciar la evolución del Índice de gelatina.

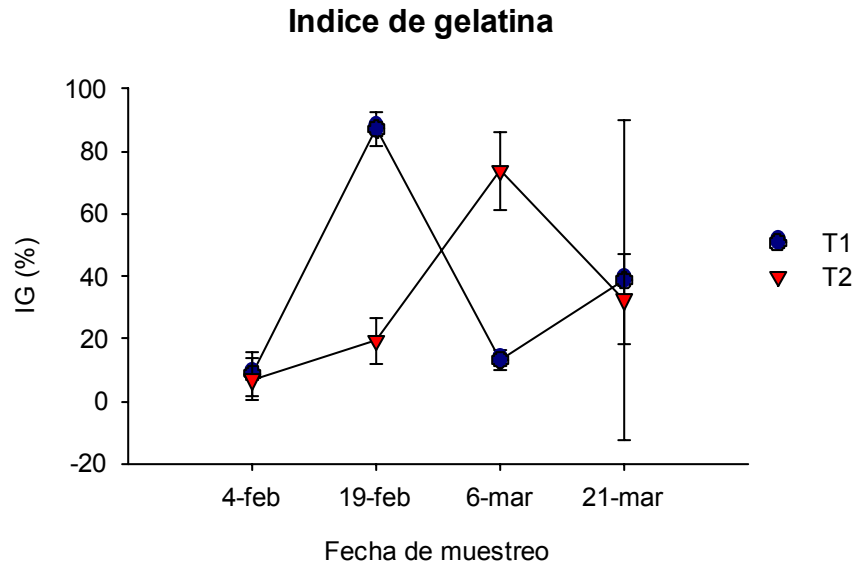


Figura 17. Evolución del índice de gelatina en el cv. Pinot Noir.

En la Figura 17, se observa un comportamiento diferente entre los dos tratamientos al comparar lo que sucede en los muestreos intermedios, ya que en la fecha de pinta y cosecha, los dos tratamientos se comportan de una manera similar. Para el tratamiento 2 (menor carga), la baja que se produce en la cosecha es esperable debido a que mientras avanza la madurez se produce la polimerización de los taninos, disminuyendo con esto la astringencia y el amargor de estos (Zamora, 2003). En cambio para el tratamiento 1 (mayor carga) se produce un alza del índice de gelatina hacia la cosecha, aunque en general, al comparar las fechas de pinta y cosecha en los dos tratamientos se observa una leve alza del índice de gelatina aumentando levemente la astringencia de los taninos de los hollejos de las bayas.

Syrah: En la Figura 18 se puede apreciar la evolución del Índice de gelatina.

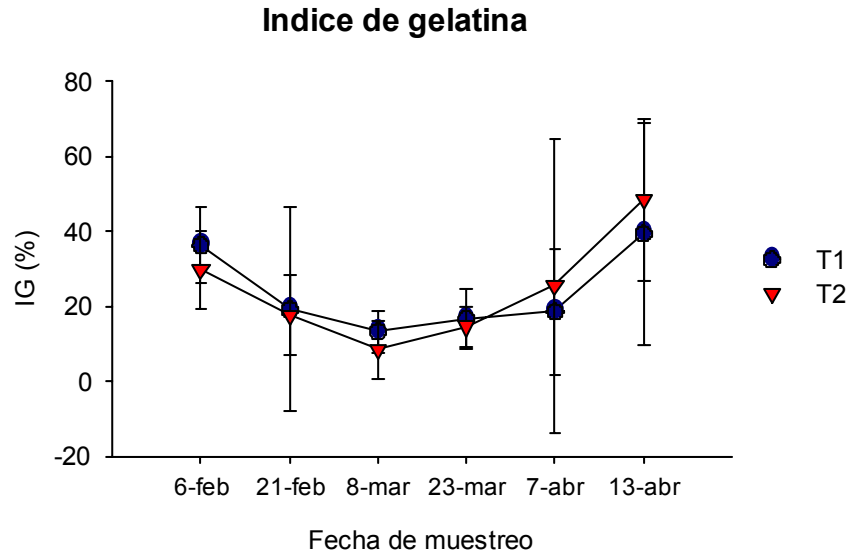


Figura 18. Evolución del índice de gelatina en el cv. Syrah.

Desde el envero (6 de febrero), se observa una disminución del índice de gelatina para los dos tratamientos, para luego aumentar hacia la cosecha.

Es importante detenerse en este punto debido a que, a la cosecha se llega con un índice de gelatina alto, lo que demuestra que a lo mejor, la fecha de cosecha fue demasiado tardía, ya que tenemos un mayor índice de taninos astringentes lo cual no es conveniente para el vino que se quiere obtener. Por medio de una degustación de bayas se pudo haber evitado cosechar en forma tan tardía pero al parecer esto no se hizo.

Es importante aclarar que la uva de la variedad Syrah ocupada para este estudio, en la época de cosecha, se presentaba muy deshidratada y la parra presentaba pocas hojas que estuvieran fotosintéticamente activas, debido al avanzado estado de senescencia de estas. Es por esto que hubiera sido conveniente no esperar tanto para la cosecha de la uva y haberla cortado con un nivel menor de taninos astringentes, mejorando de este modo la calidad del vino.

Carménère: En la Figura 19 se puede apreciar la evolución del Índice de gelatina.

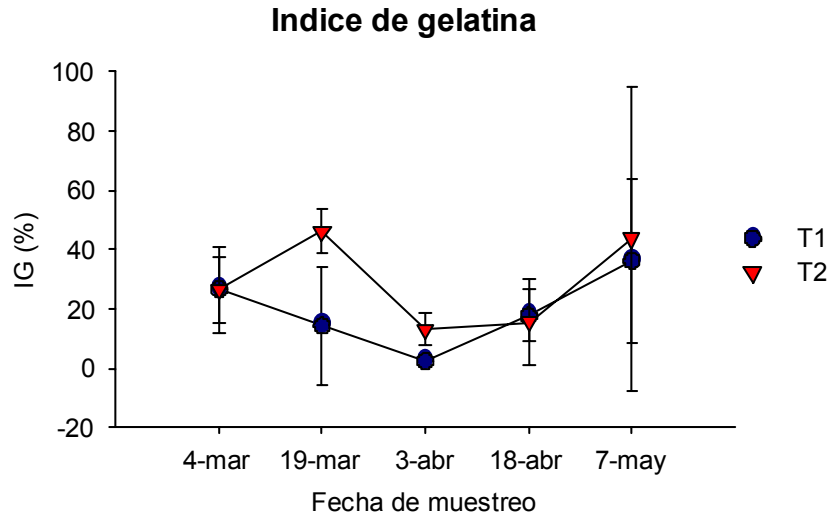


Figura 19. Evolución del índice de gelatina en el cv. Carménère.

Se observa que para el tratamiento 1, hay una disminución desde pinta hasta la tercera fecha de muestreo, para luego aumentar hacia la fecha de cosecha; en el caso del tratamiento con menor carga (T2), desde pinta y hasta la segunda fecha de muestreo, hay un aumento del índice para luego disminuir hasta la tercera fecha de muestreo en donde nuevamente aumenta hacia la cosecha. Este aumento se debería a la mayor concentración de taninos que se observa en la Figura 7, lo cual hizo que aumentara el índice de gelatina para el cv. Carménère.

Análisis de Cromatografía Líquida de Alta Eficacia (HPLC)

Para el análisis de los compuestos fenólicos de bajo peso molecular y de antocianinas, se analizaron muestras de los extractos de hollejos de las variedades Pinot Noir, Syrah y Carménère. Los compuestos fenólicos estudiados fueron posteriormente identificados mediante la comparación de su espectro y tiempo de retención con su respectivo estándar.

Análisis de antocianinas

Las antocianidinas del género *Vitis* son cianidina, peonidina, petunidina, delfinidina y malvidina. Diversos trabajos han estudiado la composición antociánica de diferentes cultivares de *Vitis vinifera*. El contenido global, que puede ir de 500 mg/Kg hasta 3000 mg/Kg, varía para cada variedad (Flanzy, 2000).

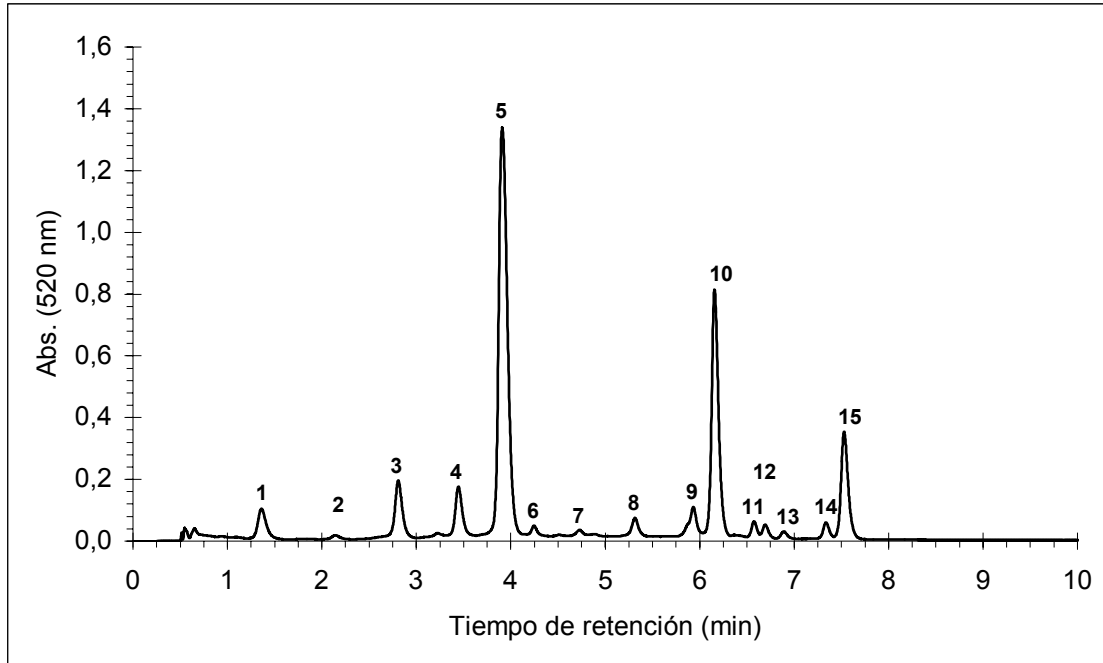


Figura 20. Cromatograma patrón de antocianinas de un extracto de hollejos del cv. Carménère.

La Figura 20 muestra un cromatograma patrón de un extracto de hollejos. Los compuestos que fueron identificados en las muestras analizadas en orden a su tiempo de aparición en el cromatograma es el siguiente: (1) delfinidina-3-glucósido; (2) cianidina-3-glucósido; (3) petunidina-3-glucósido; (4) peonidina-3-glucósido; (5) malvidina-3-glucósido; (6) delfinidina-3-acetilglucósido; (7) cianidina-3-acetilglucósido; (8) petunidina-3-acetilglucósido; (9) peonidina-3-acetilglucósido; (10) malvidina-3-acetilglucósido; (11) delfinidina-3-*p*-cumarilglucósido; (12) cianidina-3-*p*-cumarilglucósido; (13) petunidina-3-*p*-cumarilglucósido; (14) peonidina-3-*p*-cumarilglucósido; (15) malvidina-3-*p*-cumarilglucósido.

Pinot Noir: En el Apéndice III se presenta la evolución de los compuestos anteriormente señalados, siendo conveniente recordar que Pinot Noir solo presenta formas 3-monoglucosiladas en sus hollejos (Peña Neira, 1999).

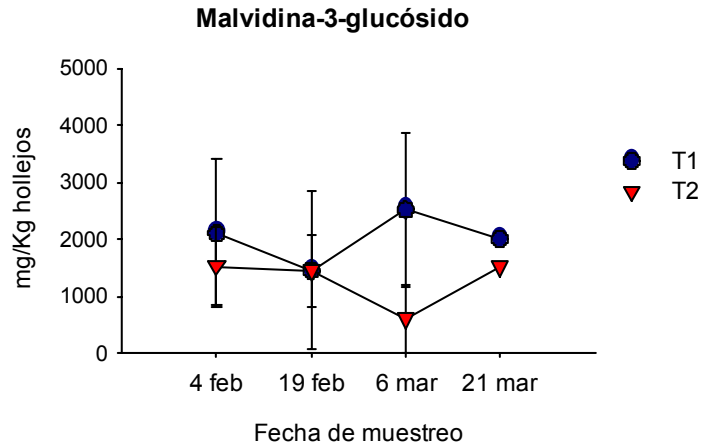


Figura 21. Evolución de malvidina-3-glucósido en el cv. Pinot Noir

La malvidina-3-glucósido es la antocianina que se encuentra en mayor concentración en los hollejos de las bayas del cv. Pinot Noir. Al observar la Figura 21 se aprecia que el tratamiento 1 es el que presenta un mayor contenido de malvidina-3-glucósido, aun cuando para los dos tratamientos hay una leve disminución desde pinta a cosecha, en este caso en la fecha de cosecha existen diferencias entre tratamientos (**Apéndice III**).

Syrah: En el Apéndice III se aprecia que los compuestos que se encontraron en mayor concentración en los hollejos de las bayas fueron malvidina-3-glucósido, malvidina-3-acetilglucósido y malvidina-3-*p*-cumarilglucósido.

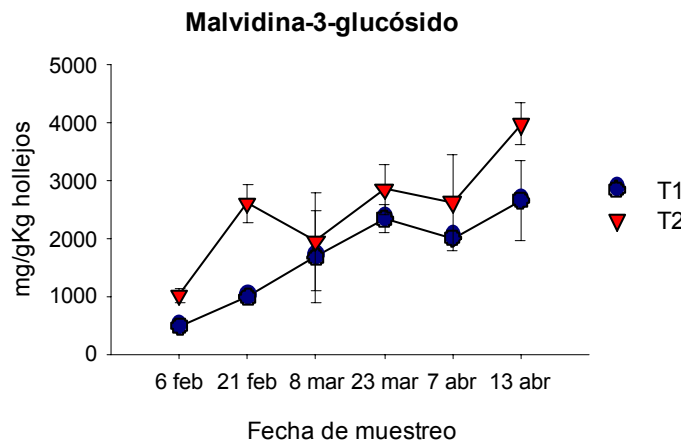


Figura 22. Evolución de malvidina-3-glucósido en el cv. Syrah.

Se aprecia que la malvidina-3-glucósido se encuentra en mayor concentración en los hollejos del cv. Syrah, aumentando su concentración a medida que avanza la maduración, en este caso el tratamiento 2 (menor carga frutal) es el que presenta las mayores concentraciones de malvidina-3-glucósido comparado con el tratamiento 1, coincidiendo con los estudios de Haselgrove *et al.* (2000).

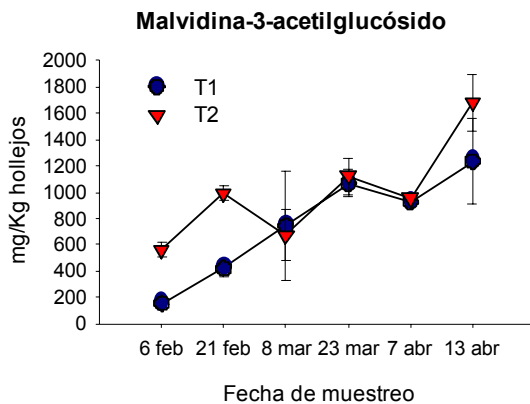


Figura 23a. Evolución de malvidina-3-acetilglucósido en el cv. Syrah.

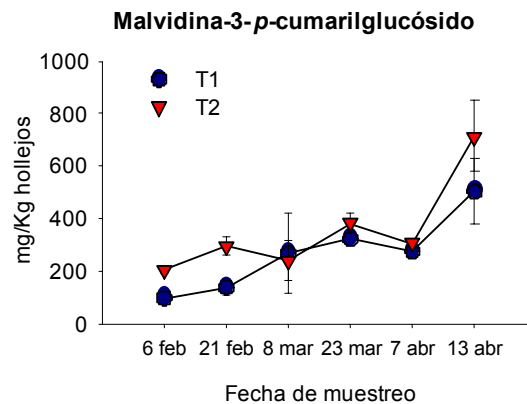


Figura 23b. Evolución de malvidina-3-*p*-cumarilglucósido en el cv. Syrah.

En las Figuras 23a y 23b, se aprecia la forma acetilada y *p*-cumarilada de la malvidina que se encuentran en mayor concentración en los hollejos de las bayas de Syrah. Se observa que las dos formas de la malvidina aumentan su concentración a medida que la baya madura, mostrando curvas muy parecidas de acumulación y además el tratamiento con menor carga (T2) es el que presenta la mayor concentración, tanto de malvidina acetilada como malvidina *p*-cumarilada.

Carmènère: En la Figura 24 se aprecia la evolución de la malvidina-3-glucósido.

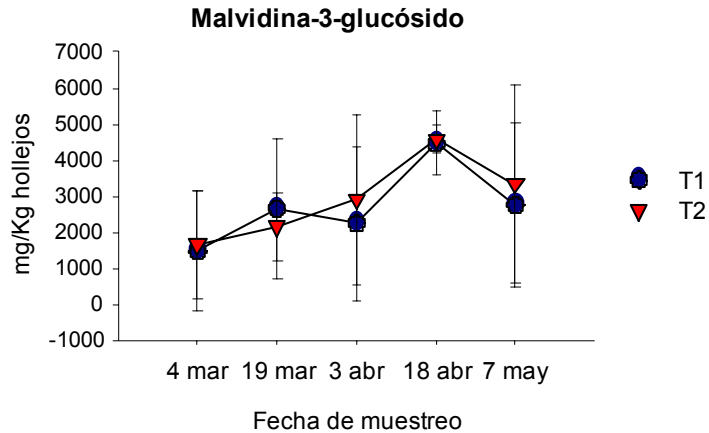


Figura 24. Evolución de malvidina-3-glucósido en el cv. Carménère.

La malvidina-3-glucósido es la antocianina encontrada en mayor concentración en el cv. Carménère y a medida que la baya madura aumenta en su concentración. En este caso se aprecia un aumento hasta la cuarta fecha de muestreo para luego disminuir hacia la cosecha, siendo lo más probable que esta disminución se debiera a una destrucción de las formas mayores de la malvidina-3-glucósido debido a una sobremaduración de la baya (Haselgrove *et al.*, 2000).

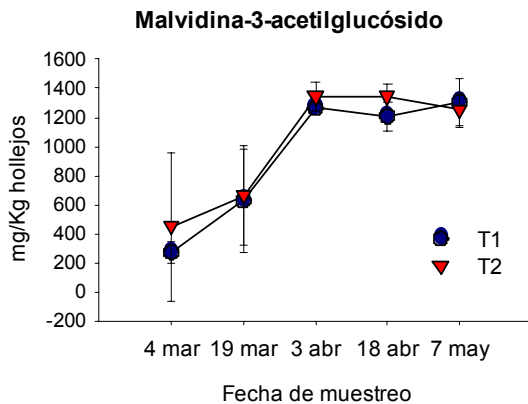


Figura 25a. Evolución de malvidina-3-acetilglucósido en el cv. Carménère.

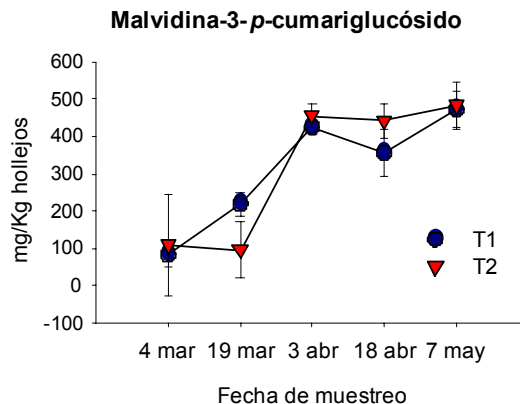


Figura 25b. Evolución de malvidina-3-p-cumarilglucósido en el cv. Carménère.

Las dos formas, tanto acetilada como *p*-cumarilada, de la malvidina, aumentan su concentración a medida que la baya madura, aunque se aprecia que desde la tercera fecha de muestreo se produce una estabilización en esta acumulación para los dos tratamientos en estudio.

Análisis de compuestos fenólicos de bajo peso molecular

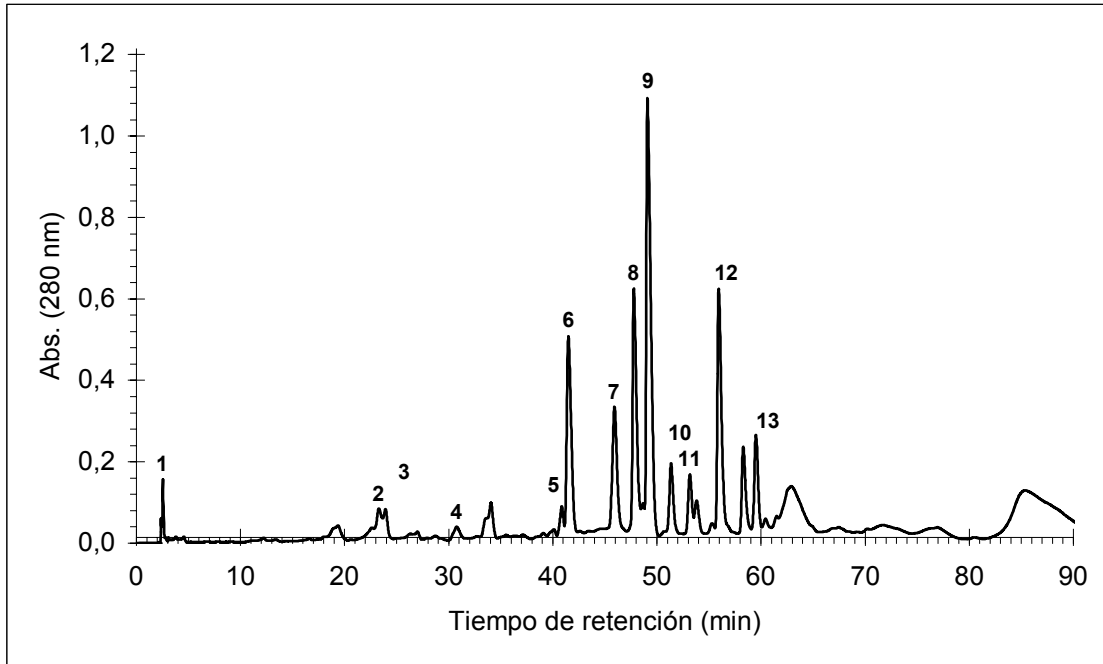


Figura 26. Cromatograma patrón de compuestos fenólicos de bajo peso molecular de un extracto de hollejos del cv. Carménère.

La Figura 26 muestra un cromatograma patrón de un extracto de hollejos. Los compuestos que fueron identificados en las muestras analizadas en orden a su tiempo de aparición en el cromatograma es el siguiente: (1) ác. gálico; (2) procianidina dimero B1; (3) (+)-catequina; (4) ác. siríngico; (5) miricetina-3-*O*-galactósido; (6) miricetina-3-*O*-glucósido; (7) isoramnetina-3-*O*-galactósido; (8) quercetina-3-*O*-galactósido; (9) quercetina-3-*O*-glucósido; (10) ác. *p*-cumárico + kaempferol-3-*O*-glucósido; (11) kaempferol-3-*O*-galactósido; (12) kaempferol-3-*O*-glucósido; (13) isoramnetina-3-*O*-glucósido.

Del análisis de compuestos fenólicos de bajo peso molecular se pudo apreciar que, los compuestos pertenecientes al grupo de los flavonoles, se encontraron en mayor concentración en los hollejos de las bayas en los tres cultivares en estudio. Estos se encuentran en forma de glicósidos, siendo 4, los principales flavonoles presentes en la uva: quercetina, miricetina, kaempferol e isoramnetina (Flanzy, 2000).

Los flavonoles son sintetizados en la epidermis superior de los hollejos y la quercetina-3-*O*-glucósido se presenta en forma predominante en los hollejos (Haselgrove *et al.*, 2000).

Se ha sugerido que estos glicósidos actúan como compuestos protectores contra los rayos UV, ayudando a proteger los tejidos de las plantas del daño. Además estos compuestos juegan un papel en la copigmentación, ayudando a estabilizar el color de los vinos tintos y los flavonoles junto a los taninos también presentan beneficios para la salud humana, ante lo cual su estudio es importante para conocer un poco más de sus características (Haselgrove *et al.*, 2000).

Pinot Noir: En el Apéndice IV se aprecia la evolución de los flavonoles encontrados en mayor proporción en los hollejos de las bayas, los cuales fueron miricetina-3-*O*-glucósido y quercetina-3-*O*-galactósido

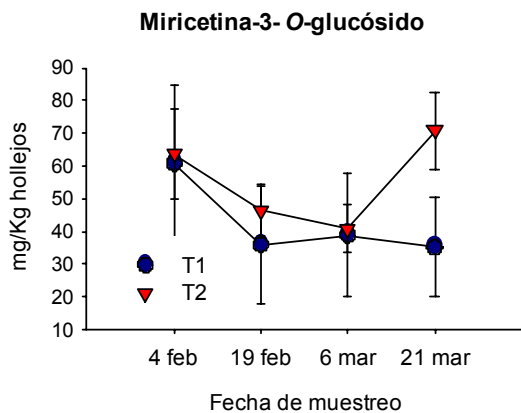


Figura 27a. Evolución de miricetina-3-*O*-glucósido en el cv. Pinot Noir.

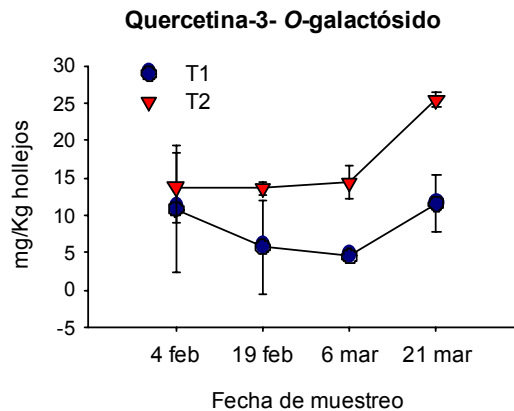


Figura 27b. Evolución de quercetina-3-*O*-galactósido en el cv. Pinot Noir.

Se aprecia que el tratamiento 2 aumenta su concentración, en ambos compuestos, a medida que la baya madura, cuando se compara con el tratamiento 1, en el cual casi no se observan cambios en su concentración entre las fechas de pinta y cosecha, según Price *et al.* (1995), los niveles de quercetina en bayas de Pinot Noir están altamente correlacionados con el grado de exposición de la fruta. En este caso, el tratamiento 2 al tener una menor carga frutal, presenta sus racimos más expuestos que el tratamiento 1, lo cual puede explicar la diferencia de concentraciones entre tratamientos, se observan diferencias desde el 6 de marzo en adelante para la quercetina-3-*O*-galactósido y en la fecha de cosecha para la miricetina-3-*O*-glucósido (**Apéndice IV**).

Syrah: Los flavonoles encontrados en mayor concentración en los hollejos de las bayas fueron quercetina-3-*O*-glucósido, quercetina-3-*O*-galactósido, miricetina-3-*O*-glucósido y kaempferol-3-*O*-glucósido.

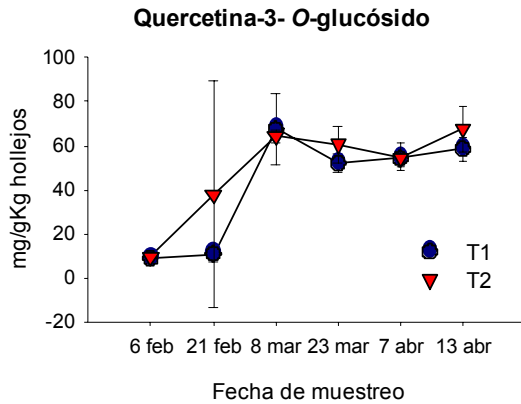


Figura 28a. Evolución de quercetina-3-*O*-glucósido en el cv. Syrah.

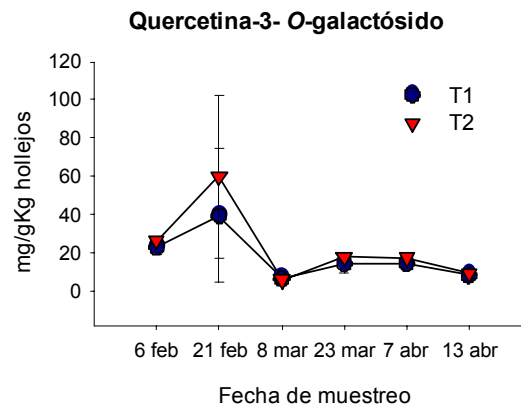


Figura 28b. Evolución de quercetina-3-*O*-galactósido en el cv. Syrah.

En el caso de la quercetina-3-*O*-glucósido se aprecia un aumento en su concentración a través de la maduración de las bayas, coincidiendo con lo expuesto por Sepúlveda (2003).

En el caso de la quercetina-3-*O*-galactósido se observa una disminución de su concentración desde pinta a cosecha coincidiendo con lo expuesto por Peña Neira *et al.* (2004), no apreciándose diferencias entre tratamientos (**Apéndice IV**).

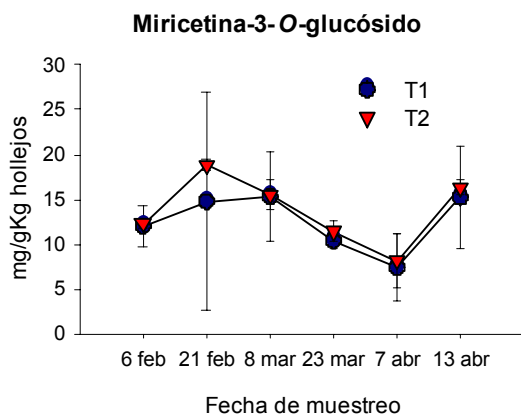


Figura 29a. Evolución de miricetina-3-*O*-glucósido en el cv. Syrah.

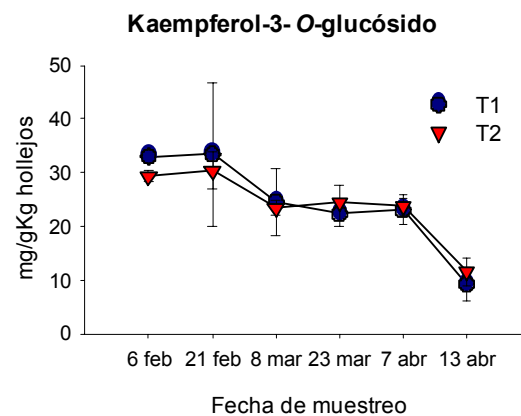


Figura 29b. Evolución de kaempferol-3-*O*-glucósido en el cv. Syrah.

En la Figura 29a se observa que la miricetina-3-*O*-glucósido presenta un leve aumento en su concentración a medida que transcurre la maduración de la baya, al comparar el primer y último muestreo, aunque con una disminución en los muestreos intermedios. Por otra parte para el kaempferol-3-*O*-glucósido se aprecia una disminución de su concentración desde pinta a cosecha, no observándose diferencias entre tratamientos para los dos compuestos en estudio (**Apéndice IV**).

Carménère: Los flavonoles encontrados en mayor concentración en los hollejos de las bayas fueron quercetina-3-*O*-glucósido, quercetina-3-*O*-galactósido, miricetina-3-*O*-glucósido y kaempferol-3-*O*-glucósido.

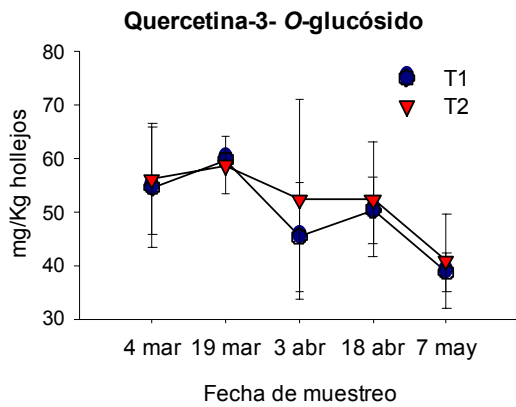


Figura 30a. Evolución de quercetina-3-*O*-glucósido en el cv. Carménère.

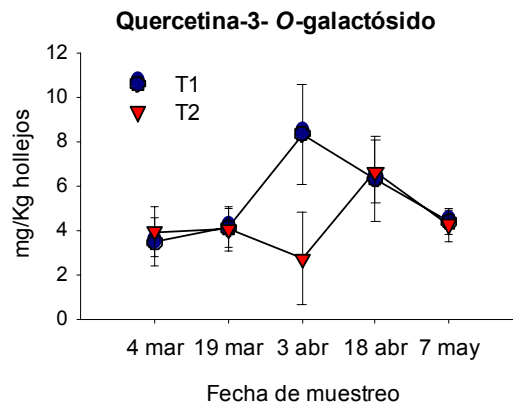


Figura 30b. Evolución de quercetina-3-*O*-galactósido en el cv. Carménère.

La quercetina-3-*O*-glucósido es el flavonol que mostró la mayor concentración en los hollejos del cv. Carménère y se aprecia que su concentración disminuye a medida que transcurre la maduración. En el caso de la quercetina-3-*O*-galactósido hay un leve aumento en su concentración desde pinta a cosecha. Por otra parte, para la quercetina-3-*O*-glucósido se observa que hay una gran síntesis de este compuesto durante el período de pinta lo cual sugiere que ya antes del envero o pinta hay una gran actividad de enzimas glicosiltransferasas que harían aumentar la concentración de este compuesto en ese período.

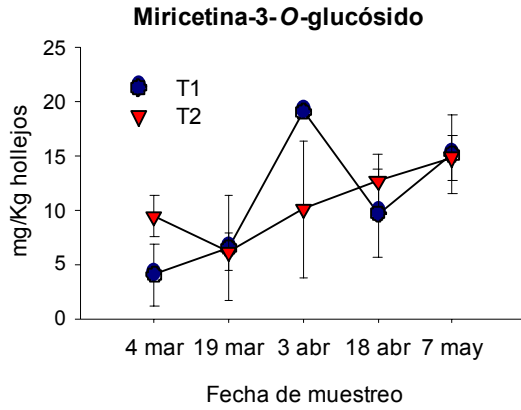


Figura 31a. Evolución de miricetina-3-O-glucósido en el cv. Carménère.

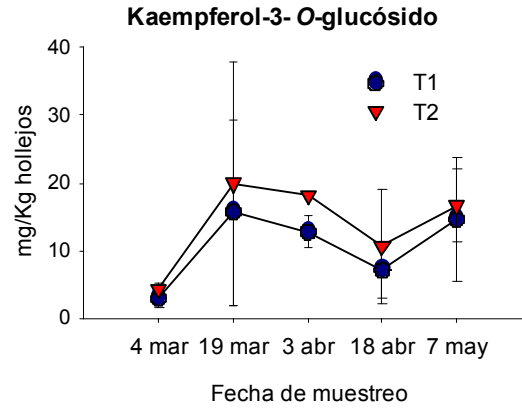


Figura 31b. Evolución de kaempferol-3-O-glucósido en el cv. Carménère.

Se observa que para ambos compuestos hay un aumento en su concentración a medida que avanza la madurez de la baya, coincidiendo con lo expuesto por Sepúlveda (2003), en el caso del kaempferol-3-O-glucósido se ve que el tratamiento con menor carga (T2) es el que presenta las mayores concentraciones de este compuesto en todas las fechas de muestreo.

CONCLUSIONES

Para las condiciones utilizadas en este estudio, es posible concluir lo siguiente:

- Durante el período de pinta a cosecha se observó una evolución de los parámetros físicos y químicos de las bayas en los tres cultivares en estudio, aumentando su contenido en sólidos solubles, pH y disminuyendo la acidez total.
- El ajuste de carga en el estado fenológico de pinta, salvo en lo concerniente a la concentración de ácidos totales de la baya y pH en el cv. Syrah y contenido de sólidos solubles y densidad del mosto en el cv. Pinot Noir, no afectó el contenido de metabolitos primarios y el peso de bayas y hollejos al momento de la cosecha.
- En relación a los metabolitos secundarios, compuestos fenólicos, como fenoles, taninos y antocianos, el raleo de racimos en pinta no modificó la tendencia en su evolución durante el período de maduración, comparado con el tratamiento sin control de carga en ninguno de los cultivares en estudio.
- En cuanto a las antocianinas y flavonoles analizados por cromatografía líquida de alta eficacia en los hollejos, las antocianinas encontradas en mayor concentración fueron malvidina-3-glucósido para el cv. Pinot Noir y malvidina-3-glucósido, malvidina-3-acetilglucósido y malvidina-3-*p*-cumarilglucósido para los cv. Syrah y Carménère. Por otra parte los flavonoles encontrados en mayor concentración fueron la quercetina-3-*O*-galactósido y miricetina-3-*O*-glucósido para el cv. Pinot Noir y quercetina-3-*O*-glucósido, quercetina-3-*O*-galactósido, miricetina-3-*O*-glucósido y kaempferol-3-*O*-glucósido en los cv. Syrah y Carménère. Sin embargo el tratamiento de ajuste de carga no afectó la composición de las muestras analizadas durante la maduración de las bayas, pero si la concentración de algunos compuestos identificados, incrementándose la concentración de los mismos en el tratamiento con menor carga en los tres cultivares en estudio.

LITERATURA CITADA

AVILA, D. 2002. Efecto del manejo del riego sobre la composición de la baya y calidad del vino variedad Syrah. Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 61 p.

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

BLOUIN, J y GUIMBERTEAU, G. 2004. Maduración y madurez de la uva. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. 151 p.

BLOUIN, J y PEYNAUD, E. 2004. Enología práctica. Conocimiento y elaboración del vino. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. 4° edición. 353 p.

BRAVDO, B.; I. HEPNER, C.; C. LOINGER; S. COHEN and H. TABACMAN. 1984. Effect of crop level in a high yielding Carignane vineyard on growth, yield and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 35:247-252.

CONTRERAS, E. 2001. Efecto del raleo sobre la composición química, física y sensorial de bayas y vinos del cv. Cabernet Sauvignon en el valle del Cachapoal. Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 92 p.

COOMBE, B. G. and McCARTHY, M.G. 2000. Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Aus J. of Grape and Wine Res.* 6(2):131-135.

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

FREGONI, M. 1999. Maduración de la uva, desarrollo y metabolismo de las bayas. Evolución de los componentes. Polímeros y Aromas. pp 31-49. IN: Seminario Internacional "Hacia la enología del siglo XXI y curso avanzado de degustación de vino". Mendoza, Argentina. 229 p.

GAO, Y and CAHOON, G. 1998. Cluster thinning effects on fruit weight, juice quality and fruit skin characteristics in “Reliance “ grapes. Fruit crops. Ohio Agric. Res. Devl. Ctr. Res. Circ. 299: 87-93.

GARCÍA-BARCELÓ, J. 1990. “Técnicas analíticas para vinos”, Ediciones FAB. Barcelona, España. 1713p.

GLORIES, Y. 1978. “ Recherches sur la matière colorantes des vins rouges.” Thèse doctorat d'état, Université de Bordeaux II. 364p.

HARBERTSON, J. F.; KENNEDY, J. A. and ADAMS, D. O. 2002. Tannin in skins and seeds of Cabernet Sauvignon, Syrah, and Pinot Noir berries during ripening. Am. J. Enol. Vitic. 53:1. 54-59.

HASELGROVE, L.; BOTTING, D.; VAN HEESWIJCK, R.; HOJ, P; DRY, P.; FORD, C. and ILAND, P. 2000. Canopy microclimate and berry composition: The effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L. cv Shiraz grape berries. Australian Journal of Grape and Wine Research. (6): 141-149.

HIDALGO F., L. 2002. Tratado de Viticultura general. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona, España. 1264 p.

HIDALGO T., J. 2003. Tratado de Enología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 1423 p.

HRAZDINA, G.; PARSONS, G.; and MATTICK, L. 1984. Physiological and biochemical events during development and maturation of grape berries. Am. J. Enol. Vitic. 35: 220-227.

JACKSON, D. I and LOMBARD, P.B. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality: A review. Am. J. Enol. Vitic. 44, 409-430.

KELLER, M. and HRAZDINA, G. 1998. Interaction of nitrogen availability during bloom and light intensity during veraison. II. Effects on anthocyanin and phenolic development during grape ripening. Am. J. Enol. Vitic. 49. 341-349.

KENNEDY, J. A.; MATTHEWS M. A. and WATERHOUSE, A. L. 2002. Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. *Am. J. Enol. Vitic.* 53:4. 268-274.

LECAS, M. and BRILLOUET, J. 1994. Cell wall composition of grape berry skins. *Phytochem.* 35: 1241-1243.

LEIGHTON, F. y URQUIAGA, I. 1998. Polifenoles del vino y salud: qué sabemos y qué se investiga. P 185-208. EN: Tópicos de actualización de Viticultura y Enología. Pontificia Universidad Católica de Chile. 235 p.

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. Santiago. p. 57.

MANCILLA, O. 2000. Evaluación de cuatro clones de la variedad Syrah en relación a su calidad para vinificación en Penciahue VII Región, Chile. Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago. 65 p.

McCARTHY, M. G. 1999. Weight loss from ripening berries of Shiraz grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Shiraz). *Aus. J. of Grape and Wine Res.* 5, 10-16.

McCARTHY, M. G and B. G. COOMBE. 1999. Is weight loss in ripening grape berries cv. Shiraz caused by impeded phloem transport?. *Aus. J. of Grape and Wine Res.* 5, 17-21.

MARQUETTE, B. 1999. La madurez fenólica, pp. 25-29. EN: Seminario Internacional de Microbiología y Polifenoles del vino. U. de Chile, Depto. de Agroindustria y Enología. Santiago, Chile. 125 p.

MUÑOZ, R., J. PEREZ, Ph. PSZCZOLKOWSKI y E. BORDEAU. 2002. Influencia del nivel de carga y microclima sobre la composición y calidad de bayas, mosto y vino de Cabernet Sauvignon. *Ciencia e Investigación Agraria.* Vol. 29, N° 2 Mayo-Agosto 2002.

NOVOA, D. 2001. Caracterización de la composición fenólica de la uva y el vino del cv. Carménère provenientes de dos regiones vitícolas de Chile. Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 100 p.

NUNAN, K.J.; SIMS, I.A.; BACIC, A.; ROBINSON, S.P.; and FINCHER, G.B. 1998. Changes in cell wall composition during ripening of grape berries. *Plant Physiology*. Vol.118, pp 783-792.

OJEDA, H.; ANDARY, C.; KRAEVA, E.; CARBONNEAU, A. and A. DELOIRE. 2002. Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *Am. J. Enol. Vitic.* 53:4. 261-267.

PEÑA NEIRA, A. 1998. Contribución al conocimiento del origen de problemas sensoriales en vinos. Su relación con la composición fenólica y la presencia de compuestos organoclorados. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. 218 p.

PEÑA NEIRA, A. 1999. Los componentes del color de los vinos tintos. pp 49-65. EN: Seminario Internacional de Microbiología y Polifenoles del vino. U. de Chile, Depto. de Agroindustria y Enología. Santiago, Chile. 125 p.

PEÑA NEIRA, A.; DUEÑAS, M.; DUARTE, A.; HERNÁNDEZ, T.; ESTRELLA, I. and LOYOLA, E. 2004. Effect of level of ripeness and plant vegetative vigor, on the phenolic composition of grapes (*Vitis vinifera* L.) cv. Cabernet Sauvignon from the Maipo Valley (Chile). *Vitis*. Vol.43, N° 2. pp 51-57.

PETRIE, P.R.; M. C. TROUGHT and G. S. HOWELL, 2000. Fruit composition and ripening of Pinot Noir (*Vitis vinifera* L.) in relation to leaf area. *Aus. J. of Grape and Wine Res.* 6(46):46-51.

PIRIE, A.G. and MULLINS, M.G. 1980. Concentration of phenolics in the skin of grape berries during fruit development and ripening. *Am. J. Enol. Vitic.* (31): 110-114.

PRICE, S.F.; BREEN, P.J.; VALALLADAO, M. and WATSON, B.T. 1995. Cluster sun exposure and quercetin in grapes and wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 46. 187-194.

PSZCZOLKOWSKI, P. 1998. Encepado de vides finas: Problemática y diversificación. pp 2 – 14 IN: Tópicos de actualización en Vitivinicultura y Enología, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 234 p.

REYNIER, A. 2002. Manual de Viticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 497p.

ROBINSON, S. and DAVIES, C. 2000. Molecular biology of grape berry ripening. Australian Journal of Grape and Wine Research. Vol. 6, N° 2, pp 175-187.

ROGIERS, S.; HATFIELD, J.; GUNTA JAUDZEMS, V.; WHITE, R. and KELLER, M. 2004. Grape berry cv. Shiraz epicuticular wax and transpiration during ripening and preharvest weight loss. Am. J. Enol. Vitic. 55:2. 121-127.

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

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO. 2005. Catastro Vitivinícola Nacional 2003. Disponible en www.sag.gob.cl, Consultado el 25 de mayo del 2005.

SIRI, F. y PSZCZOLKOWSKI, P. 1996. Una interesante oportunidad para Chile: la variedad Syrah. Chile Agrícola, Vol. 21, N° 219. p 358-363.

SHULTZ, M. A. 2000. Evaluación de las características de uvas y vinos de las variedades Cabernet Franc y Syrah para la zona de Alto Jahuel. Memoria Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago. 67 p.

VENENCIE, C., UVEIRA, M. et GUIET; S. 1997. Maturité polyphénolique du raisin mûri en place d'une méthode d'analyse de routine. Revue française d'enologie, Noviembre, N° 167: 36-41.

VIÑAS DE CHILE. 2003. Asociación nacional de Ingenieros Agrónomos Enólogos de Chile. Informe general Vendimia 2003. Disponible en www.vinasdechile.cl, consultado el 12 de enero de 2005.

VIVAS, N.; GLORIES, Y.; LAGUNA, L.; SAUCIER, C. et AUGUSTIN, M. 1994. Estimation du degre de polymerisation des procyanidines du raisin et du vin par la méthode au *p*-dimethylaminocinnamaldehyde. J. Int. Sci. Vignes et Vin. 28(4):319-336.

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

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

APÉNDICES

Apéndice I

Cuadro 15. Resultados promedio obtenidos al momento de cosecha para los distintos análisis de compuestos fenólicos efectuados a los hollejos del cv. Pinot Noir.

PINOT NOIR	T1	D.S	T2	D.S
Fenoles totales (mg EAG/g hollejos)	8.77a	0.83	9.00a	1.91
Taninos totales (mg cat/g hollejos)	13.79a	0.78	19.72b	1.68
Antocianos totales (mg malv/g hollejos)	3.76a	0.30	3.40a	0.31
Grado polimerización procianidinas (%)	19.26a	2.36	14.99a	2.71
Flavanoles (mg cat/g hollejos)	2.39a	0.20	2.55a	0.34
Intensidad colorante	2.66a	0.19	2.28a	0.47
Matiz	0.75a	0.10	0.64a	0.10
Índice de Gelatina (%)	38.56a	51.29	32.57a	14.53

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Cuadro 16. Resultados promedio obtenidos al momento de cosecha para los distintos análisis de compuestos fenólicos efectuados a los hollejos del cv. Syrah.

SYRAH	T1	D.S	T2	D.S
Fenoles totales (mg EAG/g hollejos)	12.11a	1.26	12.69a	1.77
Taninos totales (mg cat/g hollejos)	7.22a	4.00	4.88a	2.14
Antocianos totales (mg malv/g hollejos)	3.20a	0.15	3.45a	0.50
Grado polimerización procianidinas (%)	14.56a	4.25	14.32a	7.32
Flavanoles (mg cat/g hollejos)	1.28a	0.22	1.24a	0.32
Intensidad colorante	5.60a	1.01	7.35a	0.88
Matiz	0.44a	0.12	0.54a	0.04
Índice de Gelatina (%)	39.43a	29.67	48.66a	21.65

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Cuadro 17. Resultados promedio obtenidos al momento de cosecha para los distintos análisis de compuestos fenólicos efectuados a los hollejos del cv. Carménère.

CARMENERE	T1	D.S	T2	D.S
------------------	-----------	------------	-----------	------------

Fenoles totales (mg EAG/g hollejos)	7.95a	0.83	7.20a	0.28
Taninos totales (mg cat/g hollejos)	12.77a	2.18	11.73a	0.93
Antocianos totales (mg malv/g hollejos)	8.40a	0.51	8.80a	0.19
Grado polimerización procianidinas (%)	19.77a	1.59	21.62a	1.14
Flavanoles (mg cat/g hollejos)	2.10a	0.28	2.09a	0.10
Intensidad colorante	8.50a	1.20	8.85a	0.25
Matiz	0.44a	0.04	0.39a	0.04
Índice de Gelatina (%)	36.19a	27.33	43.68a	51.06

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Apéndice II

Vinos del cv. Pinot Noir

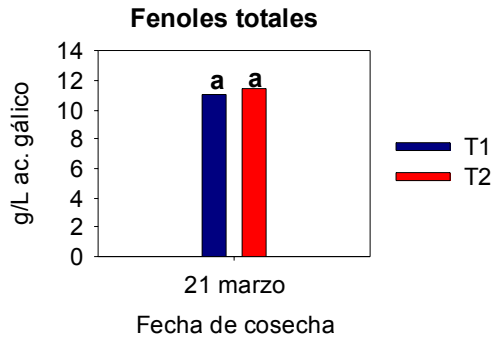


Figura 32. Fenoles en vinos de Pinot Noir

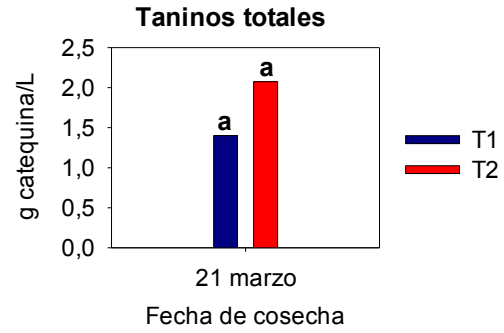


Figura 33. Taninos en vinos de Pinot Noir

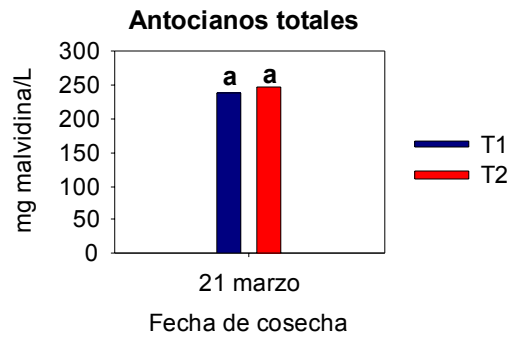


Figura 34. Antocianos en vinos de Pinot Noir

* Letras distintas entre tratamientos indican diferencia estadísticamente significativa, de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Vinos del cv. Syrah

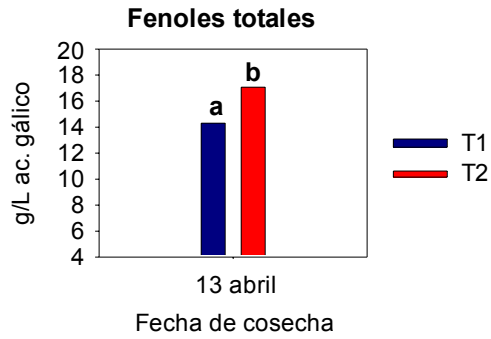


Figura 35: Fenoles en vinos de Syrah

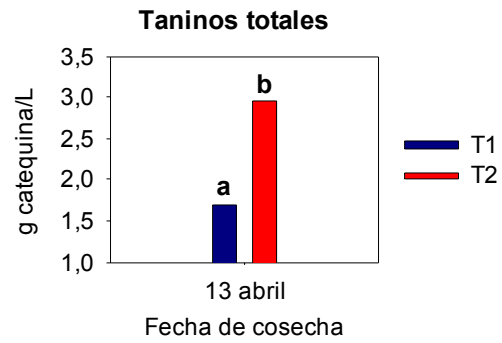


Figura 36: Taninos en vinos de Syrah

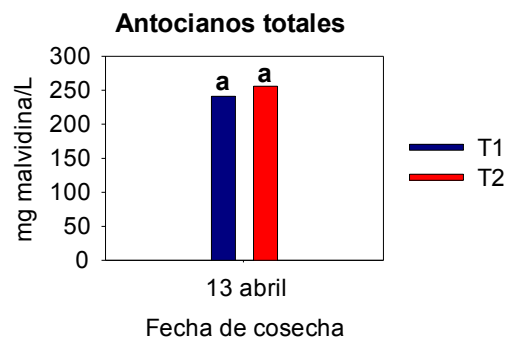


Figura 37: Antocianos en vinos de Syrah

* Letras distintas entre tratamientos indican diferencia estadísticamente significativa, de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Vinos del cv. Carménère

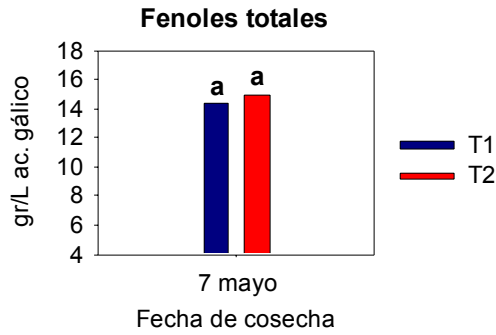


Figura 38: Fenoles en vinos de Carménère

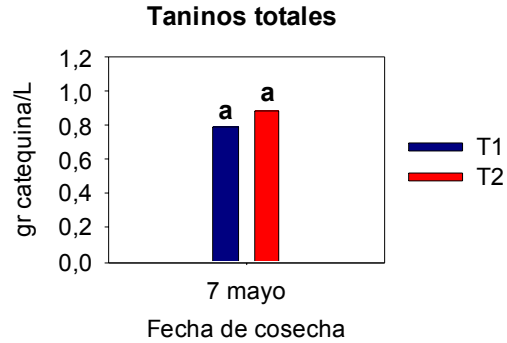


Figura 39: Taninos en vinos de Carménère

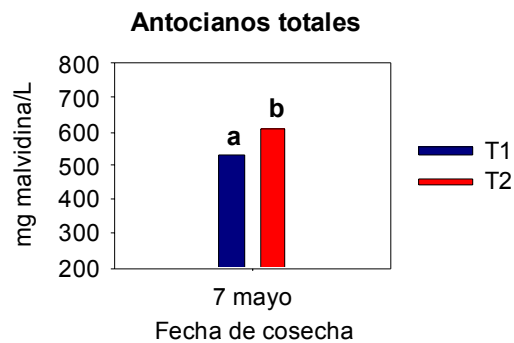


Figura 40: Antocianos en vinos de Carménère

* Letras distintas entre tratamientos indican diferencia estadísticamente significativa, de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Apéndice III

Cuadro 18. Resultados promedio obtenidos al momento de cosecha para el análisis de antocianinas efectuados a los hollejos del cv. Pinot Noir. (mg/Kg hollejos)

PINOT NOIR	T1	D.S	T2	D.S
Delfinidina-3-glucósido	88.32a	56.23	56.32a	23.63
Cianidina-3-glucósido	5.63a	12.32	16.32a	48.23
Petunidina-3-glucósido	56.23a	5.23	86.59b	23.4
Peonidina-3-glucósido	263.22a	23.56	189.26b	12.36
Malvidina-3-glucósido	2001.24a	8.95	1823.3b	5.63

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Cuadro 19. Resultados promedio durante la maduración para el análisis de antocianinas encontradas en mayor proporción en los hollejos del cv. Pinot Noir. (mg/Kg hollejos)

Fecha	Compuesto	T1	D.S	T2	D.S
04-feb	malvidina-3-glucósido	2094,63a	1297,67	1983,88a	1392,22
19-feb	malvidina-3-glucósido	1453,86a	1392,35	1449,69a	637,55
06-mar	malvidina-3-glucósido	2514,16a	1354,59	1784,23a	1576,29
21-mar	malvidina-3-glucósido	2001,24a	8,95	1523,23b	5,63

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Cuadro 20. Resultados promedio obtenidos al momento de cosecha para el análisis de antocianinas efectuados a los hollejos del cv. Syrah. (mg/Kg hollejos)

SYRAH	T1	D.S	T2	D.S
Delfinidina-3-glucósido	168.97a	57.75	262.04a	19.10
Cianidina-3-glucósido	106.20a	101.99	49.81a	14.95
Petunidina-3-glucósido	189.06a	185.19	169.69a	35.04
Peonidina-3-glucósido	236.86a	27.39	382.84a	78.14
Malvidina-3-glucósido	2664.38a	680.62	3983.11a	366.93
Delfinidina-3-acetilglucósido	32.84a	10.41	52.16a	9.09
Cianidina-3-acetilglucósido	22.59a	2.10	133.38a	116.19
Petunidina-3-acetilglucósido	89.54a	24.59	121.38a	11.90
Peonidina-3-acetilglucósido	152.27a	14.57	200.18a	39.95
Malvidina-3-acetilglucósido	1236.67a	319.48	1679.93a	209.56
Delfinidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	52.71a	8.92	66.79a	21.52
Cianidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	35.38a	12.19	54.47a	12.46
Petunidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	31.89a	8.63	43.59a	6.74
Peonidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	51.67a	9.04	81.96a	20.05
Malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	504.77a	125.23	713.99a	134.58

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Cuadro 21. Resultados promedio durante la maduración para el análisis de antocianinas encontradas en mayor proporción en los hollejos del cv. Syrah. (mg/Kg hollejos)

Fecha	Compuesto	T1	D.S	T2	D.S
06-feb	malvidina-3-glucósido	485,30a	56,3	1023,32b	123,56
	malvidina-3-acetilglucósido	156,36a	23,6	562,35b	52,36
	malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	100,32a	12,36	205,23b	12,23
21-feb	malvidina-3-glucósido	985,37a	103,96	2613,65b	324,35
	malvidina-3-acetilglucósido	420,88a	64,7	991,84b	54,09
	malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	140,8a	26,89	297,92b	31,42
08-mar	malvidina-3-glucósido	1678,73a	791,46	1961,23a	848,07
	malvidina-3-acetilglucósido	744,16a	417,12	672,62a	197,39
	malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	269,17a	153,8	242,94a	76,425
23-mar	malvidina-3-glucósido	2345,69a	228,72	2850,21a	425,62
	malvidina-3-acetilglucósido	1067,42a	105,17	1124,66a	137,06
	malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	324,4a	21,02	383,28a	39,87
07-abr	malvidina-3-glucósido	2016,88a	50,28	2634,19a	824,84
	malvidina-3-acetilglucósido	928,55a	13,94	957,25a	23,83
	malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	277,00a	23,66	306,71a	16,25
13-abr	malvidina-3-glucósido	2664,38a	680,62	3983,11a	366,93
	malvidina-3-acetilglucósido	1236,67a	319,48	1679,93a	209,56
	malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	504,77a	125,23	713,99a	134,58

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Cuadro 22. Resultados promedio obtenidos al momento de cosecha para el análisis de antocianinas efectuados a los hollejos del cv. Carménère. (mg/Kg hollejos)

CARMENERE	T1	D.S	T2	D.S
Delfinidina-3-glucósido	772.95a	131.19	646.11a	94.90
Cianidina-3-glucósido	127.98a	42.48	87.94a	28.74
Petunidina-3-glucósido	752.40a	111.49	632.37a	87.38
Peonidina-3-glucósido	418.03a	64.68	315.47a	24.44
Malvidina-3-glucósido	2749.50a	2288.37	3330.13a	2725.31
Delfinidina-3-acetilglucósido	125.27a	19.73	101.70a	5.35
Cianidina-3-acetilglucósido	21.12a	2.11	208,08b	57.86
Petunidina-3-acetilglucósido	192.46a	35.84	159.90a	23.93
Peonidina-3-acetilglucósido	140.87a	9.66	128.15a	8.76
Malvidina-3-acetilglucósido	1309.91a	162.81	1250.75a	120.13
Delfinidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	93.95a	7.04	70.23a	53.95
Cianidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	35.06a	2.08	35.12a	4.44
Petunidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	26.26a	4.26	22.93a	3.45
Peonidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	35.30a	2.32	33.20a	4.52

Malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	471.74a	48.60	482.38a	64.28
---	---------	-------	---------	-------

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Cuadro 23. Resultados promedio durante la maduración para el análisis de antocianinas encontradas en mayor proporción en los hollejos del cv. Carménère. (mg/Kg hollejos)

Fecha	Compuesto	T1	D.S	T2	D.S
04-mar	malvidina-3-glucósido	1472,83a	1659,91	1662,80a	1491,97
	malvidina-3-acetilglucósido	274,17a	76,99	450,68a	510,31
	malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	82,91a	31,25	109,38a	135,95
19-mar	malvidina-3-glucósido	2653,23a	1953,66	2155,8a	951,16
	malvidina-3-acetilglucósido	628,5a	354,88	663,82a	340,14
	malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	219,41a	31,27	95,49a	76,77
03-abr	malvidina-3-glucósido	2234,16a	2134,60	2894,96a	2379,00
	malvidina-3-acetilglucósido	1264,41a	20,21	1345,09a	103,12
	malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	425,27a	18,76	455,05a	31,86
18-abr	malvidina-3-glucósido	4466,64a	905,33	4582,52a	379,45
	malvidina-3-acetilglucósido	1208,58a	96,04	1345,08a	89,79
	malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	355,67a	63,72	442,00a	46,25
07-may	malvidina-3-glucósido	2749,5a	2288,36	3330,13a	2725,30
	malvidina-3-acetilglucósido	1309,91a	162,81	1250,75a	120,12
	malvidina-3- <i>p</i> -cumarilglucósido	471,73a	48,60	482,38a	64,28

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Apéndice IV

Cuadro 24. Resultados promedio obtenidos al momento de cosecha para el análisis de compuestos fenólicos efectuados a los hollejos del cv. Pinot Noir. (mg/Kg hollejos)

PINOT NOIR	T1	D.S	T2	D.S
Procianidina dímero B1	0.51a	0.50	1.64a	0.91
Catequina	0.67a	0.66	0.76a	0.76
Miricetina-3-O-galactósido	29.71a	11.20	28.50a	6.41
Miricetina-3-O-glucósido	35.22a	15.00	70.93b	11.78
Isoramnetina-3-O-galactósido	2.09a	0.85	4.21a	1.97
Quercetina-3-O-galactósido	11.56a	3.79	25.43b	1.02
Quercetina-3-O-glucósido	6.52a	0.77	13.09b	1.10
Kaempferol-3-O-galactósido	0.99a	0.46	1.10a	0.45

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Cuadro 25. Resultados promedio durante la maduración para el análisis de compuestos fenólicos encontrados en mayor proporción en los hollejos del cv. Pinot Noir. (mg/Kg hollejos)

Fecha	Compuesto	T1	D.S	T2	D.S
04-feb	miricetina-3-O-glucósido	60,85a	23,62	63,54a	13,85
	quercetina-3-O-galactósido	10,87a	8,51	13,74a	4,61
19-feb	miricetina-3-O-glucósido	36,11a	17,88	46,51a	7,99
	quercetina-3-O-galactósido	5,78a	6,28	13,66a	0,87
06-mar	miricetina-3-O-glucósido	38,96a	18,97	40,90a	7,07
	quercetina-3-O-galactósido	4,53a	0,40	14,46b	2,15
21-mar	miricetina-3-O-glucósido	35,22a	15,00	70,93b	11,78
	quercetina-3-O-galactósido	11,56a	3,79	25,43b	1,02

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

Cuadro 26. Resultados promedio obtenidos al momento de cosecha para el análisis de compuestos fenólicos efectuados a los hollejos del cv. Syrah. (mg/Kg hollejos)

SYRAH	T1	D.S	T2	D.S
Ac. Gálico	0.02a	0.01	0.03a	0.01
Procianidina dímero B1	0.13a	0.10	0.20a	0.19
Catequina	1.05a	1.10	4.23b	0.38
Miricetina-3-O-galactósido	1.43a	0.29	1.50a	0.01
Miricetina-3-O-glucósido	15.23a	5.63	16.36a	0.87
Isoramnetina-3-O-galactósido	14.32a	3.08	18.14a	2.39
Quercetina-3-O-galactósido	8.21a	2.60	9.38a	0.52

Quercetina-3-O-glucósido	58.59a	5.45	67.53a	10.54
Ac. <i>p</i> -cumarico+ Kaempferol-3-O-glucósido	2.11a	0.56	2.67a	0.47
Kaempferol-3-O-galactósido	0.49a	0.05	0.48a	0.10
Kaempferol-3-O-glucósido	9.26a	3.03	11.60a	2.49
Isoramnetina-3-O-glucósido	17.95a	10.69	29.36a	4.61

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de "Student" ($p \leq 0,05$)

Cuadro 27. Resultados promedio durante la maduración para el análisis de compuestos fenólicos encontrados en mayor proporción en los hollejos del cv. Syrah. (mg/Kg hollejos)

Fecha	Compuesto	T1	D.S	T2	D.S
06-feb	Miricetina-3-O-glucósido	12,05a	2,3	12,30a	0,52
	Quercetina-3-O-galactósido	23,02a	3,62	26,31a	1,42
	Quercetina-3-O-glucósido	8,91a	2,32	9,81a	0,42
	Kaempferol-3-O-glucósido	33,01a	1,22	29,38a	1,12
21-feb	Miricetina-3-O-glucósido	14,78a	12,15	18,85a	0,70
	Quercetina-3-O-galactósido	39,56a	34,75	59,97a	42,59
	Quercetina-3-O-glucósido	10,96a	3,74	37,97a	51,33
	Kaempferol-3-O-glucósido	33,42a	13,25	30,38a	3,32
08-mar	Miricetina-3-O-glucósido	15,32a	5,02	15,51a	1,65
	Quercetina-3-O-galactósido	6,55a	2,38	5,93a	0,59
	Quercetina-3-O-glucósido	67,60a	16,16	64,20a	3,05
	Kaempferol-3-O-glucósido	24,57a	6,14	23,40a	1,45
23-mar	Miricetina-3-O-glucósido	10,44a	0,84	11,44a	1,21
	Quercetina-3-O-galactósido	14,39a	4,37	18,15a	2,19
	Quercetina-3-O-glucósido	52,06a	4,15	60,52a	8,42
	Kaempferol-3-O-glucósido	22,35a	2,21	24,46a	3,35
07-abr	Miricetina-3-O-glucósido	7,42a	3,66	8,13a	2,98
	Quercetina-3-O-galactósido	14,57a	2,60	17,42a	2,22
	Quercetina-3-O-glucósido	54,23a	3,43	54,74a	6,11
	Kaempferol-3-O-glucósido	23,09a	2,69	23,69a	1,70
13-abr	Miricetina-3-O-glucósido	15,23a	5,63	16,36a	0,87
	Quercetina-3-O-galactósido	8,21a	2,60	9,38a	0,52
	Quercetina-3-O-glucósido	58,59a	5,45	67,53a	10,54
	Kaempferol-3-O-glucósido	9,26a	3,03	11,60a	2,50

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de "Student" ($p \leq 0,05$)

Cuadro 28. Resultados promedio obtenidos al momento de cosecha para el análisis de compuestos fenólicos efectuados a los hollejos del cv. Carménère. (mg/Kg hollejos)

CARMENERE	T1	D.S	T2	D.S
Ac. Gálico	0.01a	0.001	0.01a	0.003
Procianidina dímero B1	0.35a	0.05	0.20a	0.19
Catequina	0.44a	0.09	0.49a	0.02
Ac. Siringico	0.23a	0.02	0.65b	0.16
Miricetina-3-O-galactósido	1.11a	0.53	1.43a	0.45
Miricetina-3-O-glucósido	15.19a	3.64	14.90a	2.06
Isoramnetina-3-O-galactósido	14.55a	4.38	17.43a	1.96
Quercetina-3-O-galactósido	4.37a	0.53	4.23a	0.74
Quercetina-3-O-glucósido	38.77a	3.78	40.94a	8.75
Ac. <i>p</i> -cumarico+ Kaempferol-3-O-glucósido	6.59a	5.78	6.39a	4.60
Kaempferol-3-O-galactósido	6.88a	1.01	10.49a	6.37
Kaempferol-3-O-glucósido	14.58a	9.20	16.59a	5.47
Isoramnetina-3-O-glucósido	10.39a	3.23	12.10a	5.23

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de "Student" ($p \leq 0,05$)

Cuadro 29. Resultados promedio durante la maduración para el análisis de compuestos fenólicos encontrados en mayor proporción en los hollejos del cv. Carménère. (mg/Kg hollejos).

Fecha	Compuesto	T1	D.S	T2	D.S
04-mar	Miricetina-3-O-glucósido	4,08a	2,84	9,43a	1,89
	Quercetina-3-O-galactósido	3,46a	1,09	3,93a	1,11
	Quercetina-3-O-glucósido	54,68a	11,41	56,21a	10,40
	Kaempferol-3-O-glucósido	2,92a	1,24	4,31a	0,78
19-mar	Miricetina-3-O-glucósido	6,57a	4,82	6,16a	1,75
	Quercetina-3-O-galactósido	4,10a	0,90	4,03a	0,99
	Quercetina-3-O-glucósido	59,87a	0,93	58,77a	5,27
	Kaempferol-3-O-glucósido	15,66a	13,73	19,91a	18,07
03-abr	Miricetina-3-O-glucósido	19,11a	0,41	10,12a	6,36
	Quercetina-3-O-galactósido	8,33a	2,24	2,71b	2,07
	Quercetina-3-O-glucósido	45,39a	10,21	52,34a	18,62
	Kaempferol-3-O-glucósido	12,73a	2,29	18,10b	0,45
18-abr	Miricetina-3-O-glucósido	9,73a	4,12	12,78a	2,40
	Quercetina-3-O-galactósido	6,31a	1,92	6,64a	1,43
	Quercetina-3-O-glucósido	50,43a	6,15	52,45a	10,77
	Kaempferol-3-O-glucósido	7,08a	4,12	10,67a	8,42
07-may	Miricetina-3-O-glucósido	15,19a	3,64	14,90a	2,06
	Quercetina-3-O-galactósido	4,37a	0,53	4,23a	0,74
	Quercetina-3-O-glucósido	38,77a	3,78	40,94a	8,75
	Kaempferol-3-O-glucósido	14,58a	9,20	16,59a	5,48

* Letras distintas en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos de acuerdo a la prueba t de “Student” ($p \leq 0,05$)

ANEXOS

Anexo I

Tabla 1. Temporada 2002-2003. Valle del Maipo. Información agroclimática. Dirección Meteorológica de Chile. Meteorología aplicada (Viñas de Chile, 2003).

Mes / Año	T° M. Men.	T° M. Max.	T° M. Min.	N° de heladas	N° días PP.	mm PP
Sept. 2002	13.0	19.6	6.3	1	4	11.0
Oct. 2002	13.8	21.2	6.4	0	5	13.2
Nov. 2002	15.9	24.6	7.2	0	0	0
Dic. 2002	18.1	27.0	9.2	0	1	2.5
Ene. 2003	20.4	30.1	10.8	0	3	7.9
Febr. 2003	19.2	29.5	9.0	0	0	0
Mar. 2003	17.8	27.1	8.6	0	0	0
Abr. 2003	13.6	23.2	4.1	0	0	0
May. 2003	10.6	19.7	1.5	9	3	105.7