

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE 5 PORTAINJERTOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y
QUÍMICAS DE BAYAS Y VINOS DEL CV. CABERNET FRANC DEL VALLE
DEL MAULE.**

HANS ELÍAS GARRO ROSALES

SANTIAGO – CHILE
2014

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TITULO

EFFECTO DE 5 PORTAINJERTOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE BAYAS Y VINOS DEL CV. CABERNET FRANC DEL VALLE DEL MAULE.

EFFECT OF FIVE ROOTSTOCKS ON PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF GRAPES AND WINES FROM CV. CABERNET FRANC MAULE VALLEY.

HANS ELÍAS GARRO ROSALES

SANTIAGO – CHILE
2014

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TITULO

EFFECTO DE 5 PORTAINJERTOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE BAYAS Y VINOS DEL CV. CABERNET FRANC DEL VALLE DEL MAULE.

**Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo.**

HANS ELÍAS GARRO ROSALES

	Calificaciones
PROFESOR GUÍA	
Sr. Álvaro Peña N. Ingeniero Agrónomo, Enólogo, Dr.	6,4
PROFESORES EVALUADORES	
Sra. Marcela Medel M. Ingeniera Agrónomo, Enólogo, M.S. Dr.	6,7
Sr. Oscar Seguel S. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,6

**SANTIAGO – CHILE
2014**

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, ya que si no fuera por ellos no estaría en esta situación, les doy las gracias por todo lo que me han dado, sin duda que es por ustedes que soy lo que soy. Esta memoria va dedicada a todo ese esfuerzo que dan cada día para lograr lo que se proponen. Son las personas que más admiro.

A mi profesor guía, Álvaro Peña, le agradezco su calidad como docente y la dedicación que tiene para que uno pueda ser el mejor estudiante y profesional posible. Ojalá hubieran más personas como usted a las cuales no les importa una calificación sino el aprendizaje que se tuvo de ello.

A los grandes amigos de Universidad, Víctor Hurtado, Nicolás Catrileo y Darío Jara, muchas gracias por todo el apoyo que han dado, incluso en momentos complejos durante la estadía en la carrera. Dedicar un especial agradecimiento a Darío y Constanza, ya que fueron parte importante de esta memoria, al ayudar en cómo dar el formato correcto siempre sin pedir nada a cambio, ambos son unas grandes personas.

Finalmente agradecer a cada una de las personas que he conocido en esta gran universidad por los buenos momentos que se vivieron. Sería lo ideal nombrarlos a todos pero es preferible no hacerlo, para evitar que quede alguien afuera.

ÍNDICE

RESUMEN	1
SUMMARY	2
INTRODUCCIÓN	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
Compuestos fenólicos	5
Portainjertos	6
420A.....	6
Couderc 3309 (3309)	6
SO4	7
110 Richter (R 110)	7
Paulsen 1103 (P1103)	7
Efecto de los portainjertos sobre la composición química de bayas y vinos	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9
Lugar del estudio.....	9
Materiales.....	9
Material Vegetal.....	9
Equipos	9
Reactivos químicos	10
Métodos	10
Tratamientos y Diseño de Experimentos	10
Procedimiento	11
Muestreo de bayas.....	11
Microvinificaciones	11

VARIABLES A MEDIR	12
Análisis estadístico.....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
Hollejos	13
Análisis de compuestos fenólicos	13
Fenoles totales.....	13
Antocianos totales.....	14
Taninos totales	14
Semillas	15
Fenoles totales.....	15
Taninos totales	16
Pulpa	17
pH.....	17
Acidez Total.....	17
Sólidos solubles	18
Vinos.....	18
Análisis de compuestos fenólicos	18
Fenoles Totales	18
Antocianos Totales.....	19
Taninos totales	19
Antocianos por HPLC-DAD.....	20
Análisis Químicos	23
pH.....	23
Acidez volátil.....	24

CONCLUSIÓN25

BIBLIOGRAFÍA.....26

ANEXO 1.....31

ANEXO 2.....32

ANEXO 3.....33

RESUMEN

En el presente estudio, se utilizaron plantas de la variedad Cabernet franc sobre cinco portainjertos (420A, P1103, R110, SO4 y 3309) y un control como Pie Franco para determinar los efectos que puedan ejercer éstos sobre las características químicas, ya sean fenoles, antocianos y taninos totales, además del perfil antociánico por HPLC-DAD en vinos, así como fenoles totales, antocianos y taninos en hollejos, y fenoles totales y taninos en semillas; y sobre otras características químicas, como pH y acidez volátil en vinos, y sólidos solubles, pH y acidez total en la pulpa de las bayas.

Este estudio se realizó con uvas y vinos de la viña Caliboro, ubicada en el Valle del Maule, Chile, durante la temporada 2013.

Se pudo observar que en cada uno de los tratamientos hubo un efecto provocado por los portainjertos, pero no relacionados directamente en los resultados de uvas y vinos, ya que en algunos casos el portainjerto 420A presentó los mayores valores en los parámetros químicos como fenoles, taninos y antocianos totales en los vinos, a diferencia de lo que ocurre con los hollejos, donde fueron los menores, exceptuando los valores de taninos totales.

Los análisis realizados permitieron observar que cada portainjerto tuvo influencia de forma diferenciada sobre los parámetros tanto físicos como químicos de hollejos, semillas, pulpa y vinos, provocados por posibles efectos sobre la maduración de la baya, asociado a la integridad de la membrana celular o pared celular proveniente de cada uno de los tratamientos, lo que generó mayores o menores extracciones de compuestos durante la vinificación.

Palabras clave:

Pie Franco

Vitis vinifera L.

Compuestos fenólicos

SUMMARY

In the present study, Cabernet Franc vines grafted on five rootstocks (420A, P1103, R110, SO4 and 3309) and a control as ungrafted vines were used in order to know and compare their effects on chemical parameters such as total phenols, anthocyanins and tannins, anthocyanins profile by HPLC-DAD in wines, total phenols, anthocyanins and tannins in grape skins, and total phenols and tannins in seeds. Besides, chemical characteristics such as pH and volatile acidity in wine, and soluble solids, pH and total acidity in the pulp of the berries were studied.

This study was conducted with grapes and wines from Caliboro vineyard, located in the Maule Valley, Chile, during the 2013 season.

It could be seen that in each of the observed treatment was an induced rootstocks effect, but not directly related results between grapes and wines were observed. In some cases the rootstock 420A has the highest values in the chemical parameters (phenols, tannins and total anthocyanins) in wines, in contrary happens with the skins, which were lower, except the values of total tannins.

The analyzes revealed that, each rootstock was differentially influence on both physical and chemical skins, seeds, pulp and wine parameters, caused by possible effects on berry's ripening, associated with the integrity of the cell membrane or wall cell from each of the treatments, which generated higher or lower extractions of compounds during vinification.

Key words:

Ungrafted

Vitis vinifera L.

Phenolic compounds

INTRODUCCIÓN

Los compuestos fenólicos son compuestos químicos característicos en los vinos tintos que provienen de la baya, y son parte del metabolismo secundario del fruto. Poseen un anillo bencénico con un radical hidroxilo y una cadena lateral funcional. Los compuestos fenólicos se dividen en 2 tipos, los flavonoides y no flavonoides (Pridham, 1965). Específicamente dentro de los flavonoides se encuentran los antocianos, principales compuestos ubicados en la piel y la pulpa que le dan coloración roja y azulada (Peña-Neira, 2006a); taninos condensados, cuya característica es participar en la sensación de amargor en el vino y que en la baya se ubica tanto en la piel como en la semilla, y flavonoles que expresan la tonalidad amarilla en los hollejos, presentando amargor (Obreque-Slier, 2010).

Existen diversos factores que pueden afectar la composición y concentración de los compuestos fenólicos, como lo son la nutrición, el vigor, suelo, agua, reguladores de crecimiento, ataque de microorganismos, presencia de heridas, altitud, luz, temperatura, humedad y cultivar (Martínez de Toda, 2002). De forma adicional, el uso de portainjertos que se utilizan para reducir la incidencia de diversos tipos de plagas y enfermedades, deficiencias en el suelo, ya sea de pH, nutrientes, drenaje, etc. Además, problemas de sequía o anegamiento pueden disminuir o incrementar el desarrollo y crecimiento de la planta, o bien cambiar la tasa de asimilación de ciertos iones, modificando el vigor, factor que puede generar cambios en el nivel de compuestos químicos en general y fenólicos en particular (Stafne y Carrol, 2006).

Con respecto a las propiedades químicas de las bayas, Hale (1977) reportó que aquellas vides que crecían sobre los portainjertos Doodridge y Salt Creek presentaban en sus frutos altos niveles de pH y altas concentraciones de ácido málico y potasio. En otro estudio realizado por Walker y Blackmore (2012) en diferentes zonas durante dos temporadas, utilizando tanto las variedades Syrah como Chardonnay, encontraron bajos niveles de pH y a su vez diferencias levemente significativas en las pulpas de bayas y vinos producidos en 9 portainjertos, aunque en el contenido de potasio sí se establecieron diferencias en alguno de ellos. Además, Vanden *et al.* (2004), en una investigación que duró 4 años y que abarcó a la variedad Cabernet franc y Chardonnay, también observaron que el portainjerto Riparia, que confiere bajo vigor, produce vinos con un bajo nivel de pH con respecto aquellos que se obtienen de uvas cosechadas de plantas injertadas sobre 5BB; sin embargo, no hubo variación en los manejos agronómicos realizados durante los años de investigación. Por otro lado, Zamora (2003) indica que la concentración de los antocianos se ve influenciada por el efecto de los portainjertos en Cabernet sauvignon, en el que Riparia generaba un total de 600 mg/L, Fercal 467 mg/L y SO4 487 mg/L. A su vez, el contenido de taninos también se vería afectado por este tipo de manejo, según lo indica Downey (2010) en una investigación que consideraba a las variedades Syrah, Merlot y Pinot Noir, aunque se señala que no hay suficientes datos como para afirmar de forma definitiva que haya alguna influencia sobre los taninos de la fruta.

De acuerdo a las variedades de uvas viníferas existentes, Cabernet franc es una cepa que proviene de Francia y que se estableció en Burdeos en el siglo XVII (Smith, 2003), siendo emparentado tanto con las variedades Cabernet sauvignon, Merlot, como con Petit verdot (Hidalgo, 2003). Este cultivar presenta alto vigor, por lo que es mejor evitar suelos profundos y altamente fértiles. Se recomienda la utilización de portainjertos desvigorizantes para poder mantener controlado el tamaño de la planta (Smith, 2003). La baya tiene la piel más delgada y con menores niveles de antocianos y una concentración de taninos más baja con respecto a Cabernet sauvignon, que le confieren al vino un carácter en boca mucho más suave, coloración ligera y aromas a frambuesas y violetas (Hidalgo, 2003).

Dentro de la vitivinicultura mundial, Chile es un país que posee características edafoclimáticas muy favorables para la producción de uvas para vino, tales como el clima templado mediterráneo, los climas fríos en la costa, la altitud y latitud (generación de oscilaciones térmicas durante el día), permitiendo desarrollar vinos altamente requeridos y que son reconocidos en todo el mundo (Wines of Chile, 2013). Su territorio vitivinícola se extiende desde la III a X región, con un total de 14 Valles, correspondientes a una superficie de 116.830,78 hectáreas en el año 2010 (Servicio Agrícola y Ganadero, 2011), de las cuales la variedad Cabernet franc hoy en día tiene sólo 1.226 hectáreas, pero ha estado en constante crecimiento desde el año 2002 (Wines of Chile, 2013).

Sin embargo, aunque Cabernet franc es una variedad bien adaptada a las condiciones del país, tanto en el aspecto fisiológico como edafoclimático, son pocos los estudios realizados en cuanto a la composición química y características físicas de sus uvas y vinos (Shultz, 2002; Peña-Neira *et al.*, 2009; Obreque-Slier *et al.*, 2012) y aún más escasos, estudios que aborden el efecto del uso de diferentes portainjertos sobre la composición química de bayas y vinos en esta variedad. Ya sea por lo antes expuesto y por la importancia que tiene el uso de portainjertos en la vitivinicultura actual, incluyendo el hecho de que la variedad Cabernet franc posee características sensoriales en sus bayas que generan vinos altamente demandados por su suavidad y aromas, es que se ha planteado el presente estudio que tiene por objetivo:

Comparar el efecto de cinco portainjertos sobre las características químicas y físicas de uvas y vinos del cv. Cabernet franc provenientes de un viñedo de la región del Maule.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Compuestos fenólicos

La importancia que poseen los compuestos fenólicos radica en la calidad sensorial del vino (color, astringencia, amargor y aroma), cuya concentración es determinada por el producto vegetal inicial y que se transfiere al vino dependiendo de los diferentes tratamientos que se realicen (Shultz, 2002). El contenido total de fenoles en el vino es inferior al que hay en la baya, consiguiéndose una extracción de hasta un 60% como máximo (Zoecklein *et al.*, 2001).

Los compuestos fenólicos están asociados a la función antioxidante que poseen las bayas y que se transfieren al vino, siendo aquellos predominantes los flavonoides como los flavonoles, antocianinas, flavanoles, entre los principales, además de taninos condensados, y ácidos fenólicos (Peña-Neira, 1999). Los flavonoles se encuentran principalmente en los hollejos de uvas blancas y tintas, presentando una composición muy diferente (Cheynier y Rigaud, 1986). Entre los principales flavonoles que se encuentran en la baya se pueden destacar la quercetina, miricetina y los glucósidos del isorametol (Souquet *et al.* 1996).

Las antocianinas son aquellos miembros de un gran grupo de pigmentos vegetales cuya función es otorgar color a las uvas negras y que se encuentran en forma de glicósidos (principalmente glucósidos). La glicolización corresponde a la unión de residuos azucarados simples o di y tri-sacáridos a varios hidroxilos, o combinados. En las variedades del género *Vitis* correspondientes a variedades americanas o sus híbridos con variedades europeas, los pigmentos se encuentran diglucosilados en la posición 3,5 del esqueleto flavonoide, mientras que en variedades europeas como Cabernet franc se encuentran en 3-diglucósidos (Singleton y Esau, 1969).

Los flavanoles o flavan-3-oles son aquellos responsables de propiedades sensoriales que tiene una alta relevancia en el vino, como la astringencia y el amargor. En los hollejos se ubican en las capas hipodermales, mientras que en las semillas se ubican en el parénquima (Adams, 2006; citado por Obreque-Slier, 2010). Los flavanoles más importantes presentes son la (+)-catequina, (-)-epicatequina, epigalocatequina y (-)-epicatequina-3-*O*-galato (Obreque-Slier, 2010).

Portainjertos

Cada uno de los portainjertos que se utilizan en plantas tiene como función ejercer sobre ellas resistencia a alguna enfermedad o algún estrés, así como también para aumentar o disminuir el vigor. En el caso de esta investigación se está evaluando el efecto que pueden generar cinco portainjertos sobre las características físicas y químicas de bayas y vinos de Cabernet franc, cuyas principales características se explican a continuación:

420A

Proveniente del cruzamiento entre *Vitis berlandieri* y *Vitis riparia*, es un portainjerto que ejerce resistencia hacia los nematodos *Meloydogine incognita* y *Meloydogine arenaria*. En cuanto a los suelos, resiste hasta un 35% de cal total y un 20% de cal activa. Tiene una resistencia a la clorosis férrica media a buena. No se adapta a condiciones de suelos con humedad excesiva, pero sí a la falta de ésta en el suelo (Valdivieso, 2003). Posee dificultades para la absorción de potasio del suelo.

Le imprime a la planta un vigor bajo y un desarrollo vegetativo limitado, tendiendo a retardar la madurez. Transmite un buen cuajado de frutos y abundante fructificación (Valdivieso, 2003). Este portainjerto es apto para variedades como Cabernet franc, Merlot y Tannat.

Couderc 3309 (3309)

Proveniente del cruzamiento entre *Vitis riparia* cv. Tormentosa y *Vitis rupestris* cv. Martin (Hidalgo, 2002), es un portainjerto susceptible a todos los nematodos, especialmente *Meloidogyne spp.*, y genera un cierto grado de tolerancia a *Agrobacterium vitis* (Archer, 2002). Tiene un grado de tolerancia a la clorosis de baja a media, resiste hasta un 20% de cal total y hasta un 11% de cal activa (Hidalgo, 2002). Frente a suelos ácidos, puede tener un buen comportamiento, pero presenta sensibilidad al estrés hídrico, sobre todo cuando se realiza de manera brusca en el ciclo vegetativo. Tiene sensibilidad a la alcalinidad (Archer, 2002). Puede absorber muy fácilmente el magnesio pero no el potasio (Hidalgo, 2002). Es un portainjerto extremadamente sensible a cloruros (Candolfi-Vasconcellos, 2004), pero se adapta de manera favorable a suelos profundos, arenosos, arcillosos, más o menos calcáreos y húmedos.

Le otorga a la planta un desarrollo vegetativo equilibrado, en especial si la fertilidad del suelo no es alta, con un vigor medio, teniendo una tasa de desarrollo y fructificación un poco lenta (Stefanini *et al.*, 1997). Es considerado como el portainjerto por excelencia para la producción de vinos y uvas de mesa de calidad. Genera maduración precoz (Candolfi-Vasconcellos, 2004).

SO4

Proveniente del cruzamiento entre *Vitis berlandieri* y *Vitis riparia* Oppenheim n°4 (Berger y Gajardo, 1998). Se considera un portainjerto que tiene buena resistencia a nematodos, con variadas descripciones tanto para *Meloydogine spp.*, como para *Xiphinema index*, mientras que para *Tylenchulus semipenetrans* es susceptible (Aballay, 2004). Resiste hasta un 35% de cal total y un 17% de cal activa (Hidalgo, 2002). Tiene buena resistencia a la clorosis férrica. Con respecto a la sequía, su resistencia es baja (Nicholas, 1997). Tiene una adaptación medio-alta a la humedad. Está bien adaptado a suelos livianos, bien drenados, poco fértiles, cloróticos y compactos, por lo que se recomienda su uso para terrenos con posibilidades de ser regados (Hidalgo, 2002). Está indicado para ser utilizado en suelos profundos y frescos. Es sensible a la alcalinidad, a la acidez y la salinidad (Archer, 2002; Nicholas, 1997).

Otorga un vigor medio a alto, sobre todo en los primeros 15 años (Hidalgo, 2002; Candolfi-Vasconcellos, 2004; Archer, 2002). Permite obtener rendimientos altos. Favorece la fructificación y provoca que la maduración se adelante si no se tienen cargas elevadas en las plantas (Candolfi-Vasconcellos, 2004; Archer, 2002). En cuanto a los vinos, transfiere un buen nivel de azúcares, por lo que los vinos pueden carecer de cuerpo.

110 Richter (R 110)

Proveniente del cruzamiento de *Vitis Berlandieri* cv. Ressayguier n°2 y *Vitis rupestris* cv. Martin. Es medianamente resistente a suelos calcáreos y va a depender de la variedad la resistencia que éste tenga a la clorosis férrica. Es resistente hasta un 17% de cal activa. Se adapta muy bien a la sequía, y de peor forma al exceso de humedad, ya que es muy sensible en este aspecto (Hidalgo, 2002). Se recomienda su uso en suelos pobres, con poca profundidad y pedregosos, que no sean calizos. Baja resistencia a la salinidad.

Posee un vigor medio a fuerte con una abundante producción, por lo que no es recomendable utilizarlo en suelos fértiles (Wolpert *et al.*, 1992). Induce una buena fertilidad de yemas, pero retrasa el ciclo vegetativo y la maduración (Nicholas, 1997). Crece durante la fructificación. Se recomienda su uso para Cabernet sauvignon y Tempranillo, entre otras.

Paulsen 1103 (P1103)

Proveniente del cruzamiento de *Vitis Berlandieri* cv. Ressayguier n°2 y *Vitis rupestris* cv. Lot (Hidalgo, 2002). Resiste hasta un 30% de cal total y un 17% de cal activa. Tiene una resistencia media a la clorosis férrica. Se adapta muy bien a la sequía y a suelos compactados (Hidalgo, 2002). Es tolerante a los suelos húmedos. Lo que caracteriza a este portainjerto es que es uno de los que presenta una mayor resistencia a la salinidad del suelo. Tiene un vigor moderado a alto, que en ocasiones puede generar bajos rendimientos.

Retarda la maduración, por lo que su ciclo vegetativo es largo. Puede inducir excesivo desarrollo vegetativo en regiones frías (PGIBSA, 1999). No se recomienda su utilización para zonas donde las heladas sean frecuentes en la temporada.

Efecto de los portainjertos sobre la composición química de bayas y vinos

Vanden *et al.* (2004), realizaron una investigación que constaba de variedades Cabernet franc y Chardonnay sobre los portainjertos clonales Kober 5BB o Riparia Gloire de Montpellier tomando muestras durante cuatro años (1999 a 2002), donde se midieron los componentes del rendimiento (rendimiento/planta, número de racimos/planta y peso de las bayas) y se realizaron análisis químicos en el mosto. Los resultados indicaron que las vides que crecieron en los portainjertos 5BB daban más rendimientos en tres de los años de estudio, produciendo más racimos por metro de cultivo que la vid con Riparia. Además las que crecen en el portainjerto 5BB son más vigorosas y generaron un peso de poda de mayor valor y bajas relaciones de cosecha en cuanto a la carga con respecto a Riparia. En el año 1999 y 2002, los frutos de las vides provenientes de Riparia presentaron mayores sólidos solubles y con un pH ligeramente menor a aquellas de 5BB, a pesar de que los manejos agronómicos no variaron durante los años de la investigación.

Por otro lado, Walker y Blackmore (2012) utilizaron ocho portainjertos (Ramsey, 1103 Paulsen, 140 Ruggeri, K51-40, Schwarzmann, 101-14, Rupestris St. George y 1202 Couderc) sobre las variedades Syrah y Chardonnay, comparando los resultados a través de diferentes lugares, los cuales son Koorlong y Merbein (Victoria), Padthway, Nuriootpa y Rowland Flat (Australia del Sur). Las concentraciones de K^+ en el peciolo fueron altas en Chardonnay para Pie Franco en Merbein, Rupestris St. George y 101-14 en Nuriootpa, Rupestris St. George en Padthway y 140 Ruggeri en Koorlong. Con respecto a Syrah, se encontraron altas concentraciones de K^+ sobre K51-40 y 140 Ruggeri en Merbein, Rupestris St. George en Rowland Flat, Rupestris St. George y 101-14 en Padthway, y sobre 140 Ruggeri en Koorlong. Por otro lado, sobre 1103 Paulsen (P 1103) en Merbein, 1103 Paulsen y 140 Ruggeri en Nuriootpa, 1202C en Padthway y sobre K51-40 en Koorlong se observaron bajas concentraciones de este elemento en Chardonnay, mientras que para Syrah estos datos se obtuvieron para Pie Franco en todos los sitios. Con respecto al vino, las concentraciones de K^+ en Chardonnay y Syrah fueron más altas en el portainjerto K51-40 que en Pie Franco en Merbein y Barossa Valley. Sin embargo, no hubo diferencias en el pH de Chardonnay en Pie Franco y los demás portainjertos en la zona de Nuriootpa y Merbein. Además, con Syrah no hubieron diferencias en este aspecto entre los portainjertos K51-40, 140 Ruggeri y 1103 Paulsen en Rowland Flat, ó en Merbein. Y con respecto al color, éste estuvo correlacionado al nivel de pH que tuvieron los vinos, en cada uno de los tratamientos empleados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del estudio

El estudio se realizó en los viñedos pertenecientes al vivero de la viña Reserva de Caliboro, ubicado en la zona de San Javier en la Provincia de Linares, Región del Maule, Chile, cuyas coordenadas son 35°43'00.63'' S y 71°58'36.08'' O. Los análisis físicos y químicos de uvas y vinos se realizaron en los laboratorios de Química Enológica y de Análisis Cromatográfico del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. De acuerdo a Santibañez y Uribe (1993) se presentan las principales variables agroclimáticas, a través de valores anuales, de la zona de estudio en el Anexo 1.

Materiales

Material Vegetal

La investigación se realizó con bayas provenientes de plantas de 12 años de edad del cultivar Cabernet franc sobre Pie Franco e injertadas sobre diversos portainjertos (R110, 420A, SO4, P1103 y 3309). Dichas plantas están conducidas en espaldera, poda en cordón de pitones, manejo de carga utilizando raleo en pinta, tipo de suelo de origen aluvial y volcánico con un drenaje óptimo, riego por goteo y una producción estimada de 10 ton/ha como promedio.

Equipos

Para los análisis espectrofotométricos de antocianos, taninos y fenoles totales se utilizó un equipo Helios Gamma UV-Visible marca Shimadzu, modelo UV-1700. Para los análisis cromatográficos, correspondiente al perfil antociánico, se utilizó un equipo HPLC acoplado a un detector de fotodiodos alineados (DAD) marca Merck Hitachi, modelo L-7455. También se empleó una balanza analítica marca Precisión Hispana modelo EK-1200 para el pesaje de hollejos y semillas, un potenciómetro marca Hanna, modelo 8417 para el nivel de pH, y un refractómetro autocompensado marca ATAGO, modelo N-3E para medir el contenido de sólidos solubles de la pulpa de las bayas. Para el filtrado de los vinos se utilizó una bomba de vacío R-300.

Reactivos químicos

Todos los reactivos grados pro análisis, y HPLC se adquirieron en los laboratorios Merck KGaA (Santiago, Chile). La Metil-celulosa se adquirió en Sigma-Aldrich (St. Louis, EEUU).

Métodos

Tratamientos y Diseño de Experimentos

El experimento correspondió a 3 ensayos independientes, donde el primero está relacionado a semillas, el segundo a hollejos y el tercero a vinos, con un diseño completamente aleatorizado (DCA). Para los tres ensayos se tienen 6 tratamientos con tres repeticiones para cada uno, los cuales correspondieron a cinco portainjertos diferentes más Pie Franco (control). La unidad experimental fue de 25 plantas, con una separación entre cada repetición de dos plantas dentro de la misma hilera, mientras que las unidades muestrales en las bayas fueron de 100 bayas y para los vinos una botella de 750 mL. A través de la Figura 1 se representa el experimento, mientras que los manejos generales y distribución espacial de la viña se expresan en el Anexo 2.

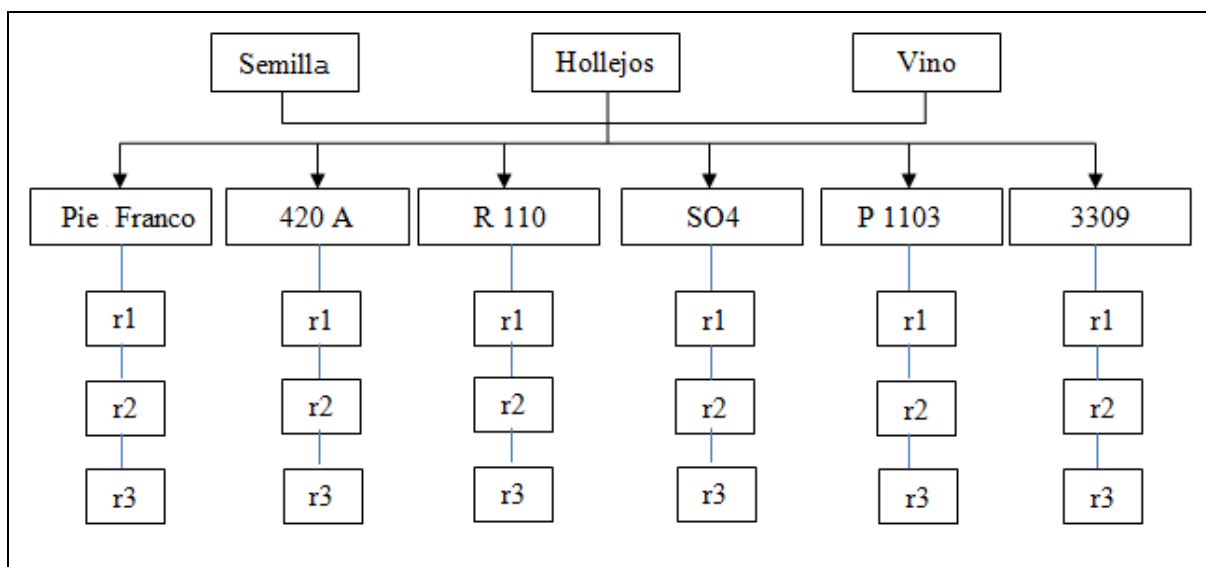


Figura 1. Representación de ensayos y tratamientos utilizados en el estudio.

Procedimiento

Muestreo de bayas

Para el estudio de variables físicas y químicas, las muestras estuvieron constituidas por 100 bayas sacadas de forma aleatoria de racimos ubicados en distintas partes de las plantas (específicamente 4 bayas por planta), por cada repetición, obtenidas con pedicelo y que fueron almacenadas en bolsas plásticas y en ambiente congelado hasta su análisis (-18°C). Las bayas que se obtuvieron durante la vendimia 2013 poseen un nivel de madurez tecnológica de $\approx 24^\circ\text{Brix}$ al momento de la cosecha, por un muestreo realizado al azar de diversos racimos, exposiciones y ubicación dentro de los mismos, perteneciendo a una unidad experimental de 25 plantas dentro de las parcelas. Luego de esto, las 100 bayas se pelaron y se molieron tanto los hollejos como las semillas, previamente separados, donde los extractos se prepararon de acuerdo al método propuesto por Venicie *et al.* (1997). Con respecto a la pulpa, ésta se prensó en una gasa para medir en el mosto pH, sólidos solubles y acidez total (García-Barceló, 1990).

Microvinificaciones

Las muestras fueron proporcionadas por la viña Reserva de Caliboro, producto de microvinificaciones provenientes de cada una de las 3 repeticiones por tratamiento (25 kg por repetición) en recipientes plásticos de uso alimentario de 20 litros. La uva correspondiente a cada una de las repeticiones de campo se cosechó y vinificó en forma separada, controlando los parámetros tradicionales que conlleva este procedimiento. Una vez terminado el proceso de vinificación, se tomó una muestra para los correspondientes análisis de compuestos fenólicos en una botella de 750 mL (Anexo 3).

Variables a medir

A continuación, en el Cuadro 1, se detallan las determinaciones analíticas que se utilizaron para los distintos tratamientos:

Cuadro 1. Análisis físicos y químicos de las muestras que se estudiaron.

Análisis	Método	Semilla	Hollejos	Pulpa	Vino
pH	Potenciometría (Bordeau y Scarpa, 1998)			X	X
Acidez total	Titulación con NaOH 0,1N (García Barceló, 1990)			X	
Acidez volátil	Destilación y titulación con NaOH 0,1N (García Barceló, 1990)				X
Sólidos solubles	Refractometría			X	
Fenoles totales	Absorbancia 280 nm (García Barceló, 1990)	X	X		X
Taninos totales	Metil-celulosa (Mercurio <i>et al.</i> , 2007)	X	X		X
Antocianos totales	Decoloración de bisulfito (García Barceló, 1990)		X		X
Antocianos individualizados	HPLC-DAD (Peña-Neira <i>et al.</i> , 2007)				X

Análisis estadístico

Los resultados se analizaron mediante ANDEVA y si existieron diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%, se utilizó el test de rango múltiple de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hollejos

Los hollejos corresponden a las pieles de las bayas, las cuales se caracterizan por presentar los compuestos fenólicos que luego dependiendo de su concentración, se van a difundir hacia el vino. Dentro de éstos, se pueden mencionar los flavonoles, flavanoles y antocianos, siendo los últimos responsables del color rojo y azul en los vinos tintos (Ciudad y Valenzuela, 2002). El 34% del total de fenoles totales de las variedades tintas se encuentran en los hollejos (Meyer y Hernández, 1970; Bourzeix *et al.*, 1986).

Cuadro 2. Resumen análisis físicos hollejos de Cabernet franc.

Tratamiento	Fenoles totales		Antocianos totales		Taninos totales	
	mg EAG/g hollejo		mg eq malvidina-3-glucósido/g hollejo		mg eq (-)-epicatequina/g hollejo	
PF	1,99 ± 0,01	d	1,28 ± 0,10	a	5,43 ± 0,29	ab
3309	2,24 ± 0,11	b	1,21 ± 0,02	ab	5,15 ± 0,15	bc
P1103	1,98 ± 0,02	d	1,14 ± 0,02	bc	5,19 ± 0,21	bc
420 A	2,12 ± 0,01	c	1,07 ± 0,05	c	5,76 ± 0,12	a
R110	2,36 ± 0,02	a	1,05 ± 0,06	c	4,80 ± 0,22	c
SO4	2,33 ± 0,04	a	1,13 ± 0,02	bc	5,63 ± 0,24	a

* Medias unidas por una misma letra en sentido vertical indican diferencias estadísticamente no significativas, a una prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. EAG: Equivalente ácido gálico; PF: Pie Franco. Concentraciones: Promedio ± DS.

Análisis de compuestos fenólicos

Fenoles totales

Los datos obtenidos (Cuadro 2) indican que las bayas provenientes de las plantas del cv. Cabernet franc injertadas en los portainjertos R110 y SO4 no presentaron diferencias estadísticamente significativas y son las que poseen el mayor contenido de fenoles por cada gramo de hollejo. Estos resultados son menores con los niveles de fenoles encontrados por los estudios de Shultz (2002) en la zona de Alto Jahuel (Valle de Maipo) para esta misma variedad, ya que al momento de la cosecha no superaban los 3 mg EAG/g de hollejo. Estos niveles podrían verse influenciados por el tipo de clima en que se desarrollen las variedades, al comparar los Valles de Maipo y Maule, además de posibles efectos provocados por los manejos que se hayan realizado en campo.

Por otro lado, el valor menor de fenoles de 1,98 mg EAG/g de hollejos encontrado en las bayas de plantas injertadas en el portainjerto P1103 (Cuadro 2) es mayor con respecto a muestras del cv. Cabernet sauvignon, que presentaron concentraciones de 1,5 mg EAG/g de hollejo al momento de la cosecha, según una investigación realizada por Castro (2009) en el Valle del Maule. A pesar que las variedades de ambos estudios fueron cultivadas en el Valle del Maule, las fechas de cosecha pueden haber influido en el nivel de las concentraciones, ya que Cabernet sauvignon se suele cosechar más tardíamente que Cabernet franc. Del mismo modo, el efecto varietal, al igual que lo observado por Obreque-Slier *et al.* (2012, 2013), podría explicar dichas diferencias.

Antocianos totales

Según los resultados obtenidos, se puede indicar que hay un efecto generado del portainjerto, siendo 3309 el que presentó una mayor concentración de antocianos totales, diferenciándose del resto de los portainjertos, aunque no posee diferencias estadísticamente significativas con respecto a Pie Franco (Cuadro 2). Cabe destacar que a pesar de que hayan diferencias entre los portainjertos que poseen mayores y menores concentraciones, aquellos con bajos valores son levemente más altos con respecto a Cabernet sauvignon, los cuales presentan niveles de 0,8 mg eq malvidina-3-glucósido/g de hollejo (Castro, 2009). Sin embargo, con respecto a bayas de Merlot son levemente menores, debido a que presentan concentraciones de 2 mg eq malvidina-3-glucósido/g de hollejo (Cuevas, 2005). Del mismo modo, para muestras del Valle del Maipo, Obreque-Slier *et al.* (2013) observaron que a mediados de abril, los hollejos de bayas de los cultivares Carmenere, Merlot, Cabernet franc y Cabernet sauvignon presentaban valores de $2,8 \pm 0,5$; $2,3 \pm 0,4$; $1,9 \pm 0,8$ y $1,5 \pm 0,0$ mg eq malvidina-3-glucósido/g de hollejo respectivamente, evidenciando diferencias asociadas a la variedad.

Según Reynier (2002), la síntesis de antocianinas se ven influenciadas por factores ambientales, temperatura, altitud, horas luz, latitud del viñedo, aspectos edáficos y el manejo propiamente tal del viñedo. Además, los antocianos se ven altamente influenciados en su síntesis por la tasa de acumulación de azúcares en la baya, lo que es probable que varíe entre vides injertadas en diferentes portainjertos.

Taninos totales

Los resultados indican que los tratamientos asociados a los portainjertos 420A (5,76 mg eq (-)-epicatequina/g de hollejo), SO4 (5,63 mg eq (-)-epicatequina/g de hollejo) y PF (5,43 mg eq (-)-epicatequina/g de hollejo) son los que presentaron una mayor concentración de taninos totales en los hollejos, no presentando diferencias estadísticamente significativas entre ellos, mientras que con el resto existen diferencias, siendo el portainjerto R110 el que tiene una menor concentración con respecto a todos (Cuadro 2). Según Shultz (2002), los niveles encontrados de taninos en los hollejos de Cabernet franc en la zona de Alto Jahuel no superaron los 3 mg eq (-)-epicatequina/g de hollejo al momento de la cosecha, siendo

valores muy menores a los observados en esta investigación, lo que puede ser debido a un efecto directo provocado por el clima en el cual se cultiva el viñedo (Valle del Maipo), además del posible efecto que pueda generar el portainjerto. Por el contrario, los niveles de taninos totales en los hollejos de Cabernet sauvignon son de 10,4 mg eq (-)-epicatequina/g de hollejo (Castro, 2009), superando ampliamente, prácticamente al doble, la concentración encontrada por Cabernet franc en el presente trabajo.

Se puede indicar que Cabernet sauvignon presenta altos niveles de taninos como característica propia de la variedad (Hidalgo, 2003), y que a pesar de que en algunos parámetros los niveles en los portainjertos sobre el cv. Cabernet franc sobrepasan a la primera variedad, esto no es suficiente para aumentarlos.

Semillas

Dentro de las semillas, los principales compuestos que se encuentran son las procianidinas y los flavanoles (Ciudad y Valenzuela, 2002).

El cuadro resumen con los resultados se presentan a continuación:

Cuadro 3. Resumen análisis físicos de semillas Cabernet franc.

Tratamiento	Fenoles totales		Taninos totales	
	mg EAG/g semillas		mg eq (-)-epicatequina/g semillas	
PF	21,80 ± 0,53	ab	64,43 ± 1,23	a
3309	22,09 ± 0,99	a	54,87 ± 0,75	b
P1103	17,47 ± 0,47	c	49,39 ± 1,65	c
420 A	20,20 ± 0,99	b	55,83 ± 0,83	b
R110	20,40 ± 1,56	ab	46,73 ± 1,05	d
SO4	21,44 ± 0,57	ab	50,78 ± 0,52	c

* Medias unidas por una misma letra en sentido vertical indican diferencias estadísticamente no significativas, a una prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. EAG: Equivalente ácido gálico; PF: Pie Franco. Concentraciones: Promedio ± DS.

Fenoles totales

La concentración de fenoles totales en las semillas se expresó con un mayor contenido en los tratamientos asociados a los portainjertos 3309, SO4 y R110, además de Pie Franco, los cuales no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí (Cuadro 3). El efecto del portainjerto sobre esta variable sólo es posible observarlo entre los tratamientos asociados al portainjerto P1103, el cual difiere estadísticamente de todo el resto de los tratamientos, presentando los menores valores para esta variable.

Para Cabernet sauvignon, en la investigación realizada por Castro (2009), se obtuvieron concentraciones de 19,9 mg EAG/g de semilla, siendo prácticamente la misma que 420A, pero con un menor valor con respecto a aquellos tratamientos que alcanzaron los valores más altos, como 3309, Pie Franco, SO4 y R110.

Los valores de este trabajo son similares a los observados por Obreque-Slier *et al.* (2012) para las semillas de bayas cosechadas la segunda semana de abril de los cultivares Carmenere, Merlot, Cabernet franc y Cabernet sauvignon con valores de $22,9 \pm 3,3$; $22,2 \pm 2,0$; $19,4 \pm 0,7$ y $15,3 \pm 5,2$ mg EAG/g de semilla respectivamente.

Taninos totales

El contenido de taninos totales dentro de las semillas, permitió observar que el tratamiento Pie Franco (PF) es el que posee una mayor concentración con respecto a los portainjertos empleados, ya que hay diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 3). Cada uno de los tratamientos asociados a los portainjertos estudiados presentó diferencias en la concentración total de taninos, lo que podría indicar que hay un efecto generado por todos ellos. En aquellos que presentan un menor contenido de taninos en las semillas (R110) se espera que en los vinos también sea menor (Cuadro 5) ya que sólo una fracción de éstos pasa al vino. Castro (2009) observó una concentración de taninos totales en las semillas de Cabernet sauvignon de 54,6 mg eq (-)-epicatequina/g de semillas, siendo prácticamente la misma concentración que la observada en los tratamientos 3309 y 420A, pero menor a PF (Cuadro 3). Por otra parte Obreque-Slier *et al.* (2012) observaron valores menores de taninos totales del cultivar Cabernet franc ($7,9 \pm 1,3$ mg eq (+)-catequina/g de semillas) de bayas cosechadas a mediados de abril en el Valle del Maipo, debido a que hay menor (+)-catequina con respecto a (-)-epicatequina. En este aspecto, es importante destacar que los resultados obtenidos con respecto a los portainjertos es que lograrían ejercer un efecto en el nivel de taninos pero disminuyéndolos con respecto a Pie Franco (Cuadro 3), aunque podrían alcanzar los mismo valores que Cabernet sauvignon, siendo que esta última variedad debería poseer una mayor concentración.

Pulpa

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de los análisis de pulpa de las bayas del cv. Cabernet franc.

Cuadro 4. Cuadro resumen análisis químicos pulpa de bayas Cabernet franc.

Tratamiento	pH		Acidez total		Sólidos solubles	
			mg eq H ₂ SO ₄		°Brix	
PF	3,50 ± 0,00	c	3,17 ± 0,06	c	23,83 ± 0,29	bc
3309	3,60 ± 0,00	ab	3,10 ± 0,00	d	24,00 ± 0,00	b
P1103	3,57 ± 0,06	b	3,10 ± 0,00	d	25,00 ± 0,00	a
420 A	3,40 ± 0,00	d	3,50 ± 0,00	a	24,00 ± 0,00	b
R110	3,63 ± 0,06	a	3,10 ± 0,00	d	24,00 ± 0,00	b
SO4	3,50 ± 0,00	c	3,23 ± 0,06	b	23,75 ± 0,29	c

* Medias unidas por una misma letra en sentido vertical indican diferencias estadísticamente no significativas, a una prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. PF: Pie Franco. Promedio ± DS.

pH

De acuerdo a los datos obtenidos (Cuadro 4), se pueden observar diferencias estadísticamente significativas para este parámetro entre las muestras de los portainjertos estudiados, mostrando los valores más altos los tratamientos R110 y 3309. Las muestras del portainjerto con menor pH son las de 420A. Además se pudo observar que los portainjertos pueden provocar que el pH aumente o disminuya con respecto a Pie Franco.

Acidez Total

El portainjerto 420A es aquel que presentó la mayor concentración de ácidos totales, sobrepasando ampliamente a los otros portainjertos con un valor de 3,50 mg eq de H₂SO₄ encontrando diferencias estadísticamente significativas con todo el resto de ellos, mientras que los menores valores son de los portainjertos 3309, P1103 y R110, cada uno con una concentración de ácidos totales de 3,1 mg eq de H₂SO₄. Cabe destacar que la acidez total, según la OIV, corresponde a la suma de todos aquellos ácidos libres hasta pH 7,0 (OIV, 1969).

Sólidos solubles

A pesar de que todos los tratamientos fueron cosechados en la misma fecha, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de sólidos solubles, por lo que se puede inferir que los portainjertos poseen un efecto en el nivel de madurez tecnológica de las bayas. El portainjerto con mayor nivel de sólidos solubles en la pulpa fue P1103 con 25°Brix, siendo diferentes a 3309, 420A y R110, todos con 24 °Brix. Los valores más bajos, aunque levemente, fueron encontrados en PF (23,83 °Brix) y SO4 (23,75 °Brix), éste último no teniendo diferencias con PF pero sí con el resto de los tratamientos (Cuadro 4).

Vinos

Análisis de compuestos fenólicos

El Cuadro 5 presenta los análisis de compuestos fenólicos provenientes de vinos de Cabernet franc producidos a través de microvinificaciones tradicionales en la Viña Caliboro,

Cuadro 5. Resumen análisis compuestos fenólicos de vinos Cabernet franc.

Tratamiento	Fenoles totales		Antocianos totales		Taninos totales	
	mg EAG/L		mg eq malvidina-3-glucósido /L		mg eq (-)-epicatequina /L	
PF	2623,54 ± 18,81	d	558,79 ± 12,11	ab	2662,90 ± 226,12	bc
3309	2792,32 ± 39,05	c	494,23 ± 11,77	c	2662,09 ± 123,40	bc
P1103	2738,18 ± 53,27	c	531,80 ± 10,99	b	2772,21 ± 122,21	b
420 A	2999,15 ± 10,38	a	591,52 ± 29,37	a	3170,99 ± 242,36	a
R110	2616,41 ± 22,36	d	403,75 ± 21,31	d	2366,92 ± 153,68	c
SO4	2905,12 ± 31,64	b	494,46 ± 22,53	c	2886,01 ± 168,17	ab

* Medias unidas por una misma letra en sentido vertical indican diferencias estadísticamente no significativas, a una prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. EAG: Equivalente ácido gálico; PF: Pie Franco. Concentraciones: Promedio ± DS.

Fenoles Totales

En el presente estudio se determinó el contenido total de fenoles presentes en los vinos provenientes de vides del cv. Cabernet franc injertadas en diferentes portainjertos, donde se logró observar que aquel vino que se produce de uvas de vides con el portainjerto 420A es el que mayor contenido de fenoles totales posee con respecto a los demás, mientras que Pie Franco (PF) y R110 son aquellos que presentaron un menor contenido y no tienen diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 5), con lo que éstos, al presentar menos compuestos fenólicos, podrían presentar menos color, astringencia, cuerpo y amargor en sus vinos a diferencia del resto.

Estos resultados, incluyendo a PF y R110 que poseen una menor concentración de fenoles totales (2623,54 y 2616,41 mg EAG/L respectivamente), son mayores a los presentados por Cabernet sauvignon manejados en el mismo Valle del Maule, los que alcanzaron valores promedio de 2000 mg EAG/L (Castro, 2009). En este caso, esto podría hacer pensar que el portainjerto es un factor relevante y que permite que variedades que presentan menores concentraciones de fenoles totales como Cabernet franc, puedan sobrepasar a aquellos que tienen mayores niveles, como Cabernet sauvignon.

Antocianos Totales

De acuerdo a los análisis realizados (Cuadro 5) se puede observar que existen cambios en los vinos dependiendo del portainjerto en el cual se encuentre injertado el cv. Cabernet franc, siendo 420A el que posee un mayor contenido de antocianos (591,52 mg eq malvidina-3-glucósido/L). Esto se ve confirmado con el contenido de fenoles totales, ya que también hay una concentración más alta en el patrón 420A, aunque esto no se expresó en todos los tratamientos por igual, por lo que se podría deducir que no hay necesariamente una relación lineal y proporcional entre el contenido de fenoles y antocianos. En el caso del tratamiento Pie Franco, ya que en los antocianos no presenta diferencias estadísticamente significativas con el portainjerto 420A (Cuadro 5), a pesar de que con respecto al contenido de fenoles, es el tratamiento que posee la menor concentración.

En la investigación realizada por Castro (2009) con vinos de la variedad Cabernet sauvignon en el Valle del Maule, se encontró prácticamente la misma concentración de antocianos totales que la observada en los vinos de la variedad Cabernet franc injertada sobre el portainjerto 420A, con 580,6 mg eq malvidina-3-glucósido/L, a pesar de que por literatura se conoce que Cabernet sauvignon es la variedad, en conjunto con Carmenere, que presentan el mayor contenido de antocianos en sus vinos (Hidalgo, 2003). Aquí se puede notar que los diversos manejos realizados en la producción del vino, acompañado del efecto del portainjerto, podrían generar que Cabernet franc, una variedad que posee un menor contenido de antocianos (Hidalgo, 2003), alcance los mismos niveles con respecto a Cabernet sauvignon. Cabe destacar que el portainjerto 420A ha sido el único con el que se generaron estos resultados, ya que los vinos producidos de aquellas plantas injertadas con respecto a los portainjertos restantes presentaron una menor concentración de antocianos.

Taninos totales

Los datos presentados en el Cuadro 5 indican nuevamente que el portainjerto 420A, en este caso en conjunto con SO4, presentaron los más altos niveles de taninos al no tener diferencias estadísticamente significativas entre ellos, mientras que P1103, PF y 3309 poseen menores valores a estos dos portainjertos. Cabe destacar que sólo R110 es el que tuvo una menor concentración con respecto a todos aquellos vinos presentes (2366,92 mg eq (-)-epicatequina/L), pero sin diferenciarse estadísticamente de PF y 3309.

Las concentraciones generadas en los vinos de los tratamientos 420A y SO4 (3170,99 y 2886,01 mg eq (-)-epicatequina/L, respectivamente) son mucho menores a los vinos Cabernet sauvignon que Castro (2009) estudió, debido a que la concentración de taninos totales de éste último alcanzó los 5100 mg eq (-)-epicatequina/L. Es importante mencionar que éste ha sido el único parámetro en cuanto a los análisis físicos de los vinos en el que Cabernet sauvignon sobrepasa las concentraciones de Cabernet franc, lo que está estrictamente relacionado a las características que presentan ambas variedades, aunque los manejos de vinificación en los casos anteriores indican que poseen valores similares en fenoles y antocianos totales.

Cabe destacar que no necesariamente una alta concentración de taninos en semillas se va a ver reflejado en los vinos, ya que como se logró observar, a pesar de que las muestras del tratamiento PF son las que presentaron más taninos en sus semillas, son las que menos concentraciones de este compuesto posee en sus vinos (Cuadros 3 y 5).

Antocianos por HPLC-DAD

La determinación de la concentración de los antocianos se realizó mediante el método de HPLC-DAD, el cual entrega de forma individualizada la concentración de las diferentes antocianinas presentes en los vinos.

Los resultados obtenidos indican que no hay diferencias estadísticamente significativas en la concentración de las antocianinas Delfinidina-3-glucósido (Cuadro 6), Peonidina-3-*p*-cumarilglucósido y Malvidina-3-*p*-cumarilglucósido (Cuadro 8), por lo cual en estos casos no habría un efecto generado por el portainjerto. Cabe destacar que en el primer caso, existe una desviación estándar muy alta entre cada muestra, lo que se puede deber a inconvenientes en el reconocimiento del nivel y área de esta antocianina, generado por el instrumento utilizado.

De acuerdo a Cianidina-3-glucósido (Cuadro 6), SO4 con una concentración de 222,63 mg/L, presentó la mayor concentración de este tipo de antocianinas, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas con respecto a 420A (208,52 mg/L) y PF (173,54 mg/L). El resto de los portainjertos, P1103 y R110 son los que presentaron las menores concentraciones con respecto a los otros portainjertos, por lo que se podría apreciar que sí existe un efecto en el tipo de portainjerto empleado en esta antocianina, aunque algunos no logran sobrepasar al tratamiento sobre Pie Franco, sino que incluso lo disminuyen.

La concentración de Petunidina-3-glucósido (Cuadro 6) presentó al portainjerto 420A con la mayor concentración, nuevamente con un valor de 224,93 mg/L, siendo superior a aquellos presentes en Cabernet sauvignon (211,95 mg/L) y Merlot (59,14 mg/L), incluso sobre la misma variedad Cabernet franc (72,09 mg/L) en las investigaciones realizadas por Cuevas (2005). Los portainjertos 3309, P1103, SO4 y PF no presentaron diferencias estadísticamente significativas con respecto a 420A, pero sus concentraciones fueron menores a las presentadas por Cabernet sauvignon y mayores a Merlot y Cabernet franc

(Cuevas, 2005). Mismo caso se produjo con el portainjerto R110, ya que a pesar de que es el único portainjerto que presentó valores significativamente menores a 420A, sobrepasó a las concentraciones de Merlot y Cabernet franc.

Con respecto a Peonidina-3-glucósido (Cuadro 7) hay diferencias entre los tratamientos empleados, ya que el portainjerto 420A es el que tiene una mayor concentración de antocianinas de este tipo, con un valor de 185,61 mg/L, sin presentar diferencias estadísticamente significativas a P1103 y SO4. Cabe destacar que los portainjertos P1103 y SO4 tampoco tienen diferencias estadísticamente significativas con el resto de los portainjertos, siendo R110 el que posee el contenido más bajo de esta antocianina, con diferencias significativas respecto a 420A.

Las concentraciones de Malvidina-3-glucósido (Cuadro 7), la cual es la antocianina más común presente en los vinos (Zoecklein *et al.*, 2001), indican que hay un efecto generado por el portainjerto, ya que 420A, con 975,70 mg/L, es el que tuvo un mayor valor, aunque sin diferencias estadísticamente significativas con PF, SO4 y P1103, pero sí con R110 y 3309. Estos valores son parecidos a los encontrados por Cuevas (2005) en vinos de la variedad Merlot, pero son menores a aquellos presentes en Cabernet sauvignon, los cuales llegan incluso a 2000 mg/L; esto se debe a que esta última es una de las variedades que presenta un alto contenido de antocianos (Hidalgo, 2002). En este caso, también se pudo observar que hay portainjertos que no sobrepasan los niveles de PF pero sí provocaron una disminución de éstos, tal como ocurre con R110.

Para Peonidina-3-acetil-glucósido, no existen diferencias estadísticamente significativas entre todos los portainjertos, siendo 420A, SO4 y P1103 los que tienen una mayor concentración. Sólo Pie Franco presentó diferencias con estos portainjertos. En este caso se podría decir que hay un efecto generado por el portainjerto, pero que sólo logra generar diferencias con Pie Franco pero no entre ellos (Cuadro 7).

Por último, Malvidina-3-acetil-glucósido posee diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, por lo que se podría indicar que sí hay un efecto del portainjerto sobre esta antocianina, siendo 3309 el que posee la mayor cantidad con 307,94 mg/L. De acuerdo al resto, no hay diferencias estadísticamente significativas con 420A (244,13 mg/L), PF (232,30 mg/L), P1103 (215,55 mg/L) y SO4 (209,50 mg/L), pudiendo observar que sus valores son bastante más bajos que 3309. Con respecto a R110, es el que posee la menor concentración (190,85 mg/L) pero no tiene diferencias a su vez con PF, P1103, 420 A y SO4 (Cuadro 8). Aquí también logra observarse que los portainjertos no sobrepasaron los niveles de Pie Franco, pero si uno de ellos puede disminuirlos, como R110.

A continuación en los Cuadros 6, 7 y 8 se presentan las principales antocianinas presentes en el vino del cv. Cabernet franc, como Delfinidina-3-glucósido, Cianidina-3-glucósido y Petunidina-3-glucósido en el Cuadro 6; Peonidina-3-glucósido, Malvidina-3-glucósido y Peonidina-3 acetil-glucósido en el Cuadro 7; y finalmente Malvidina-3 acetil- glucósido, Peonidina-3-*p*-cumarilglucósido y Malvidina-3- *p*-cumarilglucósido en el Cuadro 8.

Cuadro 6. Resumen análisis antocianos por HPLC-DAD (parte 1).

Tratamiento	Delfinidina-3-glucósido		Cianidina-3-glucósido		Petunidina-3-glucósido	
	mg/L		mg/L		mg/L	
PF	44,07 ± 52,34	a	173,54 ± 10,95	ab	215,66 ± 34,34	ab
3309	40,69 ± 60,06	a	152,77 ± 8,78	bc	158,84 ± 14,95	ab
P1103	13,03 ± 5,17	a	137,42 ± 29,36	c	169,15 ± 32,27	ab
420 A	12,74 ± 6,78	a	208,52 ± 37,68	ab	224,93 ± 45,56	a
R110	8,90 ± 4,38	a	127,22 ± 70,62	c	133,26 ± 15,29	b
SO4	65,79 ± 44,34	a	222,63 ± 17,42	a	182,56 ± 84,57	ab

* Medias unidas por una misma letra en sentido vertical indican diferencias estadísticamente no significativas, a una prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. PF: Pie Franco. Concentraciones: Promedio ± DS.

Cuadro 7. Resumen análisis antocianos por HPLC-DAD (parte 2).

Tratamiento	Peonidina-3-glucósido		Malvidina-3-glucósido		Peonidina-3 acetil-glucósido	
	mg/L		mg/L		mg/L	
PF	118,16 ± 13,56	b	851,05 ± 151,92	ab	46,13 ± 35,17	b
3309	93,78 ± 10,40	b	674,21 ± 20,18	bc	74,42 ± 15,64	ab
P1103	138,49 ± 34,04	ab	780,55 ± 93,67	abc	85,71 ± 17,72	a
420 A	185,61 ± 69,79	a	975,70 ± 210,02	a	101,76 ± 1,71	a
R110	78,81 ± 5,34	b	593,65 ± 35,63	c	69,79 ± 13,87	ab
SO4	135,85 ± 21,64	ab	861,44 ± 73,29	ab	86,14 ± 4,99	a

* Medias unidas por una misma letra en sentido vertical indican diferencias estadísticamente no significativas, a una prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. PF: Pie Franco. Concentraciones: Promedio ± DS.

Cuadro 8. Resumen análisis antocianos por HPLC-DAD (parte 3).

Tratamiento	Malvidina-3 acetil-glucósido		Peonidina-3-p-cumarilglucósido		Malvidina-3-p-cumarilglucósido	
	mg/L		mg/L		mg/L	
PF	232,30 ± 32,90	ab	33,90 ± 3,72	a	80,89 ± 1,98	a
3309	307,94 ± 10,80	a	44,73 ± 12,96	a	64,85 ± 3,18	a
P1103	215,55 ± 62,19	ab	29,16 ± 8,97	a	58,19 ± 20,03	a
420 A	244,13 ± 76,71	ab	43,95 ± 6,63	a	86,86 ± 8,96	a
R110	190,85 ± 69,20	b	28,04 ± 11,59	a	58,73 ± 23,09	a
SO4	209,50 ± 59,77	ab	31,29 ± 10,96	a	59,45 ± 20,48	a

* Medias unidas por una misma letra en sentido vertical indican diferencias estadísticamente no significativas, a una prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. PF: Pie Franco. Concentraciones: Promedio ± DS.

Análisis Químicos

Dentro de las características químicas hay varios aspectos que son importantes y que se deben considerar dentro de los componentes que forman parte de los vinos, entre ellos están el pH y la acidez volátil, éste último se expresa generalmente como el contenido de ácido acético, pero incluye a todos los ácidos destilables por vapor (Zoecklein *et al.*, 2001).

De acuerdo a los análisis realizados sobre estos componentes se generaron los resultados que se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Resumen análisis químicos de vinos Cabernet franc.

Tratamiento	pH		Acidez volátil	
	[H ⁺]		g/L ácido acético	
PF	3,51 ± 0,01	c	0,60 ± 0,04	ab
3309	3,62 ± 0,02	b	0,59 ± 0,06	ab
P1103	3,66 ± 0,04	a	0,59 ± 0,01	ab
420 A	3,44 ± 0,02	c	0,51 ± 0,06	bc
R110	3,68 ± 0,01	a	0,62 ± 0,05	a
SO4	3,50 ± 0,01	c	0,43 ± 0,08	c

* Medias unidas por una misma letra en sentido vertical indican diferencias estadísticamente no significativas a una prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%. PF: Pie Franco. Concentraciones: Promedio ± DS.

pH

Los portainjertos pueden generar un efecto sobre el pH dependiendo del cual se trate, en este caso se observó que los portainjertos R110 y P1103 son los que poseen un mayor pH, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Cabe destacar que estos datos están directamente relacionados con aquellos resultados obtenidos en la pulpa, siendo los mismos portainjertos con los más altos valores, esto podría indicar que el pH se mantiene desde el mosto hacia el vino y no varía en el transcurso del tiempo.

Dentro del pH, los más altos valores en R110 y P1103 (Cuadro 9), sobrepasan a los valores de pH en Cabernet sauvignon de la investigación de Castro (2009), ya que éstos poseen un pH promedio de 3,4. Sin embargo, el resto de los portainjertos se encuentran prácticamente en el mismo nivel. Con esto, se observa que ellos podrían generar un efecto en el nivel de pH en la misma variedad y con respecto a otras. Para los vinos de Cabernet franc, pero cuyas plantas fueron manejadas dentro del Valle del Maipo, específicamente en la zona de Alto Jahuel, se encontraron niveles de pH de 4 (Shultz, 2002).

Acidez volátil

Los valores de acidez volátil van a depender de agentes como las bacterias acéticas, las levaduras y otros microorganismos, además de factores como la temperatura de fermentación y la naturaleza del medio (Zoecklein *et al.*, 2001).

En un vino de mesa seco, sano y recién fermentado los valores de acidez volátil varían entre 0,2 y 0,4 g/L de ácido acético, presentando actividad microbiana y posible deterioro si se obtienen cantidades superiores (Ribereau-Gayon, 1961). Existe un máximo legal para el nivel de acidez volátil presente en los vinos, en el caso de Chile es de 1,5 g/L de ácido acético (Bordeu y Scarpa, 1998). Todas las muestras de este estudio se encuentran dentro del máximo legal para este parámetro.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a las condiciones empleadas en el presente estudio es posible concluir que:

El efecto del portainjerto sobre la composición fenólica de la baya difiere en cada una de las partes sólidas de la misma (semilla y hollejo).

En relación a la composición química de bayas del cv. Cabernet franc es posible señalar que en los hollejos si hay un efecto sobre la composición fenólica que puede ejercer el portainjerto, pero no siempre de la misma forma en cada uno de los compuestos fenólicos estudiados, lo que se ve reflejado en su concentración.

En cuanto a los vinos elaborados con bayas del cv. Cabernet franc de plantas injertadas en diversos portainjertos, es posible señalar que en cada uno de los análisis realizados con respecto a fenoles, antocianos y taninos el portainjerto 420A es el que posee las mayores concentraciones, muy diferente a lo que ocurre con los análisis de semillas y hollejos con el mismo portainjerto. Por otra parte, el portainjerto R110 presenta las menores concentraciones en todos los análisis realizados en los vinos.

Con respecto a las concentraciones de antocianos por HPLC-DAD, se observaron casos donde los portainjertos no lograron ejercer un efecto, y esto ocurre con Delfinidina-3-glucósido, Peonidina-3-*p*-cumarilglucósido y Malvidina-3-*p*-cumarilglucósido, mientras que en el resto si se presentó un efecto.

En cuanto al análisis químico de pH se observa que existe efecto del portainjerto sobre este parámetro.

Finalmente, cada portainjerto puede provocar algún efecto, diferenciándose tanto de las concentraciones que se alcanzan a nivel de campo como con respecto a aquellas que se producen durante el proceso de vinificación, no existiendo necesariamente una relación directa entre la baya y el vino.

BIBLIOGRAFÍA

- Aballay, E. 2004. Nemátodos y su importancia en replante de vides. Asociación Gremial de Viveros Frutales de Chile. Seminario Vides Injertadas. Santiago, Chile. p.1-8.
- Archer, E. 2002. *Vitis* especies y rootstocks cultivars. University of Stellenbosh, Department of Viticulture and Oenology. 156p.
- Berger, J. y P. Gajardo. 1998. Evaluación de portainjertos resistentes y/o tolerantes a nemátodos en variedades de uva pisquera en suelos con problemas de nemátodos en el Valle del Limarí. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 66p.
- Bordeau, E y J. Scarpa. 1998. Análisis químico del vino. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 253p.
- Bourzeix, M.; D.Weyland; N. Heredia. 1986. Etude des catechises et des procyanidols de la grappe de raisin du vin et d'autres derives de la vigne. Bull. L'Organisation Internationale de la Vigne et du Vin. 59:1171-1254.
- Candolfi-Vasconellos, C. 2004. Phylloxera resistant Rootstocks for Grapevines. [En línea]. Disponible en: <<http://berrygrape.org/phyloxera-resistant-rootstocks-for-grapevines/>> Consultado el: 31 de agosto de 2013.
- Castro, L. 2009. Evolución de la composición fenólica de bayas de *Vitis vinífera* L. cv. Cabernet sauvignon y cv. Carmenere durante la maduración. Memoria de título para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 69p.
- Cheyrier, V., Rigaud, J. 1986. H.P.L.C. separation and characterization of flavonols in the skins of *Vitis vinífera* var. Cinsault. *American Journal of Enology and Viticulture* 37(4): 248-252.
- Ciudad, C., Valenzuela, J. 2002. Contenido de flavonoides en uvas para vino cultivadas en Valle de casablanca, Chile. Casablanca, Chile. *Agricultura Técnica*. 62(1):79-86.
- Cuevas, R. 2005. Caracterización polifenólica de hollejos de las variedades Cabernet sauvignon, Merlot, Cabernet franc y carmenere durante el período de maduración. Memoria de título para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 71p.
- Downey. 2010. Tannin management in the vineyard. Grape and Wine Research and Development Corporation. Australian Government. Australia. 6p.

- García-Barceló, J. 1990. Técnicas analíticas para vinos. Ediciones FAB. Barcelona, España. 1713p.
- Hale. 1977. Relation between potassium and the malate and tartrate contents of grape berries. *Vitis*. 16:9-19.
- Hidalgo, L. 2002. Tratado de Viticultura General. 3ª ed. Madrid, España: Mundi-Prensa. 1172p.
- Hidalgo, L. 2003. Tratado de enología. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa 1423p.
- Martínez de Toda, F. 2002. Viticultura de qualitat: Factors que afecten el contingut en compostos fenòlics. *ACE Revista d'Enologia*. 59: 13-16.
- Mercurio, M.; R. Damberg; M. Herderich; P.A. Smith. 2007. High throughput analysis of red wine and grape phenolics adaptation and validation of methyl cellulose precipitable tannin assay and modified somers color assay to a rapid 96 well plate format. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 4651-4657.
- Meyer, J.; Hernández, R.1970. Seed tannin extraction in Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*. 4:184-188.
- Nicholas, P. 1997. Rootstock characteristics: The Australian grapegrower and winemaker: Ryan Publications o Phil NICHOLAS - South Australian Research and Development Institute, Loxton Centre.
- Obreque-Slier, E. 2010, Jun. Caracterización fenólica de uvas del cv. Carménère y su relación con la sensación de astringencia. Tesis doctoral. Tarragona, España. Departament de Bioquímica I Biotecnologia, Facultat d' Enologia. Universitat Rovira I Virgili. 245p.
- Obreque-Slier, E.; R. López-Solís; L. Castro-Ulloa; C. Romero-Díaz; A. Peña-Neira. 2012. Phenolic composition and physicochemical parameters of Carmenere, Cabernet sauvignon, Merlot and Cabernet franc grape seeds (*Vitis vinifera* L.) during ripening. *LWT-Food Science and Technology*. 48(1):134-141.
- Obreque-Slier, E.; A. Peña-Neira; R. López-Solís; A. Cáceres-Mella; H. Toledo-Araya; A. López-Rivera. 2013. Phenolic composition of skins from four Carmenet grape varieties (*Vitis vinifera* L.) during ripening. *LWT-Food Science and Technology*. 54: 404-413
- OIV. 1969. Recueil des Methodes Internationales d'Analyse des Vins, A10. p 1-3.
- Peña-Neira, A. 1999. Compuestos fenólicos en la enología. In: Seminario Internacional de Microbiología y Polifenoles del Vino. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. p. 1-9.

- Peña-Neira, A. 2006a. El color de los vinos. *Revista Vendimia*. Enero-Febrero 2006. p. 24-26.
- Peña-Neira, A. 2006b. Los taninos y su importancia (pp.18-20). En: *Revista Vendimia*. Abril 2006. [En línea]. Santiago, Chile: Corporación Chilena del Vino. Recuperado en: <<http://www.gie.uchile.cl/pdf/Alvaro%20Pe%F1a/taninos.pdf>>. Consultado el: 25 de agosto de 2013.
- Peña-Neira A.; A. Cáceres; C. Pastenes. 2007. Low molecular weight phenolic and anthocyanin composition of grape skins from cv. Syrah (*Vitis vinifera* L.) in the Maipo Valley (Chile): effect of clusters thinning and vineyard yield. *Food Science and Technology International*. 13:153-158.
- Peña-Neira, A.; E. Obreque-Slier; C. Romero; R. Lopez; M. Medel. 2009. Diferencias fenólicas durante la maduración de bayas de los cultivares Carmenere y Cabernet franc provenientes del Valle del Maipo, Chile. En: 12° Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología. Montevideo, Uruguay. p.1111-1113.
- PGIBSA. 1999. A grower's guide to choosing rootstocks in South Australia. *Phylloxera and Grape Industry Board of South Australia*. South Australia, Australia. 31 h.
- Pridham, J. 1965. Low molecular weight phenols in higher plants. *Annual Review Plant Physiology*. 16:13-36.
- Prieur, C.; Rigaud, J.; Cheynier, V.; Moutounet, M. 1994. Oligomeric and polymeric procyanidins from grape seeds. *Phytochemistry*. 36(3):781-784.
- Reynier, A. 2002. Manual de viticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 407p.
- Ribereau-Gayon, J. 1961. La composition chimique des vins. *Traite d'Oenologie*. Librairie Polytechnique Ch. Beranger, París.
- Santibáñez, F.; J. M. Uribe. 1993. Bioclimatic maps of Chile (ATLAS). Tomo II: Regiones Sexta, Séptima, Octava y Novena. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 99 p.
- Servicio Agrícola y Ganadero. 2011. Catastro nacional de vides de vinificación 2010. División de Protección Agrícola y Forestal Subdepartamento de Viñas y Vinos. Chile.
- Shultz, M. 2002. Evaluación de las características de uvas y vinos de las variedades Cabernet Franc y Syrah para la zona de Alto Jahuel. Memoria de título para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 76p.

Singleton, V. and P. Esau. 1969. Phenolic substances in grapes and wine, and their significance. *Advances In Food Research. Supplement*. 1:1-261.

Smith, R. 2003. Cabernet franc. Wine grape varieties in California. L. Peter Christensen (ed), University of California Agricultural and Natural Resources, Publication 3419, Oakland. p. 32-35.

Souquet, J.; V. Cheynier; P. Sarni-Manchado; M. Moutounet. 1996. Les composés phénoliques du raisin. *J. Int. Sci. Vigne Vin*. p. 13-23.

Stafne, E. and B. Carrol. 2006. Rootstocks for grape production. Oklahoma State University. Stillwater, Oklahoma 4p.

Stefanini, M.; F. Pinamonti; A. Dorigoni; E. Harkness. 1997. Effects of several rootstocks on vegetative, productive and nutritional status of Chardonnay in Trentino. Istituto Agrario di San Michele all'Adige. Proceedings of the Fourth International Symposium on Cool Climate Viticulture & Enology, Rochester, New York.

Valdivieso, A. 2003. Evaluación del comportamiento de patrones *Vitis spp.* de 31 años de edad en suelo infestado con margarodes (*Margarodes vitis* (Phillippi)). Proyecto de título Ingeniero Agrónomo. Mención Fruticultura y Enología. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. 50p.

Vanden, J.; J. Proctor; J. Sullivan; K. Fisher. 2004. Influence of Training/Trellising System and Rootstock Selection on Productivity and Fruit Composition of Chardonnay and Cabernet franc Grapevines in Ontario, Canada. *American Journal of Enology and Viticulture*. 55(3):253-264.

Venicie, C.; M. Uveria; S. Etguet. 1997. Maturité polyphenolic du raisin mûre en place d'une méthode d'analyse de routine. *Revue Française d'Œnologie*. 167: 36-41.

Walker, R. and D. Blackmore. 2012. Potassium concentration and pH inter-relationships in grape juice and wine of Chardonnay and Shiraz from a range of rootstocks in different environments. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 18:183–193.

Wines of Chile. 2013. Primary red varieties: Cabernet franc. [En línea]. Disponible en: <<http://www.winesofchile.org/chilean-wine/varieties/primary-red-varieties/cabernet-franc/>>. Leído el 10 de octubre de 2013.

Wolpert, J.; M. Walker; E. Weber. 1992. Proceedings Roostock Seminar: A worldwide perspective. *American society for Enology and Viticulture*, Reno, Nevada. 84p.

Zamora. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. AMV Ediciones. Mundo Prensa. Primera edición. Madrid, España. 229p.

Zoecklein, B.; K. Fugelsang; B. Gump; F. Nury. 2001. Análisis y producción de vinos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 613p.

ANEXO 1

Principales variables agroclimáticas de la zona de estudio (datos anuales).

Parámetros	Valle Central Interior (Linares)
T. Máxima (°C)	28.8
T. Mínima (°C)	12.2
Grados Día (base 10°C)	757
Horas de frío (base 7°C)	747
Radiación Solar (cal/cm ² día)	562
Humedad Relativa (%)	62
Precipitación. (mm)	16.3
PP Acumulada desde Enero	810
Evapotranspiración (mm)	178

Fuente: Bioclimatic maps of Chile (ATLAS). Santibáñez y Uribe. 1993

La distribución espacial de las hileras se encuentra de Norte a Sur, ordenadas de izquierda a derecha como Pie Franco, 420A, R110, SO4, P1103 y 3309, con un marco de plantación de 2x2 mt y una carga de 4 kg/planta, correspondientes a 4 racimos/planta apróx., debido a la producción estimada de 10 ton/ha. La unidad experimental corresponde a 25 plantas.

ANEXO 3

