

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

**Memoria de Título**

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA Y CARACTERÍSTICAS  
SENSORIALES DE DISTINTOS VINOS DEL CV. CARIÑAN PROVENIENTES DE  
SEIS LOCALIDADES DE LA REGIÓN DEL MAULE**

**RODRIGO ALEJANDRO ÁBRIGO ESCOBAR**

**Santiago, Chile**

**2017**

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

**Memoria de Título**

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA Y CARACTERÍSTICAS  
SENSORIALES DE DISTINTOS VINOS DEL CV. CARIGNAN PROVENIENTES DE  
SEIS LOCALIDADES DE LA REGIÓN DEL MAULE**

**CHARACTERIZATION OF THE PHENOLIC COMPOSITION AND SENSORY  
CHARACTERISTICS OF DIFFERENT WINES OF THE CV. CARIGNAN FROM  
SIX LOCALITIES OF THE MAULE REGION**

**RODRIGO ALEJANDRO ÁBRIGO ESCOBAR**

**Santiago, Chile**

**2017**

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

**CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA Y CARACTERÍSTICAS  
SENSORIALES DE DISTINTOS VINOS DEL CV. CARIGNAN PROVENIENTES DE  
SEIS LOCALIDADES DE LA REGIÓN DEL MAULE**

Memoria de Título para optar al título profesional de  
Ingeniero Agrónomo

**RODRIGO ALEJANDRO ÁBRIGO ESCOBAR**

	Calificaciones
<b>Profesores Guías</b>	
Sr. Álvaro Peña Neira Ingeniero Agrónomo, Enólogo, Dr.	6,4
Sra. Marcela Medel Marabolí Ingeniero Agrónomo, Enólogo, M.S. Dr.	6,5
<b>Profesores Evaluadores</b>	
Sr. Hugo Nuñez Kalasic Ingeniero Agrónomo, Mg. Cs.	6,7
Sr. Ian Homer Bannister Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,8

**Santiago, Chile**

**2017**

## AGRADECIMIENTOS

**S**i bien el camino hasta este punto ha sido largo, teniendo altos y bajos, errores y aciertos, victorias y derrotas, el viaje ha sido increíble. Gracias a aquellos que estuvieron que están y que estarán acompañándome en el camino. Cada ser y cada momento ha generado algo invaluable para mi llamado “recuerdo” y por eso doy gracias a Dios por cada uno de los elementos que forman parte de este gran viaje llamado “vida”.

*“Agradece al Altísimo todo lo que has vivido, todo lo que eres. Conéctate con tu corazón, siente tus latidos. Respira, escucha. Elévate y respira nuevamente. Tu sonrisa iluminará el camino...”*

*El Oráculo del Guerrero  
Lucas Estrella*

## ÍNDICE

Resumen	2
Abstract	3
Introducción	4
Materiales y métodos	7
Materiales	7
Lugar de estudio	7
Muestras de vinos	7
Equipamiento	7
Evaluadores	8
Métodos	8
Tratamientos y diseño experimental	8
Procedimiento	8
Variables a medir	9
Análisis estadístico	10
Resultados y discusión	12
Análisis químicos	12
Caracterización química y polifenólica	12
Análisis de la caracterización química y polifenólica	15
Caracterización del Fraccionamiento de Flavanoles	16
Análisis de la caracterización del Fraccionamiento de Flavanoles	18
Caracterización de los fenoles de bajo peso molecular	19
Análisis de la caracterización de los fenoles de bajo peso molecular	21
Análisis sensorial	22
Análisis descriptivo	22
Sorting Task	22
Caracterización climática	25
Precipitación	25
Temperatura	27
Conclusión	31
Bibliografía	32
Apéndice	36

## RESUMEN

El cultivar Carignan ha tomado importancia en Chile debido a la existencia de plantaciones con más de 50 años que reflejan un lugar y una historia en particular. En las diversas localidades del valle del Maule existen diferencias edafoclimáticas, las cuales no se conoce como afectan la composición química de las bayas y vinos del cv. Carignan y su efecto sensorial. Por consiguiente, este trabajo aporta en la caracterización de la composición fenólica y sensorial de distintos vinos provenientes de seis localidades de la región del Maule del cv. Carignan.

En este estudio fueron analizados veintisiete vinos chilenos del cv. Carignan, catorce vinos de la vendimia del año 2012 y trece vinos de la vendimia del 2014, de seis localidades pertenecientes a la Región del Maule. Las muestras se caracterizaron químicamente en los parámetros de pH, acidez de titulación, fenoles totales, antocianos totales y taninos totales, así como en las fracciones monoméricas, oligoméricas, poliméricas de flavanoles y en los compuestos fenólicos de bajo peso molecular. Además, se realizó un análisis descriptivo y *sorting task* para caracterizar las muestras sensorialmente. Finalmente, para contextualizar estas respuestas se realizó una caracterización climática con los parámetros de precipitación y temperatura.

Considerando los resultados fue posible concluir que la localidad y el año de producción afectan la composición fenólica y las características sensoriales de vinos del cv. Carignan; no se observó una tendencia en la agrupación de los vinos de las localidades en los dos años de estudio al considerar las variables químicas. En cuanto al año de producción, la fracción fenólica que se diferenció en mayor magnitud correspondió a la de antocianos, seguida por la fracción de taninos y finalmente por los fenoles totales. Por último, con respecto a las características sensoriales, si bien el análisis descriptivo no presentó diferencias estadísticamente significativas el *sorting task* permitió destacar como atributos para los vinos provenientes de la vendimia del año 2012 acidez alta, astringencia alta, persistencia larga, aromas a frutos rojos y madera, mientras que para los vinos provenientes de la vendimia 2014 destacaron acidez media, astringencia media y aroma a frutos rojos, caracterizando así su tipicidad.

**Palabras clave:** Carignan, Maule, compuestos fenólicos, análisis sensorial, *sorting task*.

## ABSTRACT

The 'Carignan' wine grape has become an important cultivar in Chile because of the existence of plantations older than 50 years reflecting a particular place and story. In the diverse localities of the Maule valley there exist some edaphoclimatic differences whose effects on the chemical composition of 'Carignan' grape berries and wines, as well as on their sensory characteristics, are unknown. Therefore, this research contributes to the characterization of phenolic composition and sensory characteristics of different 'Carignan' wines from six localities of the Maule Region.

For this purpose, 27 wines from these localities were analyzed, 14 of them from the 2012 vintage and the other 13, from the 2014 vintage. Wine samples were chemically characterized in the parameters of pH, titration acidity, as well as in total polyphenols, total anthocyanins and total tannins. Monomeric, oligomeric and polymeric fractions of flavanols were determined as well as low molecular weight phenols. In addition, a descriptive analysis and a sorting task were performed to characterize them sensorily. Lastly, to contextualize these responses, a climate characterization was carried out with the precipitation and temperature parameters.

After analyzing the results, it was possible to conclude that the locality and the vintage year affect the phenolic composition and sensory characteristics of 'Carignan' wines. With respect to the chemical variables, no trend was observed in the grouping of wines from the localities in the two-year study. As to vintage year, the phenolic fraction that differed most was that of anthocyanins, followed by that of tannins and lastly by total polyphenols. Finally, and with respect to the sensory characteristics, even though the descriptive analysis did not show statistically significant differences, the sorting task for the 2012 vintage wines allowed to highlight the attributes of high acidity, high astringency, long persistence, red fruit and wood aromas, whereas for the 2014 vintage wines, it allowed to highlight moderate acidity, moderate astringency and red fruit aroma, thus characterizing their typicality.

**Key words:** cv. Carignan, Maule, phenolic compounds, sensory analysis, sorting task.

## INTRODUCCIÓN

La variedad Carignan (*Vitis vinifera* L.), Cariñena o también llamada Mazuelo, es originaria de España, de la zona norte de Aragón, se cultiva en países como Argelia, Argentina, Chile, Estados Unidos, Francia, Marruecos, México, Paraguay y Túnez (Arozarena, 1998). Es una de las variedades de uva tinta más abundantes en el mundo usadas en la vinificación de vino tinto (Regev, 2001), su cultivo mundial ronda las 300.000 hectáreas (Arozarena, 1998). En Chile existen 675,1 hectáreas a nivel nacional, encontrándose 521,2 hectáreas en la séptima región del Maule (INE, 2006).

La introducción del cv. Carignan a Chile aún no está clara, algunos autores indican que fue alrededor del año 1939 desde Argentina, adquiridas previamente en Francia, para mejorar los vinos elaborados con la cepa País, la cual sufrió grandes pérdidas luego del terremoto de Chillan ese mismo año, ya que esta cepa aporta color, cuerpo y, sobretudo, frescura a la cepa tradicional. Arozarena (1998) señala que esta variedad presenta un perfil aromático bajo, que proporciona vinos alcohólicos, muy pigmentados, un poco astringentes y con amargor, lo cual explica el por qué se utilizaba prácticamente siempre en mezclas. Su establecimiento se realizó en el valle del Maule, donde se desarrolló de una manera excepcional en conjunto con la cepa País debido a las características de la zona, suelos más evolucionados de profundidad media con alto contenido de arcilla que permite retener agua que perdura durante toda la estación seca (Luzio, 2010), por lo cual la uva llegaba a madurar bien en contraste con lo ocurrido en zonas de suelos profundos y con mucha irrigación, donde la cepa no se desarrollaba de manera adecuada (Riquelme, 2011; Wines of Chile, 2012).

Para conocer las características de esta variedad es importante realizar una caracterización de la composición fenólica, ya que tal como señalan Hernandez et al. (1991) los compuestos fenólicos son sustancias fundamentales en la enología, los cuales constituyen el tercer grupo de compuestos más importantes en cantidad después del alcohol y los ácidos. Estos se clasifican en compuestos flavanoides y no flavanoides, siendo de importancia en el vino los antocianos, flavonoles y flavanoles, del grupo de los compuestos flavonoides; y los ácidos benzoicos, ácidos cinámicos, aldehídos benzoicos y estilbenos, del grupo de los compuestos no flavonoides (Zamora, 2003). Estos compuestos son aportados durante la fermentación, proceso que en la elaboración de vinos tintos tales como Carignan, se realiza al mosto y el orujo en conjunto. Éste último compuesto aproximadamente de 30% semillas y 70% piel y pulpa (Tounsi et al., 2009).

Arozarena (1998) señala en su estudio que el pH de vinos del cv. Carignan de la zona de Navarra es de 3,21, la acidez total es de 6,5 g·L<sup>-1</sup> y los antocianos totales 238,59 mg·L<sup>-1</sup>. Sanna et al. (2008) indican valores para el parámetro fenoles totales de 2298 mg·L<sup>-1</sup> de (+) catequina, y para flavanoles de 1231,4 mg·L<sup>-1</sup> de (+) catequina en vinos del cv. Carignan de la zona de Cerdeña.



La calidad de los vinos está fuertemente influenciada por su composición fenólica, la cual depende de la uva utilizada y de las condiciones de vinificación para la elaboración del vino (Morel-Salmi et al., 2006), ya que su composición es responsable de características sensoriales tan importantes como el color en vinos tintos, el sabor y la astringencia a través de la interacción con las proteínas salivales, el aroma, cuerpo y amargor (Cheynier et al., 2006; Gawel, 1998). Estas características pueden ser caracterizadas mediante la evaluación sensorial. Stone y Sidel (1993) describen la evaluación sensorial como un método científico, el cual es utilizado para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a los productos según la percepción a través de los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído.

Otra forma de conocer las características de esta variedad es a través de una caracterización sensorial, donde el análisis descriptivo es la principal herramienta de evaluación sensorial de alimentos, el cual implica la evaluación, por parte de un panel entrenado, tanto de las características sensoriales cualitativas como las cuantitativas de los productos (Campos et al., 2010). Es útil para definir los atributos y cuantificar las intensidades de éstos en un producto dado (Savits, 2014). Un estudio realizado por Campos et al. (2010) en vinos Pinot noir de Borgoña, en el cual fueron descritos 12 vinos en un máximo de 5 atributos, obtuvo resultados estadísticamente significantes en términos como bayas rojas, licor de cerezas, madera/tostado y alcohol. Una observación importante originada en este estudio fue el contrastar dos conceptos sensoriales como frutal y madera, siendo más extensa la característica madera que exhibía el vino.

Otro método es el *sorting task*, ya que es un procedimiento simple para la recolección de datos, en el que cada grupo evaluador agrupa estímulos basados en sus semejanzas percibidas (Chollet et al., 2011). Además, es particularmente adecuado cuando el número de estímulos es grande (Abdi et al., 2007). Un ejemplo de la aplicación de este método es el estudio realizado por Parr et al. (2010) en el cual se les pidió a los participantes que agruparan 12 vinos Sauvignon blanc de procedencia francesa y neozelandesa en dos grupos según su lugar de origen, para lo cual se les solicitó no más de 5 descriptores que proporcionaran los criterios en los que habían basado su clasificación, como “muy afrutado” o “complejo en nariz”. Los participantes describieron 10 descriptores aromáticos para cada vino, demostrando diferencias en función de su país de origen y caracterizando así la tipicidad de los vinos, concepto el cuál como menciona Cadot et al. (2010) representa las características del vino, como resultado del tipo de viña, suelo y proceso de elaboración del vino.

La diversidad climática y de series de suelo puede afectar el metabolismo secundario de las vides y la composición fenólica de la uva y el vino. La región del Maule se caracteriza por presentar clima templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo semiárido. La temperatura máxima en el año promedia 30,1°C en el mes de enero, y la mínima media en julio es de 4,0°C; existe una precipitación media anual que varía entre los 696 mm y los 837 mm según el distrito agroclimático al cual pertenezca la zona, presentando a su vez un déficit hídrico entre 931 mm y 884 mm y un periodo seco de 7 meses (Santibáñez y Uribe, 1993). Luzio (2010) describe que los suelos del valle del Maule son suelos de origen

aluvial, corresponden a Alfisoles (Gran Grupo Haploxeralf), Entisol (Grandes Grupos Xerofluvent y Xerorthent), Mollisol (Grandes Grupos Haploxeroll, Palexeroll y Argixeroll) e Inceptisol (Gran Grupo Haploxerept); son suelos con profundidad muy variable, dependiendo de la serie de suelo a la cual correspondan, van desde suelos delgados (menos de 50 cm) a suelos profundos (más de 100 cm); las clases texturales presentes en sus horizontes superficiales van desde franca a franco arcillo limosa; presentan pendiente entre el 1 y 2% y pH entre 6 y 7; las Clases de Capacidad de Uso de suelos puede variar desde Clase I a IV, ya sea por una disminución en su profundidad, un aumento en la pedregosidad en el perfil, un drenaje más pobre o un conjunto de todas estas características.

Tanto la composición fenólica como las características sensoriales se ven influenciadas por la interacción del clima de la zona en la cual se produce esta variedad. En este sentido Díaz y Gaete (1985) señalan que las temperaturas cumplen un rol importante en la aptitud vitivinícola del medio, definiendo y determinando la producción de la planta. Santibáñez et al. (1989) indican que temperaturas elevadas tienden a producir vinos con alto grado alcohólico y baja acidez, mientras que temperaturas bajas originan vinos con menos grado alcohólico y mayor acidez. A su vez Tonietto y Carbonneau (2004) mencionan que el régimen térmico en período de maduración de la uva es una de las variables que definen coloración de las uvas y riqueza en aromas, antocianinas y polifenoles en el vino.

La precipitación es un elemento importante del clima debido a la necesidad hídrica de la viña, reconociéndose que ésta necesita entre 250 a 350 mm de precipitación durante el período vegetativo y la maduración, aunque el viñedo puede subsistir en condiciones todavía más secas (Galet, 1993). Díaz y Gaete (1985) señalan que un exceso de agua determina en general una baja en la calidad de la fruta, condicionando e interfiriendo en muchos otros factores. Por el contrario, una vez cubiertas las necesidades normales, la reducción de la cantidad de agua durante el verano puede provocar un mejoramiento en la calidad de la fruta.

Dado que existen diferencias edafoclimáticas en las diversas localidades del valle del Maule y que no se conoce como afectan en la composición química de las bayas y vinos del cv. Carignan y su efecto sensorial, es que se plantea esta investigación cuyo objetivo se describe a continuación.

### **Objetivo**

Caracterizar la composición fenólica y características sensoriales de distintos vinos proveniente de seis localidades de la región del Maule del cv. Carignan.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

#### Lugar de estudio

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Química Enológica, Laboratorio de Análisis Cromatográfico y Antioxidantes, y Laboratorio de Análisis Sensorial del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

#### Muestras de vinos

Se utilizaron veintisiete vinos chilenos del cv. Carignan de los años 2012 y del 2014 de seis localidades pertenecientes a la región del Maule. Los vinos fueron agrupados de acuerdo a su zona de procedencia como se señala en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Número de muestras de vino por zona.

<b>Zona</b>	<b>2012</b>	<b>2014</b>
Caliboro	1	1
Cauquenes	3	4
Huerta de Maule	2	1
Loncomilla	2	2
Melozal	4	4
Sauzal	2	1

#### Equipamiento

Para la determinación de la concentración de los compuestos fenólicos de bajo peso molecular se utilizó un equipo de cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) Agilent 1260 Infinity Serie (Alemania), equipado con una bomba cuaternaria G1311B, dos detectores de índice de refracción G1362A y G1315D, dos columnas en serie Shodex SB-803 HQ y SB-804 HQ (Japón) y un computador. Los análisis fenólicos (taninos, antocianos y fenolestotales) se realizaron en un espectrofotómetro UV-VIS Pharmaspec, modelo UV-1700 (Shimadzu, Kyoto, Japón). En el caso de fraccionamiento de flavanoles, se utilizó el espectrofotómetro Jasco V 530 UV/VIS (Tokyo, Japón) y para su determinación se emplearon cartuchos Sep-Pak Plus tC18 y Sep-Pak Plus Short tC18 (Waters, USA).

Para el análisis sensorial de los vinos en estudio los evaluadores utilizaron el Software FIZZ (Biosystemes, Francia).

### **Evaluadores**

Se trabajó con un panel de 14 evaluadores entrenados pertenecientes al Departamento de Agroindustria y Enología de la Universidad de Chile.

## **Métodos**

### **Tratamientos y diseño experimental**

Se realizó un análisis de estadística descriptiva para los análisis químicos y polifenólicos de 27 vinos provenientes de seis localidades de la región del Maule.

Para el análisis sensorial descriptivo se realizó un diseño en bloques completamente aleatorizado (DBCA). En el caso de los vinos de la vendimia 2012 este análisis estuvo constituido por 14 tratamientos correspondientes a las distintas muestras de vinos, y 13 bloques correspondientes a cada uno de los evaluadores. Para el caso de los vinos provenientes de la vendimia 2014 este análisis estuvo constituido por 13 tratamientos correspondientes a las distintas muestras de vinos, y 12 bloques correspondientes a cada uno de los evaluadores.

Para el *sorting task* se realizó un escalamiento multidimensional a los vinos evaluados, para el año 2012 y para el año 2014.

La unidad experimental fue una botella de 750 mL de vino.

### **Procedimiento**

Una vez adquiridos los vinos, estos se almacenaron en el departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile a 18°C y en oscuridad.

Los análisis sensoriales se llevaron a cabo en cabinas individuales, las cuales estaban equipadas cada una con mesa, silla, computador, mouse, escupidero y botón de llamada, siendo iluminada con luz blanca. Además, para relubricar la cavidad bucal y evitar la saturación de los evaluadores, se otorgó un período de descanso de 40 segundos entre la evaluación de las muestras. Las muestras fueron entregadas en forma aleatorizadas dentro de cada ensayo, en copas INAO transparentes a 18°C aproximadamente.

Se realizó un entrenamiento previo el cual consistió en 3 sesiones de 45 minutos aproximadamente. En la primera sesión se realizó un *focus group* en el cual se dio a degustar vinos del cv. Carignan para que los evaluadores se familiarizaran con la variedad e identificaran los atributos característicos de los vinos, estructurándose así una pauta descriptiva con los atributos intensidad colorante, acidez, astringencia, persistencia y cuerpo. En la segunda sesión a los panelistas se les entregaron soluciones en medio acuoso con ácido tartárico (0 g/L - 0,2 g/L - 0,4 g/L) y otras con alumbre de potasio (0 g/L - 0,2 g/L - 0,5 g/L) para identificar distintos niveles de acidez y astringencia respectivamente. Una vez hecho esto, los panelistas degustaron vinos del cv. Carignan e identificaron las características de acidez y astringencia en el vino. En la tercera sesión se les entregó distintos productos en copas negras para que pudieran diferenciar los aromas más característicos del Carignan (Menta, Laurel, Frutilla, Castañas, Avellanas).

Para el desarrollo de las metodologías se realizó un total de cuatro sesiones; dos sesiones destinadas al análisis descriptivo de las cuales una fue para los vinos del año 2012 y otra para los del año 2014; y dos sesiones para el desarrollo del *sorting task* de las cuales una fue para los vinos del año 2012 y otra para los del año 2014.

Los vinos fueron analizados con las metodologías que se mencionarán a continuación.

### **Variables a medir**

**Análisis químicos.** Los análisis químicos básicos y polifenólicos correspondieron a:

- pH: Se midió mediante potenciometría con la utilización de 200 ml de muestra (Bordeau y Scarpa, 1998).
- Acidez de titulación: Se midió mediante titulación con una base fuerte y con la presencia de un indicador ácido-base (García-Barceló, 1990).
- Fenoles totales: Medición espectrofotométrica DO 280 nm (García Barceló, 1990).
- Taninos Totales: Medición mediante precipitación con metilcelulosa (Mercurio et al., 2007).
- Antocianos totales: mediante decoloración por bisulfito (García Barceló, 1990).
- Fraccionamiento de Taninos: mediante separación en columnas y posterior reacción con vainillina en medio ácido (Sun et al., 1998).
- Compuestos fenólicos de bajo peso molecular (BMP): Se cuantificaron los compuestos flavonoides y no flavonoides, mediante HPLC-DAD (Bengoechea et al., 1995, modificado por Peña, 1998).

**Análisis sensorial.** Los análisis sensoriales correspondieron a:

- Análisis descriptivo: los atributos se midieron mediante una escala no estructura de 0 a 15 cm, donde 0 representa ausencia de la sensación y 15 representa sensación extremadamente alta (King et al., 2014).

- *Sorting task*: Para esta metodología todos los productos se presentaron simultáneamente a los evaluadores y se les solicitó agruparlos según su similitud. Posteriormente se construyó una tabla de contingencia donde se obtuvieron hasta cinco descriptores utilizados con mayor frecuencia por los evaluadores los cuales caracterizaron cada uno de los clústeres obtenidos, tal como señalan Parr et al. (2015).

**Caracterización climática.** A modo de referencia se realizó una caracterización climática para los parámetros de precipitación y temperatura con la información obtenida de las estaciones meteorológicas de Cauquenes y Sauzal a través del portal Agromet (2012), con el motivo de contextualizar las respuestas de las caracterizaciones de los análisis químicos y sensoriales.

- Para la variable precipitación se graficó la acumulación de la precipitación para los periodos de interés (septiembre a abril) de los años 2011 – 2012 y 2013 – 2014. Posteriormente se contrastó con la información de los distritos 76.5 y 87.1 del periodo de interés para un año normal obtenida del Atlas agroclimático de Chile (Santibáñez y Uribe, 1993).
- Para la variable temperatura se utilizó la información obtenida de temperaturas medias mínimas mensuales y medias máximas mensuales para el periodo 2011 – 2015 y en base a criterio de experto (Uribe, 2016) se realizó una interpolación lineal de los datos con la información de los distritos 76.5, 76.6, 87.1 y 87.2, obtenida del Atlas agroclimático de Chile (Santibáñez y Uribe, 1993) en base a las zonas de influencia de ambas estaciones meteorológicas con el fin de estimar el comportamiento de las zonas de Caliboro, Huerta de Maule, Loncomilla y Melozal.

### Análisis estadístico

Los resultados de los análisis polifenólicos fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando variación porcentual, medias y desviación estándar. Además, de manera descriptiva se realizó un análisis de clúster jerárquico, representado mediante un dendrograma, donde la métrica utilizada fue euclídea y el criterio de clasificación fue encadenamiento completo.

En cuanto a los resultados de los análisis sensoriales, los datos provenientes del análisis descriptivo fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA), y al existir diferencias significativas se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey, con un nivel de significancia del 5%. Para el análisis del *sorting task* se realizó un escalamiento multidimensional, representado mediante un dendrograma, donde la métrica utilizada fue euclídea y el criterio de clasificación fue encadenamiento completo.

Para la caracterización climática, los resultados de la variable temperatura fueron analizados de manera descriptiva a través del análisis de clúster jerárquico, representado

mediante un dendograma, donde la métrica utilizada fue euclídea y el criterio de clasificación fue encadenamiento completo.

El análisis estadístico se llevó a cabo empleando el software Infostat (Di Rienzo et al.,2017) con conectividad a R (R Core Team, 2016).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis químicos

#### Caracterización química y polifenólica

Tras realizar los análisis químicos y polifenólicos se compararon los resultados con los rangos establecidos para vinos tintos señalados por diversos autores. En este sentido los siguientes cuadros describen los resultados de los vinos estudiados.

Los cuadros 2 y 3, muestran los resultados de los análisis de pH, acidez titulable, antocianos totales, fenoles totales y taninos totales, realizados a los vinos Carignan del año 2012 y 2014 respectivamente, agrupados por las zonas de producción de éstos. El Cuadro 4 expresa los cambios porcentuales de las variables medidas tomando como referencia los valores del año 2014.

Cuadro 2. Análisis químicos y polifenólicos de los vinos del año 2012.

Zona	pH	Acidez titulable <sup>(1)</sup>	Antocianos totales <sup>(2)</sup>	Fenoles totales <sup>(3)</sup>	Taninos totales <sup>(4)</sup>
<b>Caliboro</b>	3,17	3,92	224,04	2321,51	3110,00
<b>Cauquenes</b>	3,23 ± 0,05	3,92 ± 0,20	212,99 ± 32,79	1852,39 ± 268,30	2786,67 ± 183,39
<b>Huerta de Maule</b>	3,02 ± 0,10	4,80 ± 0,14	237,79 ± 12,23	2577,53 ± 205,25	3905,00 ± 516,19
<b>Loncomilla</b>	3,10 ± 0,04	3,77 ± 0,04	204,27 ± 14,13	2374,38 ± 693,59	2995,00 ± 1675,84
<b>Melozal</b>	2,95 ± 0,14	4,80 ± 0,14	169,50 ± 46,03	1841,96 ± 342,85	2792,50 ± 548,35
<b>Sauzal</b>	3,12 ± 0,13	4,41 ± 0,13	141,60 ± 29,97	1585,35 ± 419,46	2440,00 ± 169,71
<b>X localidades</b>	3,12 ± 0,12	4,27 ± 0,46	198,36 ± 36,11	2092,18 ± 385,95	3004,86 ± 496,62

Promedios ± desviación estándar. Valores sin desviación estándar representan solo una medición. (1) Expresado en g·L<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. (2) Expresado en mg·L<sup>-1</sup> de Malvidina. (3) Expresado en mg·L<sup>-1</sup> de ác. Gálico. (4) Expresado en mg·L<sup>-1</sup> de Catequinas.

Cuadro 3. Análisis químicos y polifenólicos de los vinos del año 2014.

Zona	pH	Acidez titulable <sup>(1)</sup>	Antocianos totales <sup>(2)</sup>	Fenoles totales <sup>(3)</sup>	Taninos totales <sup>(4)</sup>
<b>Caliboro</b>	3,28	3,72	471,60	2748,80	3180,00
<b>Cauquenes</b>	3,11 ± 0,16	3,95 ± 0,40	413,12 ± 68,50	1948,38 ± 371,98	2085,00 ± 469,79
<b>Huerta de Maule</b>	3,02	4,61	363,73	2049,86	2120,00
<b>Loncomilla</b>	3,15 ± 0,10	3,92 ± 0,00	432,59 ± 72,05	2173,61 ± 412,46	2535,00 ± 360,62
<b>Melozal</b>	2,88 ± 0,14	5,37 ± 0,51	336,85 ± 93,49	1787,51 ± 255,84	2102,50 ± 441,47
<b>Sauzal</b>	3,09	8,13	457,50	2003,92	2550,00
<b>X localidades</b>	3,09 ± 0,14	4,95 ± 1,67	412,57 ± 52,96	2118,68 ± 333,66	2428,75 ± 426,68

Promedios ± desviación estándar. Valores sin desviación estándar representan solo una medición. (1) Expresado en g·L<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. (2) Expresado en mg·L<sup>-1</sup> de Malvidina. (3) Expresado en mg·L<sup>-1</sup> de ác. Gálico. (4) Expresado en mg·L<sup>-1</sup> de Catequinas.



Cuadro 4. Porcentaje de variación de variables químicas y polifenólicas entre los vinos de los años 2012 y 2014.

Zona	pH	Acidez titulable	Antocianos totales	Fenoles totales	Taninos totales
Caliboro	[3%]	5%	[52%]	[16%]	[2%]
Cauquenes	4%	[1%]	[48%]	[5%]	34%
Huerta de Maule	0%	4%	[35%]	26%	84%
Loncomilla	[2%]	[4%]	[53%]	9%	18%
Melozal	3%	[11%]	[50%]	3%	33%
Sauzal	5%	[46%]	[69%]	[21%]	[4%]

[ ]: los valores entre paréntesis indican una disminución de los valores de las muestras 2012 en relación a las 2014. Valores sin paréntesis implican un aumento de éstos.

**Determinación del pH.** Según Sierra et al. (2007) el valor del pH de los vinos se encuentra entre los 2,8 y 3,8 estando los valores obtenidos en los vinos de las distintas zonas dentro de este rango. Para los vinos del año 2012 los valores más altos de pH corresponden a la zona de Cauquenes con un valor promedio de  $3,23 \pm 0,05$ , mientras que para el año 2014 el valor más alto corresponde a la zona de Caliboro siendo éste de 3,28. En cuanto al valor más bajo de pH coincide en la zona de Melozal con valores de promedio de  $2,95 \pm 0,14$  para el año 2012 y de  $2,88 \pm 0,14$  para el año 2014. Si bien hubo variaciones en los valores de pH entre un año y otro, estas no superan ni disminuyen más allá del 5% tal como se observa en el Cuadro 4.

**Determinación de Acidez de Titulación.** Zoecklein et al. (2001) señalan que el rango de acidez de titulación para vinos va desde 2,61 a 9,8 expresado en  $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Para el año 2012 los valores más altos de acidez titulable coinciden en las zonas de Huerta de Maule y Melozal, ambas con valor promedio de  $4,80 \pm 0,14 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  mientras que para el año 2014 el valor más alto corresponde a la zona de Sauzal con  $8,13 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  cabe destacar que el valor de esta zona para el año 2012 disminuyó en un 46% con respecto del valor obtenido el 2014. Para el año 2012 el valor promedio más bajo corresponde a la zona de Loncomilla con  $3,77 \pm 0,04 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  mientras que para el año 2014 el valor más bajo pertenece a la zona de Caliboro  $3,72 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

**Determinación de Antocianos totales.** Según Zamora (2003) las concentraciones normales esperadas en un vino tinto van desde los 200 hasta los  $1.200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de malvidina situación que no se cumple en los valores del año 2012 para las localidades de Melozal y Sauzal tal como se indica en el Cuadro 2. Para el año 2012 el valor promedio más alto corresponde a la zona de Huerta de Maule con  $237,79 \pm 12,23 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de malvidina mientras que para el año 2014 el valor más alto corresponde a la zona de Caliboro con  $471,60 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de malvidina observándose una disminución de un 52% de este valor para el año 2012. En el caso de los valores más bajos se observa que para el año 2012 la zona de Sauzal presenta  $141,60 \pm 29,97 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de malvidina, mientras que para el año 2014 el valor promedio más bajo se encuentra en la zona de Melozal con  $336,85 \pm 93,49 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de malvidina. Cabe destacar que tanto el valor máximo como el mínimo observado en el año

2014 presentan una disminución del 52% y 53% respectivamente en sus valores presentes en los vinos analizados del año 2012.

**Determinación de Fenoles totales.** Rebolo (2007) señala en su estudio que la concentración total de compuestos polifenólicos en el vino varía entre 1800 y 4060  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  equivalentes en ácido gálico, con un promedio de 2570  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  para vino tinto. Para el año 2012 el valor promedio más alto corresponde a la zona de Huerta de Maule con  $2577,53 \pm 205,25$   $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de ác. gálico mientras que para el año 2014 el valor más alto corresponde a la zona de Caliboro con 2748,80  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de ác. gálico. Para el año 2012 el valor promedio más bajo se observa en la zona de Sauzal con  $1585,35 \pm 419,46$   $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de ác. gálico mientras que para el año 2014 el valor promedio más bajo se observa en la zona de Melozal con  $1787,51 \pm 255,84$ . Las variaciones de mayor magnitud en esta variable se observan en los resultados del año 2012 en la zona de Huerta de Maule aumentando en un 26% y en la zona de Sauzal disminuyendo en un 21%, ambas con respecto a su contraparte del año 2014 (Cuadro 4).

**Determinación de Taninos totales.** Zamora (2003) señala que el rango frecuente de concentraciones de taninos está entre 1000 y 5000 expresados en  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de Catequinas. Para el año 2012 el valor promedio más alto corresponde a la zona de Huerta de Maule con  $3905,00 \pm 516,19$   $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de catequinas presentando un aumento del 84% del valor de la zona con respecto al valor del año 2014, mientras que para este año el valor más alto corresponde a la zona de Caliboro con 3180,00  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de catequinas. Para el año 2012 el valor promedio más bajo corresponde a la zona de Sauzal con  $2440,00 \pm 169,71$   $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de catequinas mientras que para el año 2014 el valor promedio más bajo corresponde a la zona de Cauquenes con  $2085,00 \pm 469,79$   $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  de catequinas. Cabe destacar que tal como se señala en el Cuadro 4, cuatro de las localidades evaluadas presentaron un aumento en sus valores del año 2012 con respecto a lo observado en el año 2014.

### Análisis de la caracterización química y polifenólica

La Figura 1 secciones A y B corresponde a un dendrograma obtenido a partir de un análisis de clúster jerárquico realizado a los resultados expuestos en los cuadros 2 y 3 con el propósito de caracterizar vinos producidos en las zonas evaluadas según la similitud de sus respuestas.

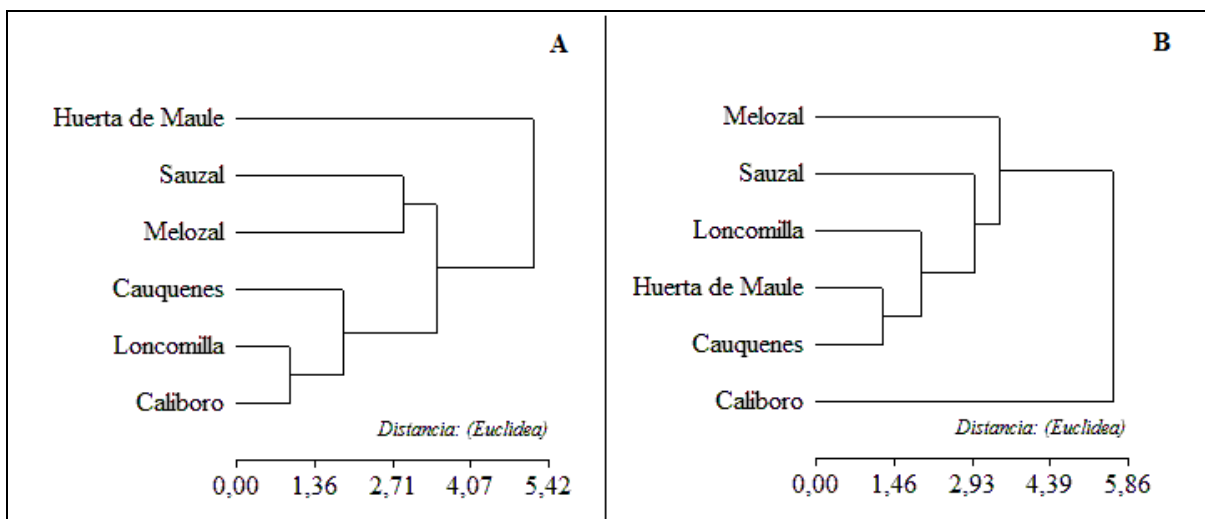


Figura 1. Dendrograma realizado a partir de los análisis químicos y polifenólicos según zona de procedencia. Sección A corresponde a los vinos del año 2012 y sección B a los vinos del año 2014.

Como se observa en la Figura 1 sección A, para los parámetros de pH, acidez titulable, antocianos totales, fenoles totales y taninos totales se logró identificar dos grandes grupos, por una parte, la asociación de las zonas de Sauzal con Melozal, y por otro lado la asociación Loncomilla con Caliboro, agregando a ellos la zona de Cauquenes con un menor grado de similitudes. Cabe destacar que el grupo de Loncomilla y Caliboro es el que presenta la menor distancia en el dendrograma en cuanto a sus similitudes, mientras que Huerta de Maule es la zona que presenta mayor distancia en cuanto a sus similitudes con respecto a las demás zonas evaluadas.

En la sección B, se logró identificar un gran grupo donde destaca la asociación de Huerta de Maule y Cauquenes ya que presentan la menor distancia en el dendrograma en cuanto a sus similitudes. Cabe destacar que Caliboro es la zona que presenta mayor distancia en cuanto a sus similitudes con respecto a las demás zonas evaluadas. Además, se observa que no hay una tendencia en la agrupación de las zonas al contrastar las secciones A y B de la Figura 1 las cuales pertenecen a los vinos evaluados de los años 2012 y 2014 respectivamente.

## Caracterización del Fraccionamiento de Flavanoles

En los cuadros 5 y 6 se indican los resultados para las diferentes fracciones en los vinos Carignan de los años 2012 y 2014, respectivamente ordenados por zona de procedencia. El Cuadro 7 expresa los cambios porcentuales de las variables medidas tomando como referencia los valores del año 2014.

Cuadro 5. Fraccionamiento de Flavanoles<sup>(1)</sup> realizado a los vinos del 2012.

Zona	Monómeros (FI)	Oligómeros (FII)	Polímeros (FIII)
<b>Caliboro</b>	15,62	61,88	667,18
<b>Cauquenes</b>	6,54 ± 2,59	23,88 ± 7,18	367,88 ± 73,29
<b>Huerta de Maule</b>	8,86 ± 1,61	64,45 ± 2,24	881,03 ± 366,60
<b>Loncomilla</b>	9,07 ± 9,62	52,88 ± 33,89	812,55 ± 555,75
<b>Melozal</b>	7,88 ± 2,72	23,24 ± 9,77	497,42 ± 289,25
<b>Sauzal</b>	3,73 ± 2,71	29,52 ± 16,43	367,69 ± 64,15
<b><math>\bar{X}</math> localidades</b>	8,62 ± 3,95	39,39 ± 16,84	598,96 ± 222,27

Promedios ± desviación estándar. Valores sin desviación estándar representan solo una medición. (1) Expresado en mg·mL<sup>-1</sup> de (+)-catequina.

Cuadro 6. Fraccionamiento de Flavanoles<sup>(1)</sup> realizado a los vinos del 2014.

Zona	Monómeros (FI)	Oligómeros (FII)	Polímeros (FIII)
<b>Caliboro</b>	8,64	81,37	214,29
<b>Cauquenes</b>	6,65 ± 1,22	21,26 ± 17,56	337,37 ± 197,73
<b>Huerta de Maule</b>	6,99	13,12	249,73
<b>Loncomilla</b>	8,12 ± 9,62	62,70 ± 29,33	752,48 ± 98,04
<b>Melozal</b>	7,23 ± 2,72	39,60 ± 15,98	358,61 ± 260,50
<b>Sauzal</b>	13,26	67,03	663,45
<b><math>\bar{X}</math> localidades</b>	8,48 ± 2,46	47,51 ± 27,17	429,32 ± 224,14

Promedios ± desviación estándar. Valores sin desviación estándar representan solo una medición. (1) Expresado en mg·mL<sup>-1</sup> de (+)-catequina.

Cuadro 7. Porcentaje de variación de las fracciones de flavanoles entre los vinos de los años 2012 y 2014.

Zona	FI	FII	FIII
<b>Caliboro</b>	81%	[48%]	211%
<b>Cauquenes</b>	[2%]	12%	9%
<b>Huerta de Maule</b>	27%	391%	253%
<b>Loncomilla</b>	12%	[16%]	8%
<b>Melozal</b>	9%	[41%]	39%
<b>Sauzal</b>	[72%]	[56%]	[45%]

[ ]: los valores entre paréntesis indican una disminución de los valores de las muestras 2012 en relación a las 2014. Valores sin paréntesis implican un aumento de éstos.

Como se observa en los cuadros 5 y 6 los valores más altos obtenidos en la FI corresponden a la zona de Caliboro con 15,62 mg·mL<sup>-1</sup> de (+)-catequina para el año 2012 y a la zona de Sauzal con 13,26 mg·mL<sup>-1</sup> de (+)-catequina para el año 2014. Cabe destacar que a esta zona corresponde el valor promedio más bajo 3,73 ± 2,71 mg·mL<sup>-1</sup> de (+)-catequina para el año 2012, mientras que para el año 2014 el valor promedio más bajo de esta fracción corresponde a la zona de Cauquenes con 6,65 ± 1,22 mg·mL<sup>-1</sup> de (+)-catequina. Además,

tal como señala el Cuadro 7 se puede observar un incremento del 81% del valor de la zona de Caliboro y una disminución del 72% del valor de la zona de Sauzal en los datos del año 2012 con respecto del año 2014.

Los valores más altos de la FII correspondieron a las zonas de Huerta de Maule con  $64,45 \pm 2,24 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  de (+)-catequina para el año 2012 y Caliboro con  $81,37 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  de (+)-catequina para el año 2014. El valor más bajo de esta fracción para el año 2012 corresponde a la zona de Melozal con  $23,24 \pm 9,77 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  de (+)-catequina y para el año 2014 a la zona de Huerta de Maule con  $13,12 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  de (+)-catequina. En esta fracción se observó una disminución en cuatro de las localidades analizadas tal como señala el Cuadro 7. Sin embargo, destaca el valor de la zona de Huerta de Maule del año 2012 el que logró aumentar casi cinco veces el valor obtenido en el año 2014.

En cuanto a la FIII tal como sucedió con la FII el valor promedio más alto para el año 2012 corresponde a la zona de Huerta de Maule con  $881,03 \pm 366,60 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  de (+)-catequina, no así para el año 2014 donde el valor promedio más alto corresponde a la zona de Loncomilla con  $752,48 \pm 98,04 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  de (+)-catequina. El valor más bajo de esta fracción para el año 2012 corresponde a las zonas de Cauquenes con  $367,88 \pm 73,29$  y Sauzal con  $367,69 \pm 64,15$  expresados en  $\text{mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  de (+)-catequina, mientras que para el año 2014 el valor más bajo para FII corresponde a la zona de Caliboro con  $214,29 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$  de (+)-catequina. En el Cuadro 7 se puede observar que la tendencia fue el aumento del valor del año 2012 con respecto al año 2014, alcanzándose hasta un poco más de tres veces el valor en las zonas de Caliboro y Huerta de Maule, mientras que la única zona que presentó una disminución de un 45% del valor fue Sauzal.

Para ambos años la fracción con mayor concentración correspondió a la polimérica, seguida de la oligomérica y monomérica, coincidiendo con lo observado por Monagas et al. (2003).

### Análisis de la caracterización del Fraccionamiento de Flavanoles

La Figura 2 sección A y B corresponde a un dendrograma obtenido a partir de un análisis de clúster jerárquico realizado a los resultados expuestos en los cuadros 5 y 6 con el propósito de caracterizar vinos producidos en las zonas evaluadas según la similitud de sus respuestas.

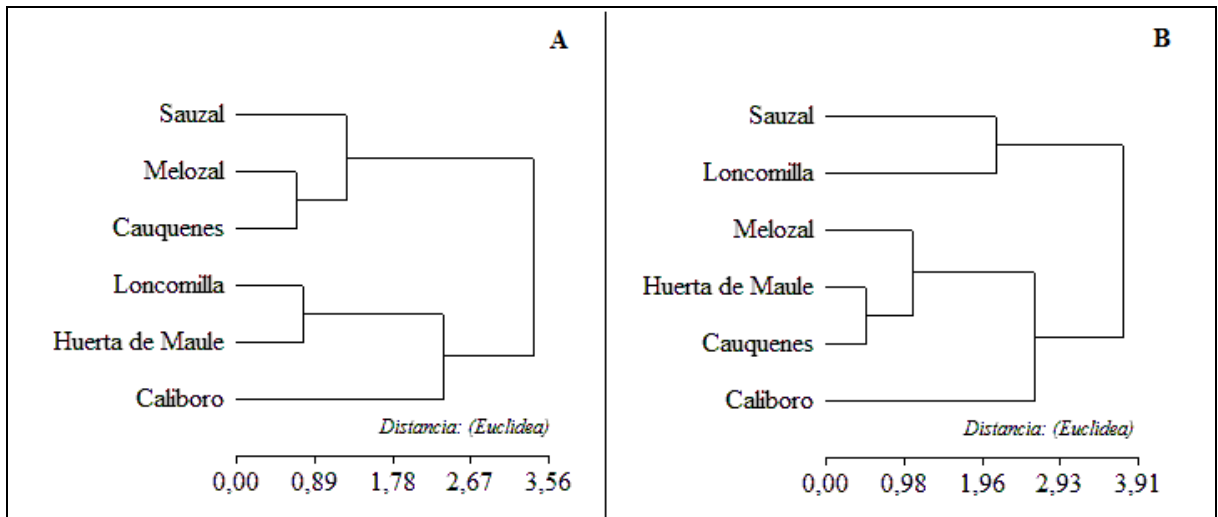


Figura 2. Dendrograma realizado a partir del fraccionamiento de polifenoles según zona de procedencia. Sección A corresponde a los vinos del año 2012 y sección B a los vinos del año 2014.

Como se observa en la Figura 2 sección A se pueden identificar dos grandes grupos, por una parte, la asociación de las zonas de Melozal con Cauquenes, agregando a ellos la zona de Sauzal con un menor grado de similitud, y por otro lado la asociación Loncomilla con Huerta de Maule, agregando a ellos la zona de Caliboro con un menor grado de similitud. Cabe destacar que el grupo de Melozal y Cauquenes es el que presenta la menor distancia en el dendrograma en cuanto a sus similitudes.

En la sección B se pueden identificar dos grandes grupos, por una parte, la asociación de las zonas de Sauzal con Loncomilla y por otro lado la asociación Huerta de Maule con Cauquenes, agregando a ellos la zona de Melozal y luego la de zona de Caliboro, cada una con un menor grado de similitud que la anterior. Cabe destacar que el grupo de huerta de Maule y Cauquenes es el que presenta la menor distancia en el dendrograma en cuanto a sus similitudes. Además, tal como se observa en la Figura 1 sección B existe una tendencia de la asociación entre las zonas de Huerta de Maule y Cauquenes.

### Caracterización de los fenoles de bajo peso molecular

En los cuadros 8 y 9 se indican los resultados de la determinación de fenoles de bajo peso molecular realizada a los vinos Carignan del año 2012 y 2014 respectivamente ordenados por zona de procedencia.

Cuadro 8. Determinación de fenoles de bajo peso molecular de los vinos del 2012.

	Caliboro	Cauquenes	H. de Maule	Loncomilla	Melozal	Sauzal
<b>Ácidos Benzoicos(1)</b>						
Ácido Gálico	31,88	18,95 ± 6,12	42,59 ± 1,40	35,61 ± 22,54	25,62 ± 12,05	19,30 ± 7,11
Ácido Protocatequico	2,15	2,34 ± 0,59	2,00 ± 0,30	1,88 ± 0,45	2,28 ± 0,52	2,03 ± 0,20
Ácido Vainillinico	1,29	1,70 ± 0,06	1,59 ± 0,07	1,56 ± 0,26	1,64 ± 0,18	1,58 ± 0,38
Ácido Sirínigico	2,49	3,41 ± 1,24	3,17 ± 0,71	3,69 ± 2,33	3,69 ± 0,62	3,21 ± 0,91
<i>Total Ácidos Benzoicos</i>	<b>37,73</b>	<b>26,41</b>	<b>49,34</b>	<b>42,97</b>	<b>33,22</b>	<b>26,12</b>
<b>Ácidos Cinámicos(1)</b>						
Ácido Cutárico	12,09	5,88 ± 3,36	7,96 ± 2,38	7,63 ± 5,86	9,16 ± 0,31	11,84
Ácido Caftárico	7,63	4,83 ± 2,50	8,71 ± 0,83	8,05 ± 3,61	7,09 ± 1,70	6,90
Ácido Cafeico	2,86	2,22 ± 0,89	2,91 ± 0,72	3,44 ± 1,04	1,40 ± 0,99	1,98 ± 0,52
<i>Total Ácidos Cinámicos</i>	<b>22,58</b>	<b>12,93</b>	<b>19,58</b>	<b>19,11</b>	<b>17,65</b>	<b>20,72</b>
<b>Estilbenos(1)</b>						
Glicósido de cis Resveratrol	1,50	0,96 ± 0,15	0,86 ± 0,45	1,41 ± 0,05	0,71 ± 0,14	0,51 ± 0,02
<b>Flavanoles(1)</b>						
Procianidina B3	4,51	2,51 ± 0,77	3,57 ± 0,72	4,00 ± 0,12	2,25 ± 0,94	2,32 ± 0,54
(+) catequina	18,62	6,96 ± 2,09	13,96 ± 1,14	19,81	10,34 ± 5,48	7,18 ± 3,41
<i>Total Flavanoles</i>	<b>23,13</b>	<b>9,47</b>	<b>17,53</b>	<b>23,81</b>	<b>12,60</b>	<b>9,50</b>
<b>Flavonoles(1)</b>						
Flavonoles	24,27	23,88 ± 7,41	30,30 ± 11,98	35,73 ± 7,58	22,73 ± 3,71	24,19 ± 3,42
Quercetina	12,35	15,61 ± 4,73	11,38 ± 2,10	12,03 ± 1,94	11,97 ± 4,92	18,24
<i>Total Flavonoles</i>	<b>36,62</b>	<b>39,48</b>	<b>41,68</b>	<b>47,76</b>	<b>34,70</b>	<b>42,43</b>

Promedios ± desviación estándar. Valores sin desviación estándar representan solo una medición. Valores en negrita representan la suma total por zona. (1) Expresado en mg·L<sup>-1</sup>.

En el Cuadro 8 se puede observar que la zona de Caliboro presenta la mayor concentración de ácidos cinámicos y estilbenos y que la zona de Loncomilla presenta la mayor concentración de flavanoles y flavonoles, mientras que la zona de Cauquenes presenta la menor concentración de ácidos cinámicos y flavanoles y la zona de Sauzal presenta la menor concentración de ácidos benzoicos y estilbenos.

Cuadro 9. Determinación de fenoles de bajo peso molecular de los vinos del 2014.

	Caliboro	Cauquenes	H. de Maule	Loncomilla	Melozal	Sauzal
<b>Ácidos Benzoicos(1)</b>						
Ácido Gálico	18,06	12,93 ± 6,18	-	14,43 ± 0,13	12,22 ± 10,72	16,97
Ácido Protocatequico	1,55	1,53 ± 0,56	1,33	1,25 ± 0,30	1,22 ± 0,30	1,72
Ácido Vainillínico	1,25	1,66 ± 0,53	1,35	1,39 ± 0,16	1,28 ± 0,06	1,60
Ácido Siríngico	2,22	3,78 ± 2,15	3,24	3,57 ± 1,40	2,49 ± 0,57	3,05
<i>Total Ácidos Benzoicos</i>	<b>23,08</b>	<b>19,90</b>	<b>5,92</b>	<b>20,64</b>	<b>17,22</b>	<b>23,34</b>
<b>Ácidos Cinámicos(1)</b>						
Ácido Cutárico	9,69	5,84 ± 1,37	5,20	7,29 ± 5,35	8,13	12,44
Ácido Caftárico	6,92	4,59 ± 2,31	-	7,59	4,77 ± 2,77	7,34
Ácido Cafeico	2,36	1,80 ± 1,18	2,36	1,66	1,03 ± 0,48	5,58
<i>Total Ácidos Cinámicos</i>	<b>18,97</b>	<b>12,22</b>	<b>7,56</b>	<b>16,54</b>	<b>13,92</b>	<b>25,36</b>
<b>Estilbenos(1)</b>						
Glicósido de cis Resveratrol	1,01	1,15 ± 0,28	0,51	1,80 ± 0,55	0,55 ± 0,06	0,94
<b>Flavanoles(1)</b>						
Procianidina B3	4,25	3,02 ± 1,57	2,74	4,50 ± 0,08	1,91 ± 0,21	2,61
(+) catequina	12,04	6,68 ± 2,34	8,29	11,36 ± 4,89	6,20 ± 1,34	9,32
<i>Total Flavanoles</i>	<b>16,29</b>	<b>9,70</b>	<b>11,03</b>	<b>15,86</b>	<b>8,11</b>	<b>11,93</b>
<b>Flavonoles(1)</b>						
Flavonoles	32,12	28,13 ± 10,36	31,65	36,23 ± 14,96	16,9 ± 10,14	33,91
Quercetina	9,51	11,96 ± 2,08	9,13	9,35 ± 4,89	8,74 ± 3,04	13,89
<i>Total Flavonoles</i>	<b>41,63</b>	<b>40,08</b>	<b>40,78</b>	<b>45,58</b>	<b>25,64</b>	<b>47,80</b>

Promedios ± desviación estándar. Valores sin desviación estándar representan solo una medición. Valores en negrita representan la suma total por zona. (1) Expresado en mg·L<sup>-1</sup>.

En el Cuadro 9 destaca la zona de Sauzal por presentar la mayor concentración de ácidos benzoicos, ácidos cinámicos y flavonoles, mientras que la zona de Huerta de Maule presenta la menor concentración de ácidos benzoicos, ácidos cinámicos y estilbenos. Por último, la zona de Melozal es la que presenta la menor concentración de flavanoles y flavonoles.



### Análisis de la caracterización de los fenoles de bajo peso molecular

La Figura 3 sección A y B corresponde a un dendrograma obtenido a partir de un análisis de clúster jerárquico realizado a los resultados expuestos en los cuadros 8 y 9 con el propósito de caracterizar vinos producidos en las zonas evaluadas según la similitud de sus respuestas.

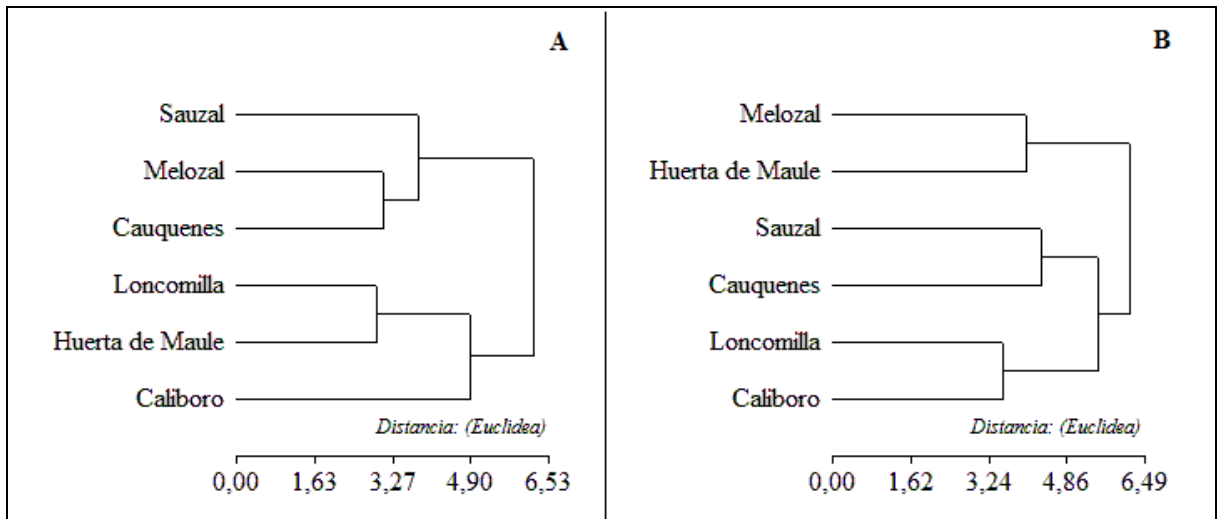


Figura 3. Dendrograma realizado a partir de los fenoles de bajo peso molecular según zona de procedencia. Sección A corresponde a los vinos del año 2012 y sección B a los vinos del año 2014.

Como se observa en la Figura 3 sección A se pueden identificar dos grandes grupos, por una parte, la asociación de las zonas de Melozal con Cauquenes, agregando a ellos la zona de Sauzal con un menor grado de similitudes, y por otro lado la asociación Loncomilla con Huerta de Maule, agregando a ellos la zona de Caliboro con un menor grado de similitudes. Cabe destacar que el grupo de Melozal y Cauquenes es el que presenta la menor distancia en el dendrograma en cuanto a sus similitudes. Además, al igual que en la Figura 2 sección A, hay una tendencia en cómo se agrupan las zonas evaluadas.

En la sección B se logró identificar la asociación de las zonas de Sauzal con Cauquenes y Loncomilla con Caliboro, ambos grupos además relacionados con un grado de similitud de menor intensidad y Melozal con Huerta de Maule como un grupo independiente. Cabe destacar que el grupo de Loncomilla y Caliboro es el que presenta la menor distancia en el dendrograma en cuanto a sus similitudes. No se observa tendencia en la agrupación de las zonas con respecto al dendrograma de fenoles de bajo peso molecular realizados a los vinos del año 2012 (Figura 3 sección A) ni para los otros dendrogramas hechos para los análisis realizados a los vinos del año 2014 (figuras 1 sección B y 2 sección B).

## Análisis sensorial

### Análisis descriptivo

Se realizaron análisis descriptivos para los años 2012 y 2014 donde se evaluaron las características sensoriales intensidad colorante, acidez, astringencia, persistencia y cuerpo, obtenidas previamente del *focus group*. Tras realizar un análisis de varianza a los resultados (Apéndice 1 cuadros 1.1 y 1.2) se observó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los vinos evaluados, indicando que para el análisis descriptivo el factor localidad no influencia los atributos más distintivos identificados durante el entrenamiento de los evaluadores.

### Sorting Task

Se realizó un *sorting task* a los vinos de los años 2012 y 2014, para procesar los resultados se realizó una tabla de contingencia la cual arrojó los descriptores señalados en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Descriptores empleados por los evaluadores en el desarrollo del *sorting task*.

Descriptores (2012)	Descriptores (2014)
• Acidez media	• Acidez media
• Acidez alta	• Acidez alta
• Astringencia media	• Astringencia media
• Astringencia alta	• Astringencia alta
• Amargor alto	• Amargor bajo
• Persistencia larga	• Amargor medio
• Frutos rojos	• Amargor alto
• Madera	• Frutos rojos
	• Madera

Los descriptores que figuran en el Cuadro 10 caracterizan los diversos dendrogramas que se muestran a continuación en las figuras 4 y 5. Los resultados del *sorting task* fueron interpretados mediante un escalamiento multidimensional y un análisis de clúster. En este caso los vinos se trataron de forma individual debido a la naturaleza de los datos, ya que al ser estas variables cualitativas no podían ser promediados para expresarse por zona de procedencia.

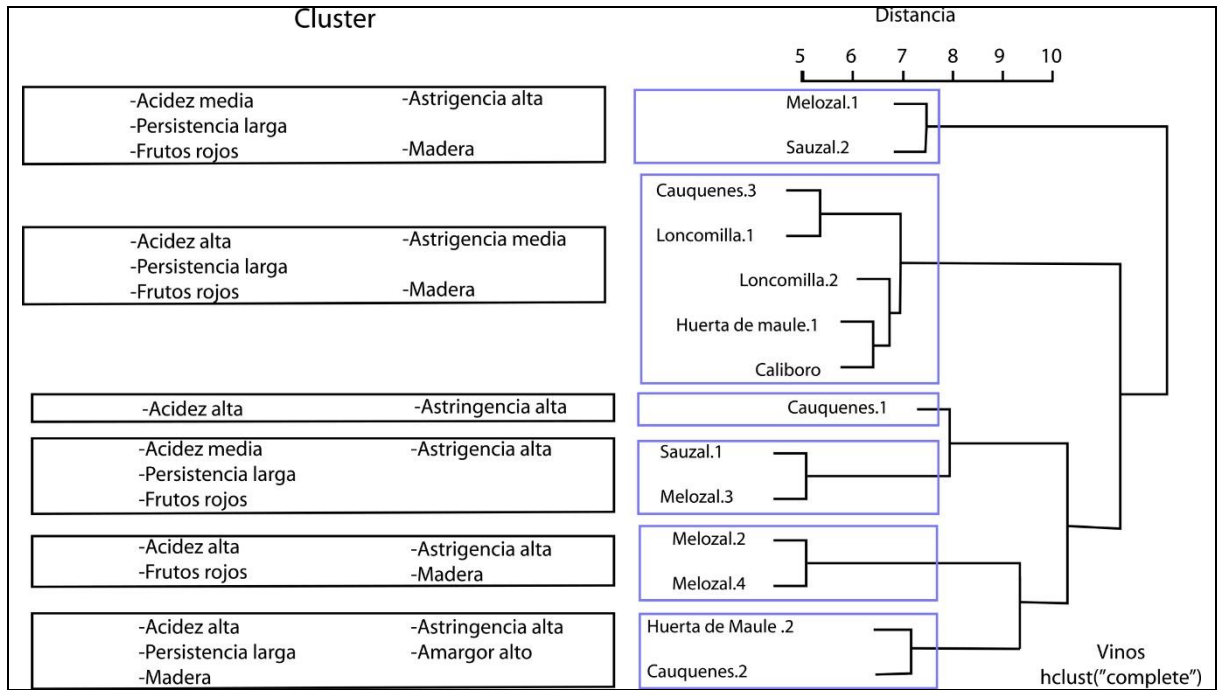


Figura 4. Dendrograma realizado a partir del escalamiento multidimensional de los vinos 2012.

En la Figura 4 se observa que los grupos obtenidos por los vinos provenientes Melozal y Sauzal en general comparten los descriptores “astringencia alta” y “frutos rojos” caracterizando los vinos provenientes de estas zonas, además se puede apreciar que los vinos Melozal 1, Melozal 3, Sauzal 1 y Sauzal 2 comparten 4 de los, confirmando que los vinos provenientes de estas zonas poseen características similares, es decir forman parte de una tipicidad de la variedad.

Con respecto a Cauquenes 1 y el grupo de Huerta de Maule 2 con Cauquenes 2 se observa que comparten los descriptores “acidez alta” y “astringencia alta” lo cual podría establecer que forman parte de otra tipicidad de la variedad.

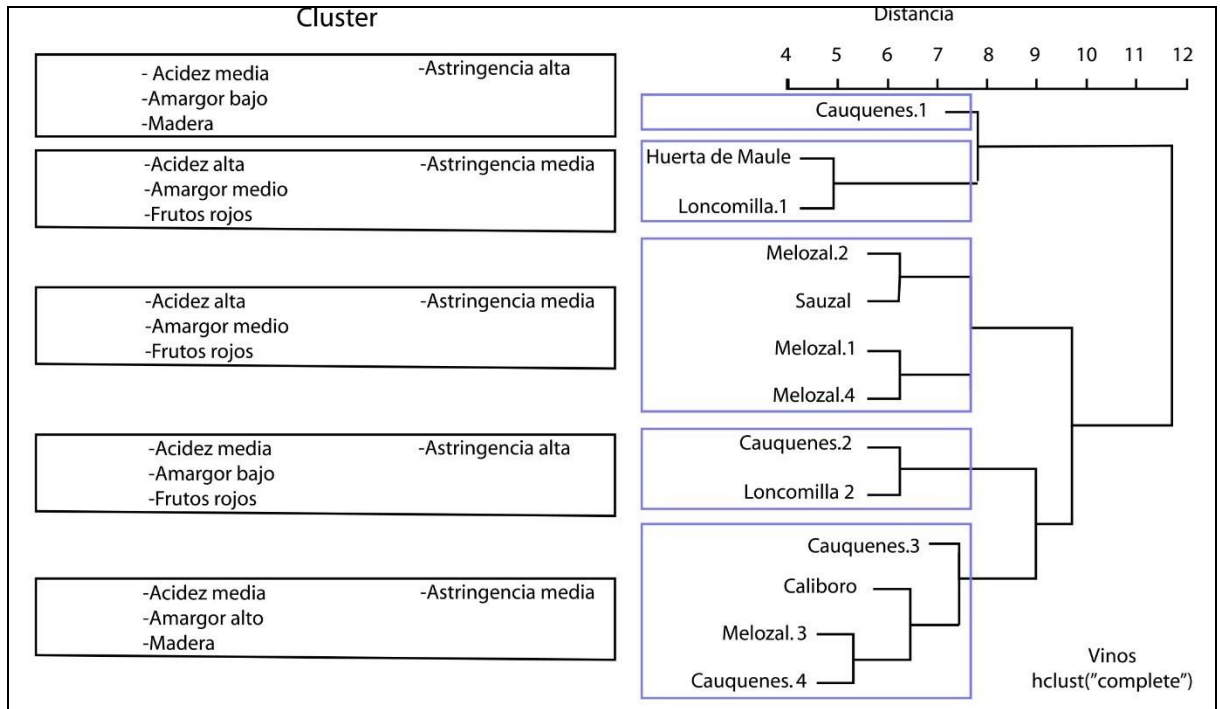


Figura 5. Dendrograma realizado a partir del escalamiento multidimensional de los vinos 2014.

Con respecto al *sorting task* realizado a los vinos 2014 se puede observar en la Figura 5 que nuevamente los vinos producidos en las zonas de Sauzal y Melozal quedan emparentados, esta vez dentro del mismo grupo, representando así otra tipicidad de la variedad, al igual que los vinos provenientes de Cauquenes y Loncomilla, compartiendo Cauquenes 1 y el grupo de Cauquenes 2 con Loncomilla 2 al menos 3 descriptores de los 4 empleados por los evaluadores.

Tras observar el análisis descriptivo y analizar la información obtenida a partir de los dos *sorting task* realizados, se destaca el uso de las categorías acidez, astringencia y persistencia por parte de los evaluadores, agregando a éstas, categorías como amargor y aromas representados por frutos rojos y madera.

Además, se puede observar en las figuras 4 y 5 que tal como lo ocurrido en los análisis químicos, nuevamente se ve mayor similitud entre los vinos provenientes de las zonas de Sauzal y Melozal, esta vez en sus características sensoriales.

## Caracterización climática

Se realizó una caracterización climática de las zonas evaluadas en este estudio a modo de referenciar los parámetros de precipitación y temperatura, con el objetivo de contextualizar el comportamiento las respuestas obtenidas en los análisis de clúster jerárquicos.

### Precipitación

Tras analizar la información obtenida de las estaciones meteorológicas de Cauquenes y Sauzal a través del portal Agromet (2012), se realizó una caracterización en base a las zonas de influencia de ambas estaciones, las cuales se agruparon las zonas de Cauquenes y Caliboro en la Estación Cauquenes y las zonas de Huerta de Maule, Loncomilla, Melozal y Sauzal en la Estación Sauzal. El análisis se realizó con durante el periodo de brotación hasta cosecha.

Cuadro 11. Precipitación media mensual correspondiente al periodo 2011 - 2012.

	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	APORTE
<b>Cauquenes</b>	28,5	5,0	11,2	0,0	5,4	34,4	0,3	0,0	84,8
<b>Sauzal</b>	6,6	1,5	6,8	0,0	0,4	37,2	0,2	0,6	53,3

Expresado en mm.

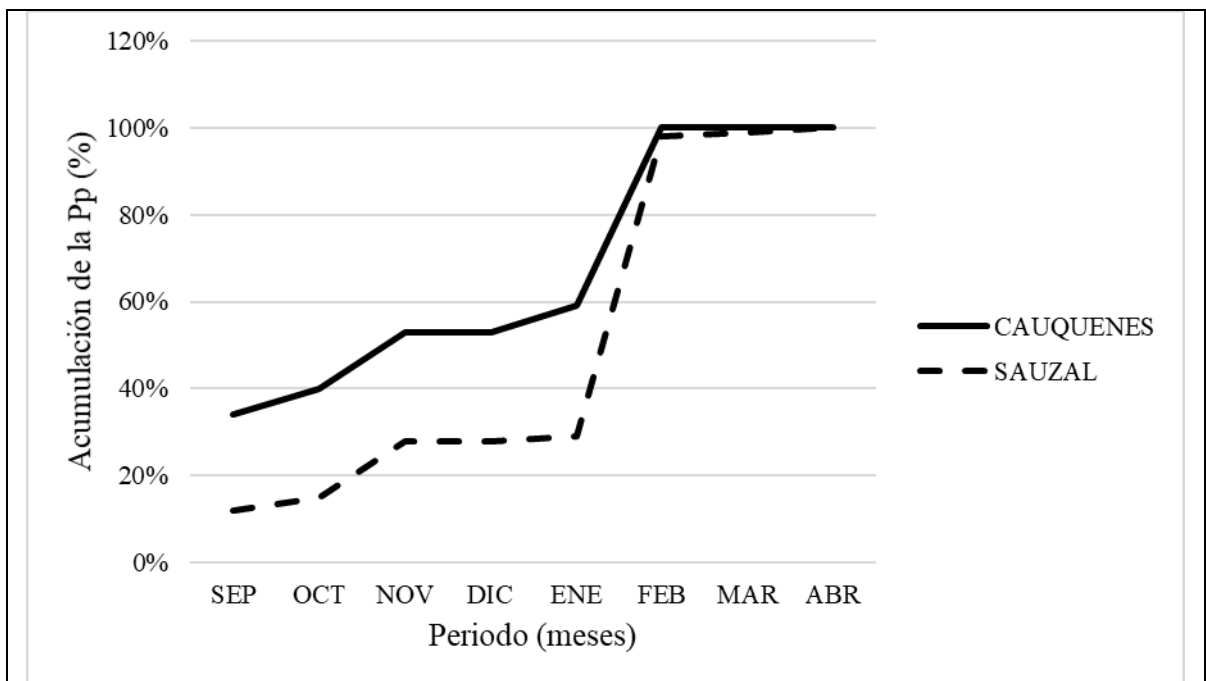


Figura 6. Diagrama de acumulación de la precipitación relativa para el periodo 2011 - 2012.

Como se puede observar en la Figura 6 en el periodo 2011 - 2012 la zona de Cauquenes alcanzó el 50% del aporte de la precipitación de la temporada en el mes de noviembre, mientras que la zona de Sauzal alcanza ese mismo porcentaje de aporte en el mes de febrero, esto implica un desfase de 3 meses en la condición hídrica más favorable a la zona de Cauquenes que a la zona de Sauzal. Sin embargo, ambas zonas alcanzan el 100% del aporte de la precipitación el mes de febrero.

Cuadro 12. Precipitación media mensual correspondiente al periodo 2013 - 2014.

	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	APORTE
<b>Cauquenes</b>	19,1	29,3	0,6	0,0	4,5	6,2	11,1	14,9	85,7
<b>Sauzal</b>	4,0	26,1	0,2	0,0	3,2	3,0	15,6	20,7	72,8

Expresado en mm.

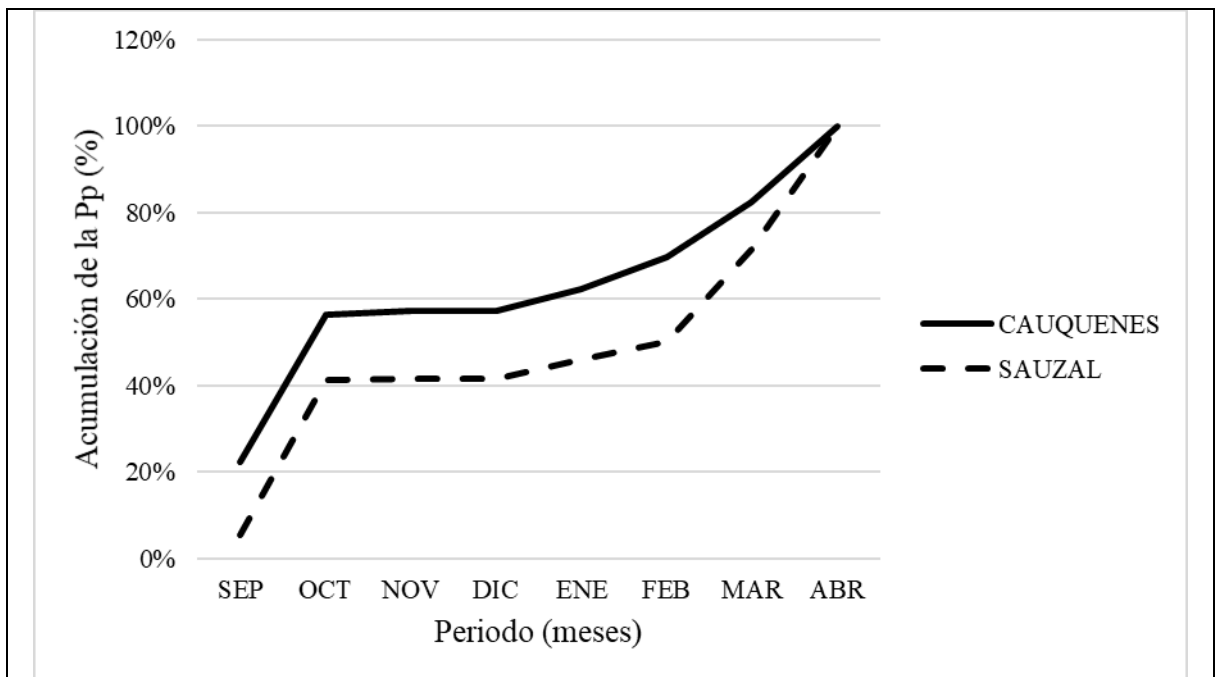


Figura 7. Diagrama de acumulación de la precipitación relativa para el periodo 2013 - 2014.

Como se puede observar en la Figura 7 en el periodo 2013 - 2014 la zona de Cauquenes alcanzó el 50% del aporte de la precipitación de la temporada en el mes de septiembre, mientras que la zona de Sauzal alcanza ese mismo porcentaje de aporte entre el mes de febrero, esto implica un desfase de 4 meses en la condición hídrica más favorable a la zona de Cauquenes que a la zona de Sauzal. Sin embargo, ambas zonas alcanzan el 100% del aporte de la precipitación el mes de abril.

En los cuadros 11 y 12 se observa que en las zonas de influencia de la estación Sauzal las precipitaciones en los periodos analizados fueron menores con respecto a las precipitaciones de las zonas de influencia de la estación Cauquenes, caracterizando de esta manera a las zonas Cauquenes y Caliboro como zonas más húmedas que las zonas de

Huerta de Maule, Loncomilla, Sauzal y Melozal. Además, destaca la simetría en el comportamiento de los datos según el año analizado.

Los montos registrados para el periodo 2011 – 2012 tanto para la zona de Cauquenes como para la de Sauzal alcanzaron respectivamente el 49% y el 25% de lo que precipita en el periodo durante un año normal, mientras que en el periodo 2013 – 2014 tanto para la zona de Cauquenes como para la de Sauzal alcanzaron respectivamente el 50% y el 34% de lo que precipita en el periodo durante un año normal. Por lo tanto, la condición de sequía puede explicar que no se observen diferencias en las zonas observadas, sin embargo, con respecto a la precipitación no se puede deducir una relación causa efecto debido a los bajos montos registrados en la temporada debido al periodo de sequía de la zona.

### Temperatura

Tras analizar la información obtenida de las estaciones meteorológicas de Cauquenes y Sauzal a través del portal Agromet (2012), se realizó una interpolación lineal de los datos en base a las zonas de influencia de ambas estaciones para un periodo de 5 años, desde el 2011 al 2015 (ver apéndices 2 y 3), para caracterizar las zonas en estudio.

**Temperatura media mínima.** La Figura 8 sección A y B se observa la caracterización de las temperaturas nocturnas para los periodos 2011 – 2012 y 2013 – 2014 respectivamente, mediante un dendrograma obtenido a partir de un análisis de clúster jerárquico realizado a los resultados expuestos en el Apéndice 2 cuadros del 2.1 al 2.5, con el propósito de caracterizar vinos producidos en las zonas evaluadas según la similitud de sus respuestas.

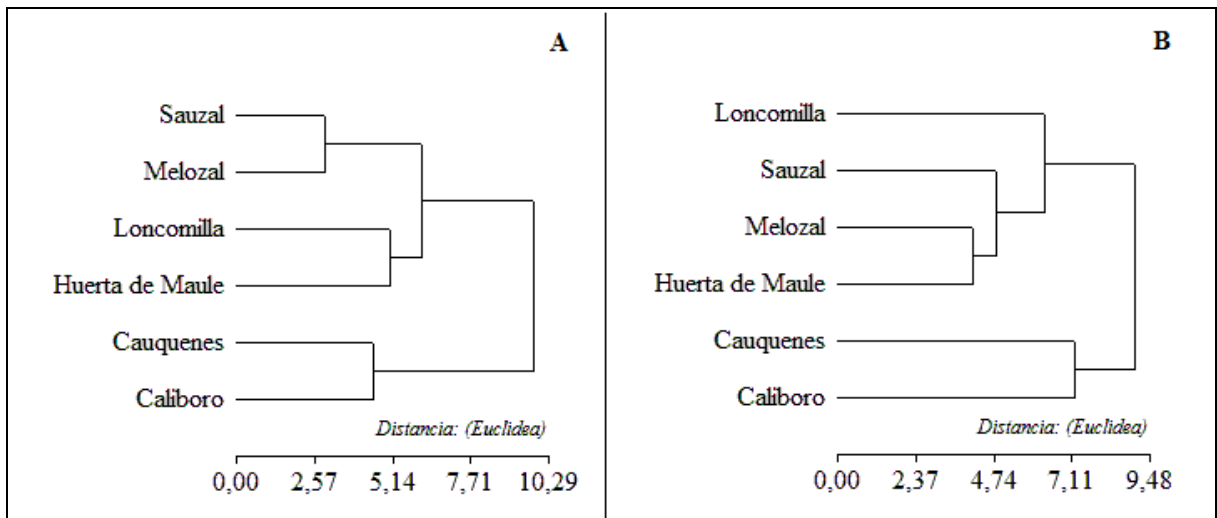


Figura 8. Dendrograma realizado a partir de las temperaturas medias mínimas mensuales según zona de procedencia. Sección A corresponde al periodo 2011 - 2012 y sección B al periodo 2013 - 2014.

En la Figura 8 sección A, correspondiente al periodo 2011 – 2012, se puede observar que existe una tendencia en la agrupación de las zonas de Sauzal y Melozal con respecto al dendrograma realizado para representar los parámetros de pH, acidez titulable, antocianos totales, taninos totales y fenoles totales para el año 2012 (Figura 1 sección A) y con la agrupación de las zonas de Loncomilla y Huerta de Maule con respecto a los dendrogramas realizados a los análisis de fraccionamiento de flavonoles y de fenoles de bajo peso molecular también del año 2012 (Figura 2 sección A y Figura 3 sección A).

Tras analizar la sección B correspondiente al periodo 2013 - 2014 en conjunto con las figuras 1, 2 y 3 secciones B se observa que sólo hay una tendencia en la agrupación de las zonas de Melozal y Huerta de Maule con el dendrograma realizado al análisis de fenoles de bajo peso molecular del año 2014 (Figura 3 sección B). Cabe mencionar que las temperaturas nocturnas durante el periodo de pinta a madurez son las responsables del desarrollo del color, los taninos, los aromas y la acidez.

**Temperatura media máxima.** La Figura 9 sección A y B se observa la caracterización de las temperaturas diurnas para los periodos 2011 – 2012 y 2013 – 2014 respectivamente, mediante un dendrograma obtenido a partir de un análisis de clúster jerárquico realizado a los resultados expuestos en el Apéndice 3 cuadros del 3.1 al 3.5, con el propósito de caracterizar vinos producidos en las zonas evaluadas según la similitud de sus respuestas.

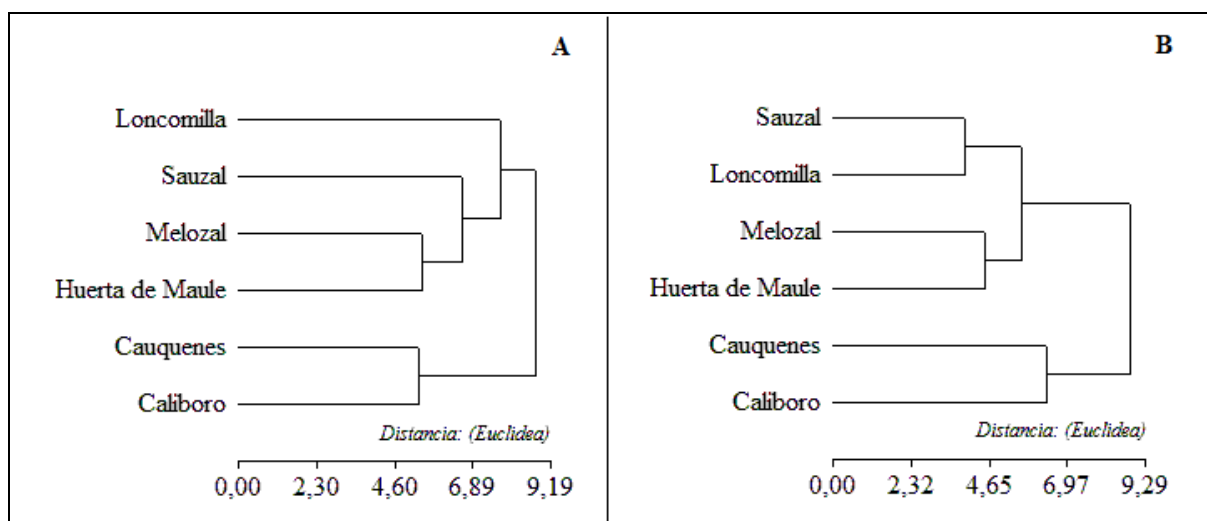


Figura 9. Dendrograma realizado a partir de las temperaturas medias máximas mensuales según zona de procedencia. Sección A corresponde al periodo 2011 - 2012 y sección B al periodo 2013 - 2014.

Tras analizar la Figura 9 sección A en conjunto con las figuras 1, 2 y 3 secciones A se observa que no hay una tendencia en la agrupación de las zonas. En la sección B se puede observar que existe una tendencia en la agrupación de las zonas de Sauzal y Loncomilla con respecto al dendrograma realizado para representar el análisis de fraccionamiento de flavonoles (Figura 2 sección B) y con la agrupación de las zonas de Melozal y Huerta de



Maule con respecto al dendrograma realizado al análisis de fenoles de bajo peso molecular (Figura 3 sección B).

Resumiendo, es posible señalar que en cuanto a la caracterización de la composición fenólica destaca la reiteración con la cual la zona de Sauzal tendió a disminuir sus valores del año 2012 con respecto a los obtenidos del 2014 para los parámetros de acidez de titulación, antocianos totales, fenoles totales, y en las fracciones poliméricas, oligoméricas y monoméricas. Además, esta zona fue la que presentó las menores concentraciones de ácidos benzoicos, estilbenos, flavanoles y flavonoles en el análisis de fenoles de bajo peso molecular realizado a los vinos envasados el año 2012, mientras que en los resultados del año 2014 Sauzal fue la zona con concentraciones más altas de ácidos benzoicos, ácidos cinámicos y flavonoles.

Por su parte, los vinos de Huerta de Maule destacaron por ser los que presentaron los valores más altos entre los vinos evaluados del año 2012 en los parámetros de acidez de titulación, antocianos totales, taninos totales, fenoles totales, la fracción oligomérica y la fracción polimérica.

En general se observó en el parámetro de pH que no hubo mayor variación entre las zonas del 2012 y el 2014; en antocianos totales hubo una fuerte tendencia a la disminución de este parámetro para las muestras envasadas el año 2012 con respecto a las del 2014 (alrededor del 51,17% promedio), mientras que con el parámetro de taninos totales pasó lo contrario, tendiendo a aumentar el valor del parámetro presentando un incremento promedio del 27,17%; en el caso de los fenoles totales no se vio mayor variación entre los años (disminución promedio del 0,67%) a pesar de la disminución ya mencionada de antocianos, esto se debe a que los vinos envasados el año 2012 presentaban mayor concentración de fenoles de bajo peso molecular en contraste de los envasados el año 2014; en cuanto a la fracción monomérica, no hubo una tendencia clara mientras que la fracción oligomérica tendieron a disminuir los valores del año 2012 con respecto a los del 2014 en las mismas zonas y en la fracción polimérica ocurrió la situación contraria.

De manera descriptiva a través de los múltiples análisis de clúster jerárquicos realizados, se observó que los vinos del año 2012 provenientes por un lado de las zonas de Cauquenes, Melozal y Sauzal y por otro de las zonas de Huerta de Maule y Loncomilla poseían respuestas similares entre sí, tanto en sus análisis químicos y en la caracterización climática realizada con las temperaturas medias máximas y medias mínimas de la zona, permitiendo caracterizarlas como grupos.

Los vinos provenientes de la vendimia del año 2014 presentaron respuestas de menor intensidad en contraste con los vinos provenientes de la vendimia del año 2012, siendo las zonas de Caliboro y Huerta de Maule caracterizadas como un grupo en cuanto a la similitud presente en los análisis de clúster de análisis químicos y polifenólicos con el fraccionamiento de polifenoles. Otras agrupaciones para los vinos correspondientes a este año fueron Huerta de Maule y Melozal al presentar respuestas similares tanto en el análisis de clúster de los fenoles de bajo peso molecular con los análisis a las temperaturas medias

mínimas y máximas, y los vinos provenientes de las zonas de Loncomilla y Sauzal debido a la respuesta del análisis de clúster de fraccionamiento de polifenoles y al análisis de las temperaturas mínimas y máximas.

Con respecto a las características sensoriales a través del *sorting task* se logró identificar para los vinos del año 2012 que los descriptores más recurrentes empleados por los evaluadores fueron acidez alta; astringencia alta; persistencia larga; frutos rojos y madera. En el caso de los vinos del año 2014 los descriptores más recurrentes empleados correspondieron a acidez media; astringencia media y frutos rojos, observándose una mayor homogeneidad en las características sensoriales en los vinos provenientes de las distintas localidades del año 2012.

Si bien el análisis descriptivo no presentó diferencias estadísticamente significativas, el *sorting task* demostró ser una herramienta más adecuada para analizar las características sensoriales del cv. Carignan, permitiendo representar la tipicidad de esta variedad.

En cuanto a lo observado en el *sorting task*, la tendencia en la agrupación de los vinos para ambos años se observó en las zonas de Melozal y Sauzal. En el caso de los vinos provenientes de la vendimia del año 2012 destaca la reiterada agrupación de estas zonas tanto en la caracterización química como la climática, tendencia que no se cumplió en el caso de los vinos provenientes de la vendimia año 2014. Cada año se caracterizó por presentar sus propios descriptores, siendo empleados para los vinos de la agrupación Melozal y Sauzal del año 2012 acidez media y astringencia alta, mientras que para los vinos provenientes de la agrupación Melozal y Sauzal del año 2014 los descriptores utilizados fueron acidez alto y astringencia media, representando en ambos casos la tipicidad de la variedad.

## CONCLUSIÓN

La localidad y el año de producción afectan la composición fenólica y las características sensoriales de vinos del cv. Carignan.

No se observó una tendencia en la agrupación de los vinos de las localidades en los dos años de estudio al considerar las variables químicas.

Considerando el año de producción, la fracción fenólica que se diferenció en mayor magnitud correspondió a la de antocianos, seguida por la fracción de taninos y finalmente por la fracción de fenoles.

Si bien el análisis descriptivo no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los vinos de las localidades estudiadas, el *sorting task* permitió conocer la tipicidad de los vinos evaluados.

## BIBLIOGRAFÍA

Abdi, H.; D. Valentin; S. Chollet y C. Chrea. 2007. Analyzing assessors and products in sorting tasks: DISTATIS, theory and applications. *Food Quality and Preference*. 18: 627-640.

Agromet. 2012. Agromet, red agrometeorológica de INIA. [En línea]. Recuperado en: <<http://agromet.inia.cl/estaciones.php>>. Citado el: 14 de junio del 2016.

Arozarena, I. 1998. El análisis sensorial como instrumento de evaluación de la calidad de vinos tintos monovarietales de Navarra y Aragón. Tesis Dr. Ing. Agr. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España. 528 p.

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

Cadot, Y.; S. Caillé; A. Samson; G. Barbeau y V. Cheynier. 2010. Sensory dimension of wine typicality related to a terroir by Quantitative Descriptive Analysis, Just About Right analysis and typicality assessment. *Analytica Chimica Acta*. 660: 53-62.

Campos, E.; J. Ballester; J. Langlois; C. Dacremont y D. Valentin. 2010. Comparison of conventional descriptive analysis and a citation frequency-based descriptive method for odor profiling: An application to Burgundy Pinot noir wines. *Food Quality and Preference*. 21: 44-55.

Cheynier, V.; M. Dueñas-Paton; E. Salas; C. Maury; J. Souquet; P. Sarni-Manchado y H. Fulcrand. 2006. Structure and properties of wine pigments and tannins. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57: 298-305.

Chollet, S.; M. Lelièvre; H. Abdi y D. Valentin. 2011. Sort and beer: Everything you wanted to know about the sorting task but did not dare to ask. *Food Quality and Preference*, 22:507-520.

Di Rienzo, J.; F. Casanoves, M. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C. Robledo. 2017. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <<http://www.infostat.com.ar>>.

Díaz, F. y C. Gaete. 1985. Bases climáticas para la denominación de origen de los vinos chilenos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. 117p.

Galet, P. 1993. Précis de viticulture. Déhan, Montpellier, Francia. 582p.

- García-Barceló, J. 1990. Técnicas analíticas para vinos. Ediciones FAB. Barcelona, España. 1713p.
- Gawel, R. 1998. Red wine astringency: A review. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 4: 74-96.
- Hernandez, A. y E. Tirado. 1991. Polifenoles en la Parra. Cuartas Jornadas Vitivinícolas. Fundación Chile. Departamento de Agroindustria. Santiago. 258p.
- INE. 2006. Catastro Vitivinícola. Informe Anual 2006. Gobierno de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero. 76p.
- King, E.; M. Stoumen; F. Buscema; A. Hjelmeland; S. Ebeler; H. Heymann y R. Boulton. 2014. Regional sensory and chemical characteristics of Malbec wines from Mendoza and California. *Food Chemistry*, 143: 256-267.
- Luzio, W. 2010. Suelos de Chile. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 364p.
- Mercurio, M.; R. Damberg; M. Herderich y P. Smith, 2007. High throughput analysis of red wine and grape phenolics – adaptation and validation of methylcellulose precipitable tannin assay and modified somers color assay to a rapid 96 well plate format. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(12): 4651 - 4657.
- Monagas, M.; C. Gómez-Cordovés; B. Bartolomé; O. Laureano y R. Da Silva. 2003. Monomeric, oligomeric and polymeric flavan-3-ol composition of wines and grapes from *Vitis vinifera* L. cv. Graciano, Tempranillo and Cabernet Sauvignon. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 51: 6475- 6481.
- Morel-Salmi, C.; J. Souquet; M. Bes y V. Cheynier. 2006. Effect of Flash Release Treatment on Phenolic Extraction and Wine Composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 4270-4276.
- Parr, W.; D. Valentin; J. Green y C. Dacremont. 2010. Evaluation of French and New Zealand Sauvignon wines by experienced French wine assessors. *Food Quality and Preference*. 21: 56-64.
- Parr, W.; J. Ballester; D. Peyron; C. Grose y D. Valentin. 2015. Perceived minerality in Sauvignon wines: Influence of culture and perception mode. *Food Quality and Preference*. 41: 121-132.
- Peña, 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 Dr. Ing. Agr. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. 345p.

R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en: <<https://www.R-project.org/>>.

Rebolo, S. 2007. Estudio de la composición polifenólica de vinos tintos gallegos con DO Ribeiro, Valdeorras y Ribeira Sacra. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo, España. 201p.

Regev, G.; D. Mara; S. Oded y K. Zohar. 2001. Resveratrol and a Novel Tyrosinase in Carignan Grape Juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 1479-1485.

Riquelme, P. 2011. El club de enólogos que rescató el Carignan del Maule. La Tercera. [En línea]. Recuperado en: <<http://diario.latercera.com/2011/12/04/01/contenido/pais/31-92785-9-el-club-de-enologos-que-rescato-el-carignan-del-maule.shtm>>. Citado el: 20 de abril del 2013.

Santibáñez, F.; F. Díaz; C. Gaete; S. Daneri y D. Daneri. 1989. Agroclimatología de la región vitivinícola chilena: bases para una denominación de origen de los vinos. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Boletín Técnico N° 48. 50p.

Santibáñez, F. y J. Uribe. 1993. Atlas agroclimático de Chile: Regiones Sexta Séptima Octava y Novena. Santiago, Chile. 99p.

Sanna, G.; S. Ledda; G. Manca y M. Franco. 2008. Characterization of the content of antioxidant substances in the wines of Sardinia. *Journal of Commodity Science, Technology and Quality*, 47(1-4): 5-25.

Savits, J. 2014. Descriptive sensory analysis of wines produced from Iowa-grown La Crescent grapes. Tesis Magíster en Ciencias. Ames, Iowa: Iowa State University. 85p.

Sierra, I.; S. Morante y D. Pérez. 2007. Experimentación en química analítica. Madrid, España: Editorial Dykinson. 161p.

Stone, H. y J. Sidel. 1993. *Sensory Evaluation Practices*, 2ª ed., Academic Press Inc. 338p.

Sun, B.; L. Conceição; J. M. Ricardo-da-silva y L. Spranger. 1998. Separation of grape and wine proanthocyanidins according to their degree of polymerization. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 106: 536-544.

Tonietto, J. y A. Carbonneau. 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124: 81-97.

Tounsi, M.; I. Ouerghemmi; W. Wannes; R. Ksouri; H. Zemni; B. Marzouk. et al. 2009. Valorization of three varieties of grape. *Industrial Crops and Products*, 30(2): 292-296.

Uribe, J. 2016, dic. Caracterización climática. [Entrevista personal]. Santiago, Dirección de Escuela, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Wines of Chile. 2012. Old-vine Carignan in Chile – deep-rooted wisdom in youthful grapes. [En línea]. Recuperado en: <<http://www.winesofchile.org/2012/08/old-vine-carignan-in-chile-deep-rooted-wisdom-in-youthful-grapes/>>. Citado el: 20 de abril del 2013.

Zamora, F. 2003. Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos. AMV, Madrid. 225p.

Zoecklein, B.; K. Fugelsang; B. Gum y F. Nury. 2001. Análisis y producción de vino. Zaragoza, España: Editorial Acribia. S.A. 613p.

## APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis descriptivo realizado a los vinos Carignan de los años 2012 y 2014.

Cuadro 1.1. Resultados del análisis descriptivo realizado a los vinos Carignan del 2012 según sus características sensoriales.

Zona	Intensidad colorante	Acidez	Astringencia	Persistencia	Cuerpo
<b>Caliboro</b>	8,0 ± 0,39 a	8,7 ± 0,43 a	8,2 ± 0,66 a	9,2 ± 0,55 a	8,2 ± 0,44 a
<b>Cauquenes (1)</b>	7,9 ± 0,39 a	8,3 ± 0,43 a	9,0 ± 0,66 a	8,6 ± 0,55 a	6,7 ± 0,44 a
<b>Cauquenes (2)</b>	8,3 ± 0,39 a	9,0 ± 0,43 a	9,1 ± 0,66 a	9,4 ± 0,55 a	7,8 ± 0,44 a
<b>Cauquenes (3)</b>	8,0 ± 0,39 a	8,7 ± 0,43 a	8,5 ± 0,66 a	9,0 ± 0,55 a	8,2 ± 0,44 a
<b>Cauquenes (4)</b>	8,0 ± 0,39 a	9,1 ± 0,43 a	8,6 ± 0,66 a	9,1 ± 0,55 a	7,2 ± 0,44 a
<b>Huerta de Maule (1)</b>	8,0 ± 0,39 a	8,3 ± 0,43 a	8,3 ± 0,66 a	9,7 ± 0,55 a	8,1 ± 0,44 a
<b>Huerta de Maule (2)</b>	8,3 ± 0,39 a	9,3 ± 0,43 a	8,5 ± 0,66 a	9,4 ± 0,55 a	7,9 ± 0,44 a
<b>Loncomilla (1)</b>	8,5 ± 0,39 a	10,1 ± 0,43 a	8,8 ± 0,66 a	9,2 ± 0,55 a	7,6 ± 0,44 a
<b>Loncomilla (2)</b>	8,1 ± 0,39 a	9,2 ± 0,43 a	8,2 ± 0,66 a	9,0 ± 0,55 a	7,6 ± 0,44 a
<b>Melozal (1)</b>	7,8 ± 0,39 a	9,1 ± 0,43 a	8,4 ± 0,66 a	9,0 ± 0,55 a	7,6 ± 0,44 a
<b>Melozal (2)</b>	7,8 ± 0,39 a	8,8 ± 0,43 a	8,2 ± 0,66 a	8,5 ± 0,55 a	7,5 ± 0,44 a
<b>Melozal (3)</b>	7,6 ± 0,39 a	9,0 ± 0,43 a	8,3 ± 0,66 a	9,3 ± 0,55 a	7,6 ± 0,44 a
<b>Melozal (4)</b>	8,2 ± 0,39 a	9,1 ± 0,43 a	8,2 ± 0,66 a	8,3 ± 0,55 a	7,1 ± 0,44 a
<b>Sauzal</b>	7,6 ± 0,39 a	8,4 ± 0,43 a	8,5 ± 0,66 a	8,5 ± 0,55 a	7,7 ± 0,44 a

Promedios ± error estándar (n=13), Letras iguales en la misma columna indican que no difieren estadísticamente a un nivel de significancia del 5% de acuerdo con el test de Tukey.



Cuadro 1.2. Resultados del análisis descriptivo realizado a los vinos Carignan del 2014 según sus características sensoriales.

<b>Zona</b>	<b>Intensidad colorante</b>	<b>Acidez</b>	<b>Astringencia</b>	<b>Persistencia</b>	<b>Cuerpo</b>
<b>Caliboro</b>	9,2 ± 0,51 a	8,7 ± 0,58 a	7,7 ± 0,66 a	8,3 ± 0,59 a	7,2 ± 0,50 a
<b>Cauquenes (1)</b>	8,9 ± 0,51 a	8,8 ± 0,58 a	8,8 ± 0,66 a	9,6 ± 0,59 a	7,6 ± 0,50 a
<b>Cauquenes (2)</b>	8,3 ± 0,51 a	8,5 ± 0,58 a	8,4 ± 0,66 a	7,6 ± 0,59 a	7,4 ± 0,50 a
<b>Cauquenes (3)</b>	8,1 ± 0,51 a	9,0 ± 0,58 a	8,5 ± 0,66 a	8,1 ± 0,59 a	7,3 ± 0,50 a
<b>Cauquenes (4)</b>	9,1 ± 0,51 a	8,7 ± 0,58 a	8,7 ± 0,66 a	8,3 ± 0,59 a	6,6 ± 0,50 a
<b>Cauquenes (5)</b>	9,1 ± 0,51 a	9,1 ± 0,58 a	8,2 ± 0,66 a	7,9 ± 0,59 a	7,6 ± 0,50 a
<b>Loncomilla (1)</b>	8,4 ± 0,51 a	8,7 ± 0,58 a	8,3 ± 0,66 a	8,3 ± 0,59 a	7,4 ± 0,50 a
<b>Loncomilla (2)</b>	9,1 ± 0,51 a	8,6 ± 0,58 a	8,6 ± 0,66 a	9,2 ± 0,59 a	7,4 ± 0,50 a
<b>Melozal (1)</b>	8,8 ± 0,51 a	8,5 ± 0,58 a	8,8 ± 0,66 a	7,9 ± 0,59 a	7,5 ± 0,50 a
<b>Melozal (2)</b>	9,2 ± 0,51 a	8,9 ± 0,58 a	8,4 ± 0,66 a	8,1 ± 0,59 a	6,9 ± 0,50 a
<b>Melozal (3)</b>	9,0 ± 0,51 a	8,9 ± 0,58 a	8,6 ± 0,66 a	7,7 ± 0,59 a	7,2 ± 0,50 a
<b>Melozal (4)</b>	8,9 ± 0,51 a	9,3 ± 0,58 a	8,7 ± 0,66 a	9,0 ± 0,59 a	8,7 ± 0,50 a
<b>Sauzal</b>	8,7 ± 0,51 a	8,8 ± 0,58 a	8,5 ± 0,66 a	8,7 ± 0,59 a	7,4 ± 0,50 a

Promedios ± error estándar (n=12), Letras iguales en la misma columna indican que no difieren estadísticamente a un nivel de significancia del 5% de acuerdo con el test de Tukey.

Apéndice 2. Temperaturas medias mínimas mensuales obtenidas de la interpolación lineal de los datos de las estaciones meteorológicas de Sauzal y Cauquenes.

Cuadro 2.1. Temperatura media mínima mensual del año 2011.

Localidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Loncomilla	6,5	7,8	5,3	3,1	1,5	-2,5	-3,5	-0,8	1,2	2,5	4,3	7,2
H.de Maule	6,5	7,2	5,8	3,2	0,8	-3,4	-4,1	-0,8	0,5	2,3	4,2	7,4
Sauzal	7,6	7,5	5,8	3,1	0,8	-3,8	-4,1	-1,8	0,8	2,1	4,1	6,8
Melozal	8,2	7,6	5,8	3,1	0,6	-3,8	-4,2	-1,6	0,5	-1,5	2,9	6,8
Cauquenes	5,2	6,8	4,1	1,2	-0,8	-4,2	-4,8	-1,8	-0,9	-0,1	2,1	4,9
Caliboro	5,8	7,1	3,8	1,8	-0,8	-3,8	-4,9	-1,8	-1,0	-0,1	2,9	7,1

Expresado en mm.

Cuadro 2.2. Temperatura media mínima mensual del año 2012.

Localidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Loncomilla	7,8	8,6	6,2	3,1	0,8	-2,5	-2,8	-0,1	1,8	2,6	6,5	7,2
H.de Maule	7,8	8,5	4,6	1,8	-0,5	-2,8	-3,2	0,2	2,4	2,2	4,8	6,1
Sauzal	7,8	8,6	4,8	3,1	0,8	-2,8	-3,2	-0,8	2,8	1,8	4,8	6,1
Melozal	7,8	8,6	4,8	2,4	0,6	-2,9	-3,2	-0,5	2,6	1,6	4,8	6,1
Cauquenes	6,9	8,6	8,7	7,5	-1,8	-1,8	-1,2	-0,5	1,9	2,4	4,1	4,8
Caliboro	6,8	8,6	9,1	6,1	-2,3	-1,2	-2,1	-0,5	2,9	3,1	5,3	5,3

Expresado en mm.

Cuadro 2.3. Temperatura media mínima mensual del año 2013.

Localidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Loncomilla	9,1	6,5	2,4	0,1	-1,8	-2,6	-3,8	-4,1	-0,5	0,4	2,6	6,3
H.de Maule	8,6	6,8	2,8	0,5	-2,3	-3,1	-3,8	-4,0	-0,5	1,2	4,2	7,2
Sauzal	8,6	7,5	2,8	0,8	-1,9	-2,8	-3,8	-4,1	-0,8	0,8	3,8	5,6
Melozal	8,6	6,8	2,9	0,3	-2,1	-2,8	-3,8	-4,1	-0,8	0,8	2,9	5,9
Cauquenes	7,9	6,8	3,1	0,8	-2,4	-2,1	-3,1	-5,8	-1,8	0,2	2,8	3,8
Caliboro	8,1	7,5	3,1	0,8	-2,5	-3,1	-4,0	-6,0	-1,8	0,1	4,1	5,3

Expresado en mm.

Cuadro 2.4. Temperatura media mínima mensual del año 2014.

Localidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Loncomilla	6,3	5,2	2,8	2,1	0,0	-0,5	-0,8	-0,6	0,8	2,0	1,6	4,6
H.de Maule	6,8	7,2	2,8	1,6	-0,8	-0,6	-1,8	-1,0	0,8	2,1	0,6	4,9
Sauzal	7,8	8,1	2,9	1,8	-0,5	-0,1	-0,8	-1,1	1,0	1,8	0,8	4,9
Melozal	8,1	5,8	2,6	2,1	-0,1	-0,5	-1,6	-1,1	0,8	1,8	0,4	4,9
Cauquenes	6,1	7,2	1,8	-0,8	-1,0	-1,1	-1,9	1,3	0,8	1,6	2,3	5,8
Caliboro	6,1	7,5	3,5	0,5	-0,9	-1,9	-2,5	-1,3	0,9	2,1	2,5	5,8

Expresado en mm.

Cuadro 2.5. Temperatura media mínima mensual del año 2015.

Localidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Loncomilla</b>	7,1	6,6	3,8	1,7	-0,7	-2,2	-2,8	-1,4	0,8	1,9	3,4	5,6
<b>H.de Maule</b>	7,4	7,2	4,0	1,7	-1,5	-2,5	-3,2	-1,4	0,7	2,0	3,2	5,7
<b>Sauzal</b>	7,8	7,6	3,9	2,1	-1,1	-2,5	-3,2	-1,7	0,9	1,7	3,1	5,5
<b>Melozal</b>	7,8	6,9	3,8	1,6	-1,2	-2,6	-3,2	-1,7	0,6	0,8	2,6	5,3
<b>Cauquenes</b>	6,8	7,2	4,4	2,2	-1,8	-2,7	-3,0	-1,8	-0,1	1,1	2,4	4,9
<b>Caliboro</b>	7,1	7,6	4,7	2,3	-1,9	-2,8	-3,5	-2,3	0,2	1,4	3,1	5,7

Expresado en mm.

Apéndice 3. Temperaturas medias máximas mensuales obtenidas de la interpolación lineal de los datos de las estaciones meteorológicas de Sauzal y Cauquenes.

Cuadro 3.1. Temperatura media máxima mensual del año 2011.

Localidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Loncomilla</b>	34,7	35,0	31,8	23,7	23,5	19,5	16,5	20,8	23,4	28,6	29,2	35,1
<b>H.de Maule</b>	37,3	36,5	33,4	30,5	23,5	18,3	16,5	19,6	20,6	26,7	33,2	35,9
<b>Sauzal</b>	34,3	34,7	31,6	30,6	24,5	17,6	16,5	19,8	23,6	28,7	32,5	34,8
<b>Melozal</b>	35,8	36,7	33,1	30,8	23,6	18,4	16,5	20,6	23,4	27,6	32,6	36,7
<b>Cauquenes</b>	34,6	35,9	32,0	30,6	25,1	18,6	16,3	21,6	24,6	30,1	32,9	35,1
<b>Caliboro</b>	35,7	36,8	32,7	28,9	24,6	18,6	15,6	19,8	24,5	29,5	31,6	35,9

Expresado en mm.

Cuadro 3.2. Temperatura media máxima mensual del año 2012.

Localidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Loncomilla</b>	39,2	36,1	30,3	26,5	25,1	18,6	19,5	21,7	26,7	28,3	32,6	35,6
<b>H.de Maule</b>	35,8	32,5	29,8	27,6	25,4	18,4	20,9	21,6	26,5	24,5	30,5	33,5
<b>Sauzal</b>	38,8	35,8	30,1	28,9	25,3	18,6	20,7	21,6	27,3	23,6	30,4	29,4
<b>Melozal</b>	40,3	37,8	31,6	28,5	25,1	17,6	20,8	21,8	26,8	23,4	30,8	31,6
<b>Cauquenes</b>	39,0	36,4	33,3	23,3	24,6	22,1	25,3	21,3	27,6	26,3	30,2	29,2
<b>Caliboro</b>	40,1	37,3	32,4	26,5	22,6	19,5	26,7	20,8	27,5	26,3	30,8	30,2

Expresado en mm.

Cuadro 3.3. Temperatura media máxima mensual del año 2013.

Localidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>Loncomilla</b>	36,1	35,5	29,7	28,6	22,4	21,7	17,6	23,4	25,8	28,6	32,8	34,6
<b>H.de Maule</b>	38,7	33,2	28,5	29,8	22,6	21,8	17,6	23,4	25,7	28,6	31,5	33,8
<b>Sauzal</b>	35,7	35,2	29,5	30,6	23,7	20,6	17,9	23,5	25,3	28,4	32,1	33,4
<b>Melozal</b>	37,2	37,2	31,0	28,6	22,5	21,6	17,6	23,5	24,8	28,6	31,7	34,6
<b>Cauquenes</b>	35,4	35,1	34,6	32,6	26,5	22,0	18,6	24,6	26,3	28,4	33,1	35,1
<b>Caliboro</b>	36,5	37,2	34,7	32,1	24,6	19,8	18,4	24,3	28,1	29,8	32,7	35,8

Expresado en mm.

Cuadro 3.4. Temperatura media máxima mensual del año 2014.

<b>Localidad</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>Loncomilla</b>	38,6	32,8	28,6	25,6	22,4	18,6	18,3	24,6	26,5	30,4	31,6	34,1
<b>H.de Maule</b>	39,5	32,0	30,2	25,6	23,9	19,4	18,4	24,8	23,4	28,6	31,0	34,9
<b>Sauzal</b>	38,2	32,5	28,4	25,6	23,4	18,6	18,4	24,9	23,6	29,8	30,9	33,8
<b>Melozal</b>	36,7	32,5	29,9	25,4	23,6	18,4	18,3	24,6	22,8	28,6	30,4	35,7
<b>Cauquenes</b>	39,8	33,7	32,1	27,4	23,2	19,3	16,4	19,8	20,1	30,5	31,0	34,3
<b>Caliboro</b>	40,9	34,6	31,1	26,5	23,4	20,4	18,6	19,6	20,6	31,5	32,0	35,3

Expresado en mm.

Cuadro 3.5. Temperatura media máxima mensual del año 2015.

<b>Localidad</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>Loncomilla</b>	36,6	34,2	32,3	30,3	23,1	17,6	16,5	20,9	21,6	25,0	32,1	33,5
<b>H.de Maule</b>	37,2	32,7	30,9	28,9	23,5	18,7	18,6	20,9	22,7	24,1	32,1	34,3
<b>Sauzal</b>	36,2	33,9	32,1	30,8	23,6	18,7	18,5	22,6	20,9	24,8	31,8	33,2
<b>Melozal</b>	37,7	35,9	33,6	30,5	23,9	18,2	17,6	20,3	22,9	23,6	32,1	34,1
<b>Cauquenes</b>	36,5	34,9	36,5	32,5	24,3	20,3	15,6	22,7	24,6	25,3	31,6	33,1
<b>Caliboro</b>	37,6	35,8	36,4	32,4	24,6	19,8	17,2	20,6	24,5	26,4	33,8	34,1

Expresado en mm.