



**UNIVERSIDAD DE TALCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**MADURACIÓN ASINCRÓNICA DE LAS BAYAS EN VIDES CV.  
CABERNET SAUVIGNON: EFECTOS EN LA COMPOSICIÓN  
QUÍMICA DEL MOSTO.**

Por

**MATÍAS IGNACIO ALARCÓN VERGARA**  
**MEMORIA DE TÍTULO**

Presentada a la Universidad de Talca como parte de los requisitos para optar al título de

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TALCA, CHILE**

**2022**

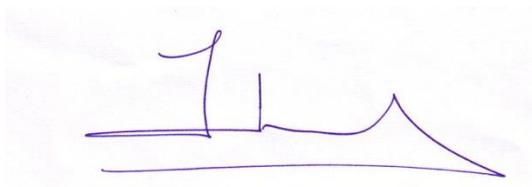
## CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2022

**APROBACIÓN:**



---

**Profesor Guía: Yerko Moreno Simunovic, Ing. Agr., M.S., PhD., Profesor  
Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias**



---

**Profesor informante: César Acevedo Opazo, Ing. Agr., M. Sc. AgroTIC,  
M.Sc. Horticultura Agr., Dr., Profesor Escuela de Agronomía, Facultad de  
Ciencias Agrarias.**

**Fecha de presentación de Memoria de Título: 9 de Mayo de 2022.**

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios y a mi familia, principalmente a mi madre Pamela que con mucho esfuerzo ha logrado darme todas las herramientas y oportunidades que me han hecho llegar a donde estoy ahora. También a mi hermana Antonia que me ha acompañado y ayudado en cada uno de los proyectos que he realizado, incluido este. Mi hermana y mi madre me llenan de orgullo y son el pilar principal en mi vida.

Agradecer también tanto a las personas que son parte del Centro Tecnológico de la Vid y el Vino, como a las que conforman la Facultad de Ciencias Agrarias, principalmente a mi profesor guía Yerko Moreno que me inspiró como profesional a descubrir el mundo que está ligado a la viticultura y además me acompañó en esta investigación. Agradezco al Profesor César Acevedo por su buena disposición a corregir y a colaborar con este trabajo.

A la directora de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Talca Gabriela Cofré por su apoyo y gestión durante mis últimos años de universitario. Agradezco a la secretaria de escuela María Parada, por su ayuda y buena disposición desde el primer en que comencé este camino.

A las personas con las que he compartido varios de los mejores momentos de mi vida, mis amigos. Felipe, Bruno y Leonardo siempre me han entregado apoyo, sabiduría y contención de manera incondicional. Son las personas con las que he aprendido lo que es el compañerismo, el trabajo en equipo, el amor por la naturaleza, y las ganas de disfrutar la vida.

Agradecer a mis ahijados Daniela, Sofía, Emma y Eduardo que me motivan a cada día ser mejor Padrino, para poder transmitirles conocimiento, valores y sabiduría que los lleven a expandir sus mentes y llegar muy lejos.

Finalmente, agradezco a mi tata Feña que a pesar de que no alcanzó a finalizar esta etapa junto a mí, es la persona que me dio todo para llegar hasta aquí. Un abrazo al cielo desde donde ojalá pueda ver los resultados de la formación valórica que le entrego su familia.

## RESUMEN

La maduración de las bayas de vides es un fenómeno asincrónico, es decir, que maduran a distinto tiempo. Este estudio tiene como objetivo determinar de qué manera influye la maduración asincrónica en la composición química del mosto. El ensayo fue realizado en viñedos pertenecientes a la Viña Santa Rita con cuarteles del cultivar Cabernet Sauvignon distribuidos en los valles del Maipo, Colchagua y Curicó. Se analizó el mosto preparado con uvas provenientes de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial asignada. Además, estas uvas fueron separadas en tres niveles de madurez. Los parámetros químicos medidos en el mosto fueron Sólidos Solubles (°Brix), Ácido Málico, YAN, Acidez total exp. en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Acidez total exp. en C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> y pH. Los resultados señalan que los mostos provenientes de viñedos con distintas calidades potenciales, presentan diferencias estadísticamente significativas en los parámetros medidos. Además, se muestra un grado de variabilidad mayor en mostos provenientes de cuarteles de baja calidad potencial contrario a lo que sucede con los de calidad alta, que son homogéneos y favorables para la producción de buenos vinos.

Palabras claves: maduración asincrónica, composición química del mosto, cultivar Cabernet Sauvignon, calidad potencial.

## **ABSTRACT**

The ripening of grapevine berries is an asynchronous phenomenon, meaning they ripen at different times. The main objective of this study is to determine how asynchronous ripening influences the chemical composition of the must. The trial was executed in vineyards belonging to Viña Santa Rita with plots of the cv. Cabernet Sauvignon distributed in Maipo, Colchagua and Curicó valleys. The must prepared with grapes from plots of high, medium and low assigned potential quality was analyzed. In addition, these grapes were separated into three levels of ripening. The chemical parameters measured in the must were Soluble Solids (°Brix), Malic Acid, YAN, Total Acidity exp. in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Total Acidity exp. in C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> and pH. The results indicate that the musts from vineyards with different potential qualities present statistically significant differences in the measured parameters. In addition, there is a greater degree of scarcity in musts from plots of low potential quality, contrary to what happens with those of high quality, which are homogeneous and favorable for the production of good wines.

Keywords: asynchronous ripening, must chemical composition, cv. Cabernet Sauvignon, potential quality.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 1  |
| 1.1 Hipótesis.....  | 2  |
| 1.2 Objetivo general.....   | 2  |
| 1.3 Objetivos específicos .....   | 3  |
| 2. REVISION BIBLIOGRAFICA .....   | 4  |
| 2.1. Vitis vinífera .....   | 4  |
| 2.2 Cabernet Sauvignon.....   | 4  |
| 2.3. Situación nacional.....  | 5  |
| 2.4. Biología floral de la vid.....   | 6  |
| 2.5. Maduración. ....   | 7  |
| 2.5.1. Madurez asincrónica.....   | 8  |
| 2.5.2. Madurez Tecnológica.....   | 9  |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS.....  | 10 |
| 3.1 Ubicación del ensayo. ....  | 10 |
| 3.2 Material vegetal.....   | 10 |
| 3.3 Recolección de la muestra.....  | 11 |
| 3.4. Variabilidad de las bayas.....   | 11 |
| 3.5. Preparación del mosto. ....  | 13 |
| 3.6. Análisis de variables de madurez tecnológica del mosto. ....   | 13 |
| 3.7. Diseño experimental y análisis estadístico. ....   | 14 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....  | 15 |
| 4.1 Análisis multifactorial de la composición química del mosto obtenido a partir de bayas del cv. Cabernet Sauvignon con respecto a calidad potencial y nivel de madurez. .... | 15 |
| 4.2 Variabilidad de la composición química del mosto con respecto a la Calidad Potencial. ....  | 16 |
| 4.3 Variabilidad de la composición química del mosto con respecto al nivel de madurez. ....   | 22 |
| 5. CONCLUSIONES.....  | 27 |
| 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....   | 28 |

## INDICE DE CUADROS.

**Cuadro 3.1.** Nombre y ubicación de los cuarteles de cv. Cabernet Sauvignon de la Viña Santa Rita S. A., indicándose además la calidad potencial que corresponde para cada uno. .... 11

**Cuadro 4.1.** Efecto del grado de madurez y de la calidad potencial de las bayas de cv. Cabernet Sauvignon para parámetros químicos del mosto tales como °Brix, Acido Málico, YAN, Acidez total exp. en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (SAG) (g/L), Acidez total exp. en C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> (g/L) y pH (OIV-MA-AS313-15 R:2011) en el mosto durante la temporada de vendimia 2020. .... 15

## INDICE DE FIGURAS.

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 3.1.</b> Separación de bayas para cada cuartel en tres niveles de madurez < 22°Brix, 22°-25°Brix y >25°Brix. ....  | 12 |
| <b>Figura 3.2.</b> Proceso de separación de las bayas en los tres niveles de madurez, utilizando el método de flotación por diferencia de densidad. ....   | 13 |
| <b>Figura 3.3.</b> Mostos provenientes de bayas del cv. Cabernet Sauvignon de distintas calidades potenciales y diferentes niveles de madurez.....   | 14 |
| <b>Figura 4.1.</b> °Brix, promedios para cada calidad potencial (alta, media y baja). ....   | 17 |
| <b>Figura 4.2.</b> Distribución de los °Brix en mostos del cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de alta, media y alta calidad potencial en la temporada de vendimia 2020 .....  | 18 |
| <b>Figura 4.3.</b> Ácido málico, promedios para cada calidad potencial (alta, media y baja). ....  | 18 |
| <b>Figura 4.4.</b> YAN, promedios para (mg/L) cada calidad potencial (alta, media y baja). ....  | 19 |
| <b>Figura 4.5.</b> Acidez total exp. en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (SAG) (g/L), promedios para cada calidad potencial (alta, media y baja).....  | 20 |
| <b>Figura 4.6.</b> Acidez total exp. en C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub> (SAG) (g/L), promedios para cada calidad potencial (alta, media y baja). ....   | 21 |
| <b>Figura 4.7.</b> pH de mostos de vides Cabernet Sauvignon provenientes de viñedos con diferente calidad potencia. ....   | 22 |
| <b>Figura 4.8.</b> Distribución de los datos correspondientes a Acido málico (g/L) para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix). ....   | 23 |
| <b>Figura 4.9.</b> Distribución de los datos correspondientes a °Brix para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix). ....  | 24 |
| <b>Figura 4.10.</b> Distribución de los datos correspondientes a YAN (mg/L) para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix). ....  | 24 |
| <b>Figura 4.11.</b> Distribución de los datos correspondientes a Acidez total exp. en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (g/L) para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix). ....               | 25 |
| <b>Figura 4.12.</b> Distribución de los datos correspondientes a Acidez total exp. en C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub> (g/L) para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix). .... | 25 |
| <b>Figura 4.13.</b> Distribución de los datos correspondientes a pH para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix). ....  | 26 |

## 1. INTRODUCCIÓN

En Chile la producción de vinos es una actividad económica de gran importancia que se realiza en forma tradicional y que además ha crecido significativamente en el ámbito innovador durante los últimos años, lo que ha permitido que Chile sea un país reconocido por su producción y exportación de vinos (Todaro & Reyes, 2009). Esto ha llevado al país a ser el primer exportador de vinos del nuevo mundo y el cuarto exportador mundial de vinos luego de Francia, España e Italia (OIV, 2022). La superficie total de viñas para vinificación ocupaba en el año 2019 más de 136 mil hectáreas de las cuales alrededor de 40 mil corresponden al cv. Cabernet Sauvignon (ODEPA, 2022).

Dentro de los hitos relevantes del proceso de producción de vinos está la determinación del momento oportuno de cosecha de las uvas. Lo anterior con el objetivo de maximizar los atributos positivos de la fruta que serán transmitidos al vino, minimizando aquellos que se consideren negativos. Para el cultivar Cabernet Sauvignon, generalmente se consideran como atributos negativos los caracteres vegetales en el aroma, además de los taninos “secantes”, “verdes” o “astringentes”. Debido a esto, comúnmente se busca retrasar la fecha de cosecha, apuntando a reducir en las uvas la presencia de los compuestos responsables de las notas verdes (Metoxipiracinas y compuestos C6) además de lograr una mayor suavidad en boca. Este retraso en la fecha de cosecha lleva a que exista una tendencia hacia un mayor contenido de alcohol en los vinos (Bindon et al., 2014).

El problema antes mencionado parece solucionarse fácilmente al modificar (adelantar o retrasar) el momento de cosecha, para así lograr obtener uvas sin caracteres vegetales y taninos maduros, pero sin una excesiva acumulación de azúcares que se traduzca en un grado alcohólico excesivo. El problema reside en que la maduración de las bayas de la vid es un fenómeno que ocurre de manera asincrónica (Gouthu & Deluc, 2015). Esto quiere decir que las bayas de un mismo racimo maduran a distintos tiempos y que racimos de una misma planta tienen grados distintos de madurez en un momento dado. Este fenómeno está fuertemente influenciado por la ubicación de las plantas en el viñedo, la posición del racimo en la planta y la posición de las bayas en el racimo, produciendo diferencias en la tasa de maduración junto con los momentos y mecanismos que afectan la madurez de la pulpa, piel y semilla (Inta, 2007).

Con respecto a la heterogeneidad de las bayas, el conjunto de las mismas presenta una porción variable de uvas que van desde la inmadurez hasta la sobre madurez y condiciones intermedias. Esta situación debe ser considerada al momento de muestrear para determinar el momento óptimo de cosecha, ya que la presencia de uvas menos maduras puede afectar de forma marcada la composición y la calidad final del vino (Kontoudakis, y otros, 2011).

Lo anterior se traduce en la dificultad de determinar “el momento óptimo de cosecha” y, por lo mismo, lo que comúnmente se hace es cosechar las uvas en función del contenido de azúcar y el nivel de acidez total que estas presentan. Al medir estos parámetros sólo es posible obtener información sobre la madurez de la pulpa de la baya, lo que se denomina madurez tecnológica (Marquette, 1999). Estos indicadores se utilizan como indicador de cosecha, la que finalmente es realizada en virtud de la madurez comercial (por degustación de bayas), es decir, cuando los parámetros principales cumplen los requisitos de un estilo de vino que el enólogo este buscando (Gao et al., 2019).

Por otra parte, la madurez fenólica es fundamental en los vinos tintos, principalmente en aquellos de alta calidad. Se llega a ella cuando se ha acumulado gran cantidad de antocianos y taninos, que son los principales compuestos fenólicos presentes en uvas y en vinos tintos (Cayla & Renard, 2007).

La influencia de las fechas de cosecha en uvas cv. Cabernet Sauvignon genera algunos cambios en los compuestos de las uvas y vino (Gao et al., 2019). Por esto se hace necesario investigar la variabilidad de la madurez de las bayas relacionada con la composición química del mosto con el cual se va a producir el vino.

## **1.1 Hipótesis**

Mostos preparados con uvas provenientes de viñedos con distinta calidad potencial de la fruta, separados en tres niveles de madurez presentarían diferencias significativas en su composición química.

## **1.2 Objetivo general**

Determinar si la composición química del mosto está relacionada con la clasificación de “calidad potencial” asignada a un viñedo, independiente del nivel de madurez de las bayas cosechadas.

### **1.3 Objetivos específicos**

- Determinar el grado de variabilidad de madurez de bayas, medida como concentración de sólidos solubles en cuarteles de distinta calidad potencial asignada.
- Determinar si la composición química del mosto (pH, acidez total, ácido málico y YAN) proveniente de bayas del cv. Cabernet Sauvignon con distintos grados de heterogeneidad en sus índices de madurez varía de acuerdo con la calidad potencial asignada a cada cuartel.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Vitis vinífera

El nombre genérico, *Vitis*, deriva de la raíz indogermánica ueut-, que significa rama flexible, y ésta, a su vez, viene de la raíz ueit- que quiere decir retorcer o enroscarse (Santos, Alonso, Ladero, & Martín, 2005)

El nombre específico, vinífera, es un vocablo latino que significa “que lleva vino”. Además, se conoce que en gran parte de Europa se han encontrado semillas de *Vitis vinífera L.* que datarían de los años 7.500 a 2.500 A.C. Su predecesor, la viña silvestre (*Vitis sylvestris C.C.Gmel.*) se encuentra desde hace miles de años en toda una franja de zonas húmedas que abarca desde el Himalaya por el este, hasta los montes de Galicia por el oeste, pasando por el Cáucaso, Grecia, Italia y Francia (Piqueras, 2014).

Las hipótesis más recientes indican que el origen de la domesticación de la vid silvestre tuvo lugar en el espacio geográfico comprendido entre el sur del mar Caspio y el suroeste del mar Negro, es decir, en las montañas del Cáucaso, donde nacen los ríos Éufrates y Tigris, y en los Montes Zagros, y que los primeros productores de vino debieron estar en la zona de Armenia, Kurdistán y noroeste de Persia (Piqueras, 2014) .

Los primeros indicios del consumo de vino datan del año 8.000 a.c. y son acumulaciones de pepitas de uva *vitis vinífera* encontrados en Turquía y Líbano (Peñin, 2011). Desde hace años, el concepto de vino ha sido apreciado como alimento, bebida estimulante, vino de prestigio o vino de cultura, pero hoy en día, el vino es apreciado por sus atributos de calidad, el equilibrio de sus componentes, la presencia de aromas sutiles y gustos armónicos que satisfacen los sentidos despiertos de sus degustadores (Puig i Vayreda, 2016)

### 2.2 Cabernet Sauvignon

Según (OIV, 2019), Cabernet Sauvignon es la segunda variedad más cultivada en el mundo después de Kyoho, aunque en Chile sigue siendo la variedad principal abarcando alrededor de 43 mil ha. Este cultivar es poco sensible a heladas primaverales debido a que posee una brotación tardía, además presenta yemas de fertilidad media a baja. No se adapta de buena manera a

suelos profundos con alto contenido de materia orgánica, debido a que presenta un vigor de medio a alto. Por lo anterior, en este tipo de suelos se producirían vinos con notas herbáceas y taninos inmaduros (Moreno & Vallarino, 2011).

### **2.3. Situación nacional.**

La vid se cultivó en las distintas regiones de Chile desde los inicios de la conquista española (Del Pozo, 2014).

La viticultura chilena, posee valor universal único e irrepetible por la calidad de sus terroirs, y es destacada por ser la superficie más extensa en el mundo de *Vitis vinífera* en pie franco, más de 200.000 hectáreas de viñedos que viven sobre sus propias raíces (sin portainjertos americanos), libres de la *Phylloxera vastatrix* y de otros virus transmisibles con los injertos (Fregoni, 2015).

Otro punto que también es importante destacar es que como es sabido, la vitivinicultura chilena sobrevivió también a la plaga de filoxera que arrasó las vides en Europa a mediados del siglo XIX. Chile, por sus barreras naturales es una especie de isla geográfica, ya que está rodeado por la cordillera de los andes y el océano pacífico, esto ha sido clave para que plagas como la filoxera no hayan prosperado a este país (Müller, 2004).

La superficie total de viñas para vinificación en Chile ocupa actualmente más de 136 mil hectáreas, las cuales tienen un potencial de producción de vino cercano a los 1.200 millones de litros, en un año promedio y con buenas condiciones climáticas. La superficie está ubicada mayoritariamente, en las regiones de O'Higgins y del Maule, concentrando más del 72% de la superficie nacional. Las exportaciones de vinos y mostos el año 2017 superaron los 967 millones de litros, por un valor sobre los USD 2.067 millones. Actualmente Chile es el primer exportador de vinos del nuevo mundo y cuarto exportador mundial (ODEPA, 2022).

Según datos recogidos por el SAG en el Catastro Vitícola Nacional del año 2020 se señala que la superficie de vides para vinificación de cepajes tintos era de 100.449 hectáreas, de las cuales 40.053 corresponden al cultivar Cabernet Sauvignon, convirtiéndolo en el cv. con mayor superficie. En cuanto a la producción de vinos, esta fue de 10.101.942 hectolitros.

## 2.4. Biología floral de la vid.

Las flores de la vid se agrupan en racimos compuestos sobre los nudos del brote del año y de manera opuesta a una hoja. Cada brazo del racimo se ramifica hasta terminar en una flor terminal con dos flores en su base las que pueden abortar y reducirse a una o dos flores. Las flores son verdes, pequeñas, hermafroditas, pentámeras, actinomorfas. El cáliz es pequeño, con 5 sépalos y la corola tiene 5 pétalos verdes pequeños, apicalmente unidos formando la caliptra, que se desprende desde la base en la antesis, empujada por los estambres (Reynier, 2002).

El fruto de la vid, producto del ovario desarrollado luego de la fecundación corresponde a una baya. Es un fruto carnosopluriseeminado e indehisciente a la madurez (Picornell & Melero, 2012). El pericarpio o pared del fruto, está dividido en tres capas: epicarpo (epidermis externa e hipodermis externa), mesocarpo (pared externa y pared interna) y endocarpo (hipodermis y epidermis internas). La piel, epicarpo u hollejo (película) de la uva está constituida por la cutícula que lo cubre, la epidermis externa, la hipodermis subyacente y algunas capas de células parenquimáticas subyacentes. Esta película externa de la baya presenta 2 tipos de células en los preparados microscópicos: células con precipitados granulados o "células taníferas" y células desprovistas de precipitados coloreados. La epidermis externa consiste de células parenquimáticas con la cara tangencial externa más gruesa y vacuolas con algunos precipitados fenólicos, antocianos y taninos. Cuando la baya madura, el número de estomas/mm<sup>2</sup> disminuye y quedan aislados por lenticelas corchosas, lo que contribuye a una disminución del intercambio gaseoso, así como de la transpiración y la fotosíntesis en la baya madura. La hipodermis externa tiene un espesor de 100-250 μ y está formada por células colenquimatosas (de paredes primarias gruesas e irregulares), aplanadas y alargadas en sentido longitudinal. Contienen polifenoles vacuolares, flavonoides en las uvas blancas y antocianinas en las uvas tintas, que se ven bajo cuatro formas en los preparados: gotitas refractivas, masas densas amorfas, precipitados granulares finos a gruesos y masas periféricas (Hidalgo J. , 2010)

El mesocarpo o pulpa se divide en mesocarpo externo a los haces vasculares periféricos, el grosor del cual varía con la cultivar y mesocarpo interno a los haces vasculares. Presenta 25-30 capas de células parenquimáticas, con paredes primarias celulósicas delgadas, vacuola central, isodiamétricas, más alargadas a medida que se acercan a la hipodermis, y con abundantes espacios intercelulares. Cuando la baya está verde, tiene cloroplastos, taninos y numerosos idioplastos con ráfides de oxalato de calcio. El incremento de volumen está acompañado por una

elevación en la tasa de acumulación de glucosa y fructosa. El mesocarpo representa el 64 % del volumen final de la baya (Hidalgo J. , 2010).

El endocarpo tiene 2-3 capas de células y posee una epidermis interna (junto al lóculo) con células más pequeñas que las del mesocarpo, paredes gruesas y vacuolas sin polifenoles. Hacia el endocarpo hay una hipodermis interna, un estrato de células que contienen drusas y están aparentemente libres de polifenoles. La semilla posee forma ovoide que se va adelgazando gradualmente hacia el extremo. Presenta una depresión circular y un lomo, la quilla o carena de Bioletti, a ambos lados del cual hay dos surcos o fosetas (Hidalgo J. , 2010).

## **2.5. Maduración.**

La maduración es el periodo comprendido entre la pinta o envero y la vendimia. Esta etapa depende principalmente del motor fisiológico interno de la vid. A pesar de que el clima cambia mucho las características de la uva madura, influye muy poco en la velocidad real de maduración, por lo tanto, la verdadera fecha de madurez no varía de manera considerable (Blouin & Guimberteau, 2004)

El crecimiento de la baya se modela mediante una curva doble sigmoidea y se divide en tres fases. La fase 1 se caracteriza por una activa división y elongación celular en las bayas las que en esta etapa son de color verde. La fase 2 es una etapa de reposo en la cual se detiene el crecimiento y comienza a cambiar el color de la baya debido al aumento de la síntesis de antocianos. Por último, la fase 3 se caracteriza por presentar un gran aumento del tamaño de la baya debido a la elongación celular y al inicio de la maduración de éstas, proceso en el cual aumenta la síntesis de antocianas, aumenta el contenido de azúcar y disminuye el contenido de clorofila junto con los niveles de ácidos orgánicos (Callejas, 2005).

La etapa de maduración puede durar entre 35 a 55 días, dependiendo del cultivar y de las condiciones ambientales de la temporada. Durante este periodo las bayas continúan aumentando de tamaño, debido a la elongación celular. La piel tiene una tasa de crecimiento más baja que la de la pulpa, por lo que va aumentando la tensión de la piel, esto puede provocar en algunos casos fisuras del hollejo. La dilatación celular se debe a que se acumulan sustancias en las vacuolas, incrementándose principalmente en agua y azúcares libres, mientras que las concentraciones de ácidos málico, tartárico y compuestos aminados van disminuyendo (Hidalgo J. , 2010).

Esta fase termina cuando la vendimia alcanza la madurez industrial o momento en el cual la uva debe ser aprovechada para los fines industriales para la que se destina, ya sea consumo doméstico, pasificación o vinificación. Fisiológicamente hablando, la madurez industrial se alcanza cuando se obtiene el máximo peso de vendimia con la mayor concentración de azúcares o también cuando la relación azúcares/acidez es máxima (López, 2001).

### **2.5.1. Madurez asincrónica.**

Es sabido que se hace difícil determinar el momento óptimo de cosecha. Esto se debe principalmente a que la maduración de la uva es un proceso asincrónico. Hay asincronía en las uvas de diferentes cepas del mismo cuartel, maduran a destiempo los racimos de un mismo cultivar y los granos de un mismo racimo. Además, los mecanismos que llevan a la madurez de la pulpa, la piel y las semillas también son diferentes (Inta, 2007). Esta variabilidad es un factor biológico que está presente en vides, racimos y bayas. Con la finalidad de evitar la baja en la calidad del vino, es importante cuantificar la heterogeneidad para disminuir la cantidad de fruta verde cosechada (Pagay y Cheng, 2010).

La clasificación de los racimos puede ir desde poco densos (o sueltos), a muy densos (o compactos). En los racimos más sueltos las bayas presentan buena aireación y en los más compactos se encuentran apretadas, con escasa circulación de aire y menor exposición a la luz, lo que causa una maduración heterogénea (o asincrónica) en el racimo y lo hace más susceptible a enfermedades fúngicas y genera un desarrollo con alta variabilidad en la madurez de las uvas (Cubero, y otros, 2015)

Existen estudios que muestran que el desarrollo asincrónico de las bayas afecta la variabilidad de la madurez y la composición de la fruta, lo que debiera verse reflejado en la composición del vino (Dai et al., 2011). Incluso en el cultivar Syrah la uva presenta variabilidad física, es decir, las bayas más grandes parecieran tener atribuciones de menor calidad, presentando menor concentración de azúcar y antocianinas (Barbagallo et al., 2011). Es por esto que la heterogeneidad de la uva debe ser considerada en la vendimia ya que puede influir en la composición y calidad del vino (Kontoudakis et al., 2011).

### **2.5.2. Madurez Tecnológica.**

El definir la madurez tecnológica de la uva permite determinar el momento de cosecha, se basa en la medida de los azúcares y ácidos de la pulpa. Esto se determina mediante la determinación de la concentración de azúcar en el mosto expresada en grados Brix, la acidez total expresada en equivalentes de ácido sulfúrico o tartárico y el pH. Tradicionalmente la madurez de la uva se basa en determinar los tenores de azúcares reductores y la acidez de la pulpa, generando una óptima relación entre ambos, de esta forma se puede decidir el momento de cosecha (Inta, 2007).

Esta forma de determinar la madurez no permite definir el estado de madurez de la piel y la semilla, ya que generalmente la pulpa madura más rápido que el resto de los componentes de la baya y cuando se llega a la madurez tecnológica la semilla y la piel pueden estar inmaduras, lo que provoca vinos ácidos, herbáceos y de poco color (Catania & Avagnina, 2007).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1 Ubicación del ensayo.**

El ensayo se realizó en viñedos de propiedad de Viña Santa Rita S.A. ubicados entre las regiones del Maule y Metropolitana, específicamente en los valles de Colchagua, Maipo y Curicó, en 9 cuarteles, todos correspondientes al cv. Cabernet Sauvignon.

El valle de Colchagua está ubicado 181 km al sur de Santiago, cercano a la costa. Esto permite que la brisa marina que entra al valle disminuya las temperaturas por la tarde. El clima en este lugar es cálido y bastante seco en verano con temperatura promedio anual de 14,9°C (57°F), cuenta con inviernos lluviosos, las precipitaciones promedio anual alcanzan los 595 mm. El suelo es de origen volcánico con una textura que varía entre arcillosa, franco arcillosa y arenosa.

El valle de Maipo se encuentra en la Región Metropolitana 40 km al sur de Santiago. Destaca por tener un clima mediterráneo semiárido que presenta veranos cálidos y secos con inviernos de lluvia moderada. La temperatura promedio anual es de 13,9°C (57°F). En promedio, en un año pueden caer entre 300 y 450 mm de lluvia. Además, este valle presenta suelos de origen aluvial y coluvial, permitiendo un buen drenaje debido a su pedregosidad.

El tercer valle es el de Curicó, que es el que está más al sur aproximadamente a 200 km de Santiago. Su clima templado de tipo mediterráneo destaca por la importante amplitud térmica entre el día y la noche. La temperatura promedio en un año es de 14°C (57°F), Presenta un verano seco e invierno lluvioso alcanzando los 700 mm anuales. El suelo es de origen volcánico aluvial.

#### **3.2 Material vegetal.**

Se recolectaron bayas de cv. Cabernet Sauvignon de nueve cuarteles distribuidos a lo largo del valle de Colchagua, Maipo y Curicó durante la temporada 2020. Los cuarteles considerados en el ensayo estaban conducidos en espaldera vertical simple, con excepción de los cuarteles “La Greda 3”, conducido en parronal español y “Espaldera tranque”, conducido en espaldera vertical doble (doble piso). Los cuarteles seleccionados correspondían a unidades homogéneas, en plena producción, con plantas sanas, con un manejo sanitario correcto y con un historial

estable para la producción de frutas de calidad potencial definida por el equipo enológico de la viña en base a tres categorías: alta, media y baja (Cuadro 3.1).

**Cuadro 3.1.** Nombre y ubicación de cuarteles de vides cv. Cabernet Sauvignon de diferente calidad potencial utilizados en el ensayo.

| Calidad Potencial | Cuartel               | Valle     |
|-------------------|-----------------------|-----------|
| Alta              | Carneros 629 - 312    | Maipo     |
| Alta              | Población 4           | Maipo     |
| Alta              | Lo Arcaya 8           | Maipo     |
| Media             | El Consuelo 902 - 3   | Maipo     |
| Media             | Indios Cancha 848 – 1 | Maipo     |
| Media             | San Vicente 429 - 28  | Maipo     |
| Baja              | La Greda 3            | Colchagua |
| Baja              | Tres Puertas 2        | Colchagua |
| Baja              | Espaldera Tranque     | Curicó    |

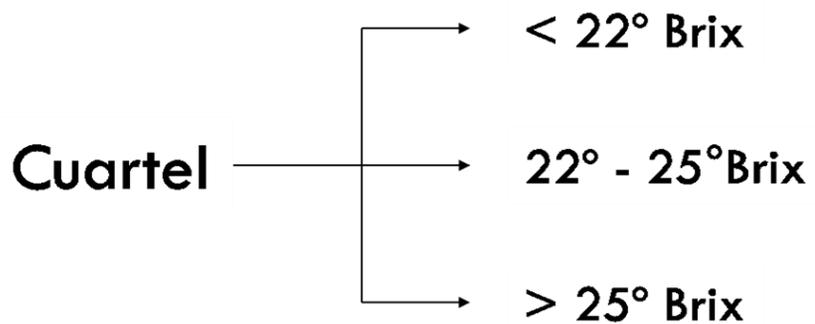
### 3.3 Recolección de la muestra.

Se tomaron racimos de los distintos cuarteles de cv. Cabernet Sauvignon usando una metodología aleatoria, que consistió en recolectar la fruta de distintos puntos dentro del viñedo en forma de zig-zag con la intención de obtener una muestra representativa del cuartel. La fruta fue cosechada en gamelas de 25 kg dos días antes de la cosecha comercial de cada cuartel.

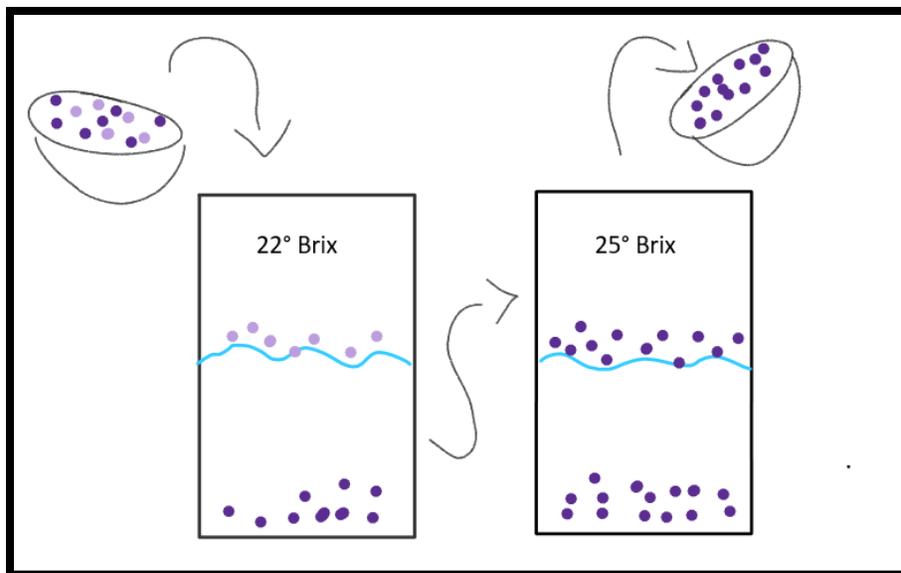
Una vez recolectado el material vegetal, este fue trasladado al Centro Tecnológico de la Vid y el Vino lo más pronto posible para conservar la calidad de la muestra. En el laboratorio, la fruta fue almacenada en cámaras de frío para posteriormente evaluar la variabilidad de la fruta mediante la metodología de separación de bayas por flotación, basada en el principio de Arquímedes, que dice que “todo cuerpo sumergido en un fluido recibe un empuje ascendente igual al peso del fluido desalojado” (Pérez Montiel, 2015).

### 3.4. Variabilidad de las bayas.

Los racimos provenientes de cada cuartel (aproximadamente 20 kilos de fruta) y para cada repetición fueron desgranados manualmente. Las bayas fueron separadas del escobajo cortándolas con tijeras, procurando dejar una parte del pedúnculo adosado a la baya de modo que esta quedara sellada de forma natural. Una vez completada esta labor, las bayas fueron separadas en tres grupos de acuerdo a su nivel de madurez medida en °Brix: i) bayas con una concentración de azúcar menor a 22°Brix, ii) bayas con una concentración de azúcar entre 22° y 25°Brix y iii) bayas con una concentración de azúcar mayor a 25°Brix. La separación en estos tres grupos fue realizada mediante el método de flotación de acuerdo con su densidad. Para esto, se llenaron dos contenedores con 20 L cada uno con una solución de agua con azúcar, el primero de ellos a 22° Brix y en el segundo a 25° Brix. Después de esto se colocaron todas las bayas en el contenedor con la solución a 22°Brix y aquellas que permanecieron a flote fueron separadas por presentar una menor concentración de azúcar. Las bayas restantes se trasladaron al segundo contenedor con la solución a 25°Brix. De igual manera, las bayas que flotaban en este contenedor se encontraban en el rango de 22° - 25° Brix. Finalmente, las que precipitaron en el contenedor con solución a 25° Brix calificaban en el último rango de > 25° brix. Esto se puede ver esquematizado en la **Figura 3.2**



**Figura 3.1.** Separación de bayas para cada cuartel en tres niveles de madurez < 22°Brix, 22°-25°Brix y >25°Brix.



**Figura 3.2.** Proceso de separación de las bayas en los tres niveles de madurez, utilizando el método de flotación por diferencia de densidad.

### 3.5. Preparación del mosto.

Luego de haber separado las bayas en los tres grupos, estas fueron lavadas con agua para quitar los restos de solución. Posteriormente se dispuso de 2 kg de fruta por cada rango y se prensaron a mano dentro de bolsas plásticas con la finalidad de romper las bayas y poder obtener el mosto. Se separó la parte sólida de la líquida, utilizando un colador, para posteriormente seleccionar una muestra entre 600 y 700 ml de jugo de uva. De esta se utilizó 200 ml para realizar los distintos análisis de laboratorio.

### 3.6. Análisis de variables de madurez tecnológica del mosto.

Con los 200 ml de mosto disponibles para cada muestra se procedió a realizar los siguientes análisis físico-químicos: °Brix (Refractometría), Ácido Málico (método enzimático), YAN (método enzimático), Acidez total exp. en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (metodología SAG) (g/L), Acidez total exp. en C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> (g/L) y pH (metodología OIV-MA-AS313-15 R:2011).



**Figura 3.3.** Mostos provenientes de bayas del cv. Cabernet Sauvignon de distintas calidades potenciales y diferentes niveles de madurez.

### **3.7. Diseño experimental y análisis estadístico.**

El ensayo fue conducido con un diseño estadístico completamente al azar (DCA) con tres repeticiones, en un arreglo factorial con dos factores: i) calidad potencial propuesta por la compañía con tres niveles (baja, media y alta) y ii) nivel de madurez con tres niveles correspondientes a la concentración de azúcar en el mosto medida en °Brix ( $< 22^{\circ}\text{Brix}$ ,  $22^{\circ} \geq 25^{\circ}\text{Brix}$  y  $> 25^{\circ}\text{Brix}$ ).

Los datos recogidos fueron procesados por el programa estadístico STATGRAPHICS centurión versión 18-X64, en el cual se realizó un análisis de varianza (ANOVA) a todas las variables de estudio. Con aquellas variables que presentaron diferencias estadísticamente significativas se realizó una separación de medias mediante la prueba LSD a un nivel de  $p \leq 0,05$ .

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 Análisis multifactorial de la composición química del mosto obtenido a partir de bayas del cv. Cabernet Sauvignon con respecto a calidad potencial y nivel de madurez.

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, los resultados que se obtuvieron al realizar el análisis multifactorial muestran una interacción significativa entre la calidad potencial y madurez sólo para la variable de concentración de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), indicando que esta variable depende de ambos factores. Esto quiere decir que el contenido de azúcar del mosto está influenciado significativamente por la calidad potencial de la uva con que es elaborado, y además por el nivel de madurez de las bayas.

Además, se analizaron los factores por separado, es decir, cómo influyen los distintos niveles de madurez sobre las distintas variables y además, cómo influye la calidad potencial definida por la viña sobre las variables analizadas. Aunque al realizar la analogía con lo que postula Armstrong et. al. (2021) podemos observar que, así como la heterogeneidad de la fruta tiene implicancias químicas en la composición de los vinos, en este caso también tiene efectos significativos sobre la composición química del mosto.

**Cuadro 4.1.** Efecto del grado de madurez y de la calidad potencial de las bayas de cv. Cabernet Sauvignon en parámetros químicos del mosto tales como  $^{\circ}$ Brix, Acido Málico, YAN, Acidez total exp. en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (SAG) (g/L), Acidez total exp. en C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> (g/L) y pH (OIV-MA-AS313-15 R:2011) en el mosto durante la temporada de vendimia 2020.

| FACTOR                   | Sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) | Acido Málico | YAN      | Acidez total exp. en H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (SAG) (g/L) | Acidez total exp. en C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub> (g/L) | pH (OIV-MA-AS313-15 R:2011) |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------|----------|---|---|-----------------------------|
| <b>CALIDAD POTENCIAL</b> |                                     |              |          |   |   |                             |
| Baja                     | 20,18 a                             | 1,50         | 88,20 a  | 4,91 a  | 75,19 a   | 3,42 a                      |
| Media                    | 21,74 b                             | 1,36         | 109,42 a | 4,54 a  | 51,07 b   | 3,48 a                      |
| Alta                     | 23,61 c                             | 1,09         | 169,67 b | 3,67 b  | 5,62 c  | 3,60 b                      |
| significancia            | **                                  | n.s          | **       | **  | **  | **                          |
| <b>MADUREZ</b>           |                                     |              |          |   |   |                             |
| M1                       | 20,57 a                             | 1,25         | 125,99   | 4,35  | 43,40   | 3,45                        |
| M2                       | 21,46 b                             | 1,14         | 116,39   | 4,41  | 44,27   | 3,51                        |
| M3                       | 23,51 c                             | 1,34         | 124,91   | 4,37  | 44,20   | 3,54                        |
| significancia            | **                                  | n.s          | n.s      | n.s   | n.s   | n.s                         |
| <b>INTERACCIÓN</b>       |                                     |              |          |   |   |                             |
| significancia            | **                                  | n.s          | n.s      | n.s   | n.s   | n.s                         |

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ). Prueba estadística LSD.

Significancia estadística: ns No Significativo; \*  $p \leq 0,05$ , \*\*  $p \leq 0,001$ .

## 4.2 Variabilidad de la composición química del mosto con respecto a la Calidad Potencial.

Al analizar los parámetros químicos que fueron medidos en la composición de los mostos correspondientes a las tres calidades potenciales (alta, media y baja), se identificó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos para las variables de sólidos solubles (°Brix), YAN, Acidez total exp. en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (g/L), Acidez total exp. en C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> (g/L) y pH, como se puede apreciar en el **Cuadro 4.1**. En base a este análisis se puede observar que el nivel de calidad potencial que tiene el viñedo desde donde proviene la uva, influye directamente sobre la composición química que tiene el mosto elaborado con esta fruta.

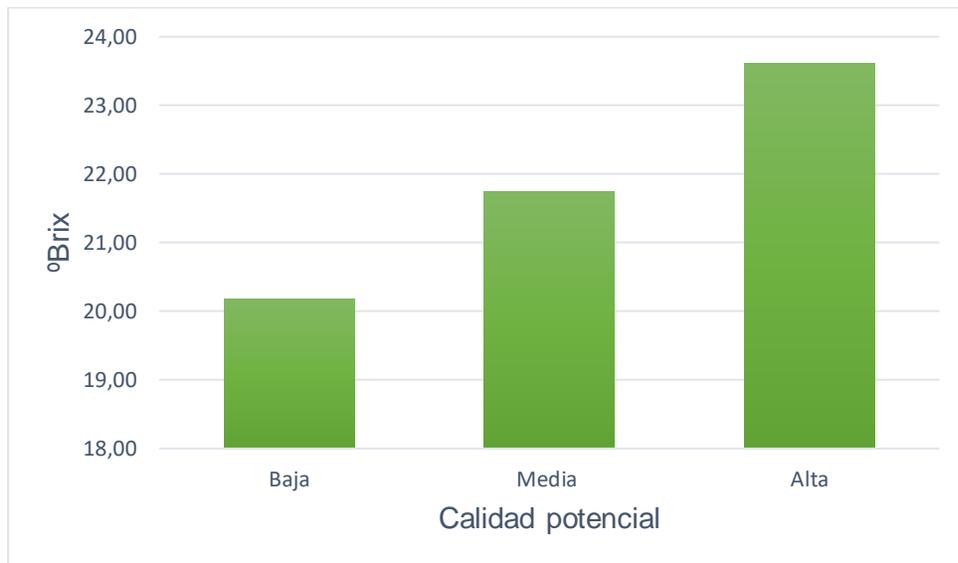
En la **Figura 4.1** se observa que para la calidad potencial baja el promedio de sólidos solubles en °Brix es menor que el resto de los tratamientos, esto se debe principalmente a la alta variabilidad de la madurez observada (**Figura 4.2**) en los huertos de calidad baja, lo que estaría indicando que existe un mayor volumen de fruta inmadura en este tratamiento.

En la variable calidad potencial media podemos observar que los sólidos solubles (°Brix) alcanzan un promedio más alto, pero no lo suficiente para llegar al nivel de madurez deseado para producir vino como es el caso del tratamiento con calidad potencial alta.

Asimismo, no se observan (**Cuadro 4.1**) diferencias estadísticas para la variable de ácido málico entre los tratamientos de calidad potencial. Sin embargo, en la **Figura 4.3** se observa que los promedios de ácido málico disminuyen a medida que aumenta la calidad potencial de la uva. Este resultado coincide con lo observado en la **Figura 4.1** que muestra que a mayor calidad potencial la fruta también incrementa la madurez de la fruta, disminuyendo el contenido de ácido málico de esta. Del Llaudy, Canals, Canals, & Zamora, (2007) realizaron estudios similares donde separaron bayas de distinta madurez y llegaron a conclusiones similares, mencionando que las uvas verdes aportan menor contenido de azúcar y mayor acidez.

Como se observa en la **Figura 4.4** en el tratamiento con baja calidad potencial el valor promedio del YAN es menor que en el resto de los tratamientos, seguido por el tratamiento con calidad potencial media, para finalmente observar el de calidad potencial alta, que presenta un mayor contenido de nitrógeno fácilmente asimilable (casi el doble que el tratamiento de baja calidad), se aprecia que el promedio del tratamiento calidad alta sobrepasa los 150 mg/L, que es

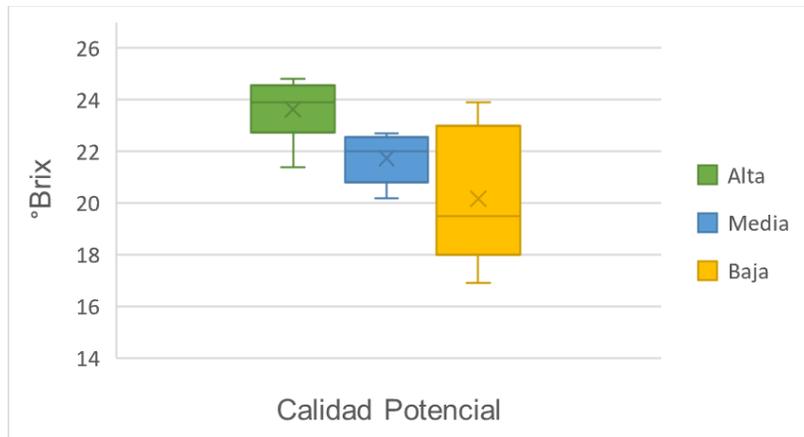
lo mínimo que se necesita para poder realizar una correcta fermentación (Blouin & Peynaud, 2006). Los de calidad media y baja no tendrán el alimento necesario para poder transformar los sólidos solubles en alcohol por lo que habrá que realizar correcciones.



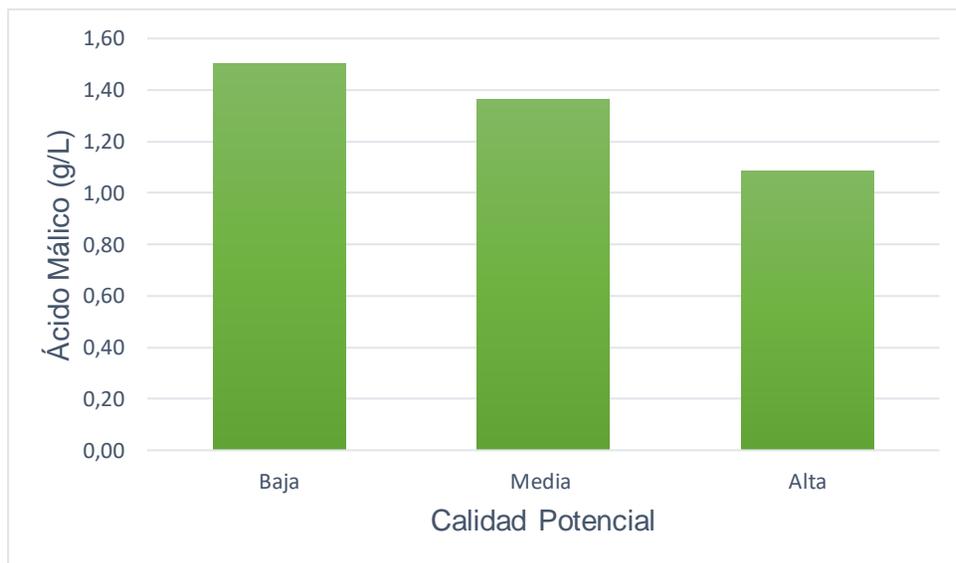
**Figura 4.1.** °Brix, promedios para cada calidad potencial (alta, media y baja).

En relación a los sólidos solubles (°Brix) se presenta una desviación estándar de 1,16 en los cuarteles de alta calidad potencial con un coeficiente de variación de 4,9%. Para los de calidad potencial media la desviación estándar es de 0,94 y el coeficiente de variación es de 4,3% y finalmente en los cuarteles de baja calidad potencial se presenta una desviación estándar de 2,55 y el coeficiente de variación más alto de los tres (12,6).

Según Gray (2006) para las vides visualmente uniformes la variabilidad expresada como el coeficiente de variación sería de un 4 a 5% en °Brix lo que coincide con los cuarteles de calidades potenciales media y alta.



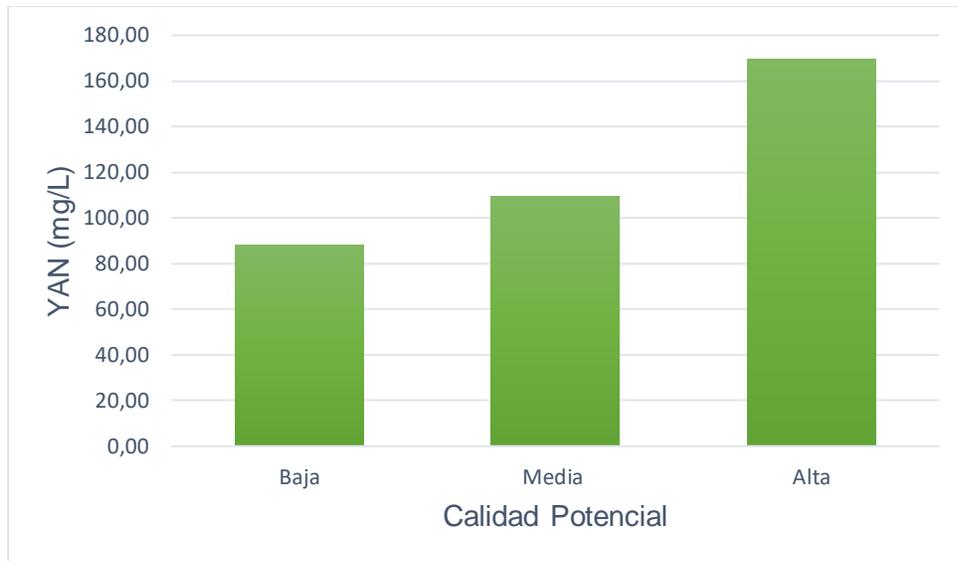
**Figura 4.2.** Distribución de los °Brix en mostos del cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de alta, media y alta calidad potencial en la temporada de vendimia 2020



**Figura 4.3.** Ácido málico, promedios para cada calidad potencial (alta, media y baja).

En cuanto al parámetro medido Acido Málico, este presenta una desviación estándar de 0,08 en los cuarteles de alta calidad potencial con un coeficiente de variación de 7,3%, siendo esta la más baja. Para los de calidad potencial media la desviación estándar es de 0,35 y el coeficiente de variación es de 26,3% y finalmente en los cuarteles de baja calidad potencial se presenta una desviación estándar de 0,48 y el coeficiente de variación 31,9%.

La sigla YAN es utilizada para referirse al termino nitrógeno fácilmente asimilable, y sirve para medir la cantidad de nitrógeno disponible para la levadura en el proceso fermentativo del vino (Leon, 2021).

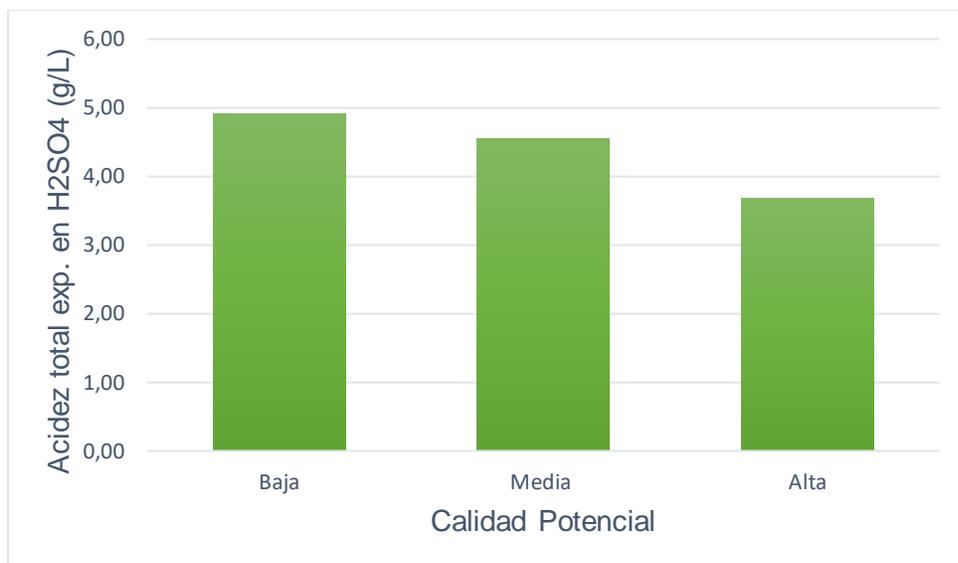


**Figura 4.4.** YAN, promedios para (mg/L) cada calidad potencial (alta, media y baja).

Para el YAN se presenta una desviación estándar de 11,01 en los cuarteles de alta calidad potencial con un coeficiente de variación de 6,4%, siendo esta la más baja. Para los de calidad potencial media la desviación estándar es de 38,13 y el coeficiente de variación es de 34,8% y finalmente en los cuarteles de baja calidad potencial se presenta una desviación estándar de 35,7 y el coeficiente de variación 40,4%.

En el mosto se encuentran cantidades significativas de ácidos orgánicos, mayoritariamente ácido tartárico, málico y cítrico, de estos tres, los ácidos tartárico y málico representan cerca del 90% de los ácidos totales del mosto (Amerine & Joslyn, 2021).

Como se puede observar en la **Figura 4.5** el promedio más alto de ácido total expresado en  $H_2SO_4$  corresponde al tratamiento de calidad potencial baja, y al igual que el YAN le sigue el tratamiento de calidad potencial media y finalmente el promedio más bajo de acidez se presenta en el tratamiento de calidad potencial alta.

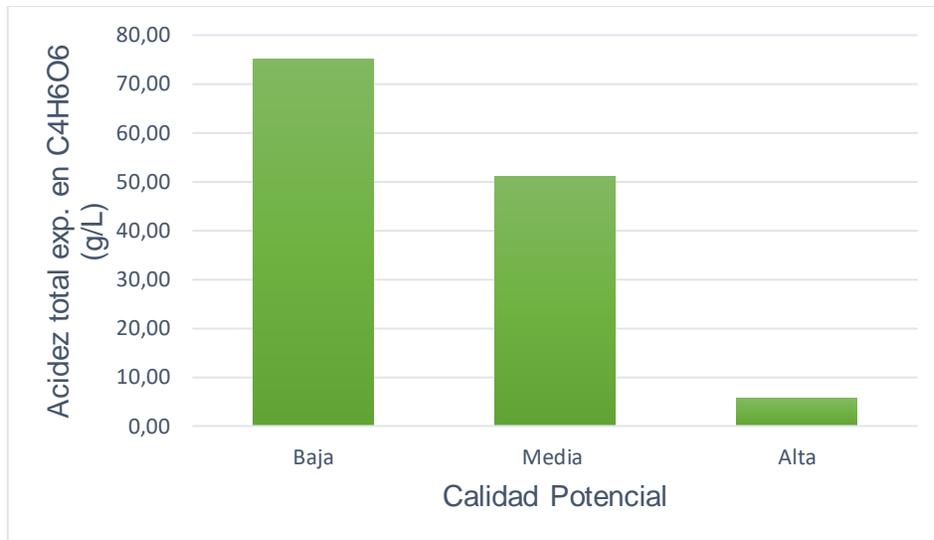


**Figura 4.5.** Acidez total exp. en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (SAG) (g/L), promedios para cada calidad potencial (alta, media y baja).

En la Acidez total exp. en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> se presenta una desviación estándar de 0,22 en los cuarteles de alta calidad potencial con un coeficiente de variación de 6,1%. Para los de calidad potencial media la desviación estándar es de 0,63 y el coeficiente de variación es de 13,8% y finalmente en los cuarteles de baja calidad potencial se presenta una desviación estándar de 0,35 y coeficiente de variación 7,1%.

Conocer la composición de los ácidos orgánicos del mosto es muy importante, debido a que en base a esto se puede determinar el momento de la vendimia, y el tipo de vino a elaborar, ya que la variable acidez determina el tratamiento que se le debe realizar al mosto (corrección de la acidez), antes del proceso de vinificación (Dolores et al., 2014).

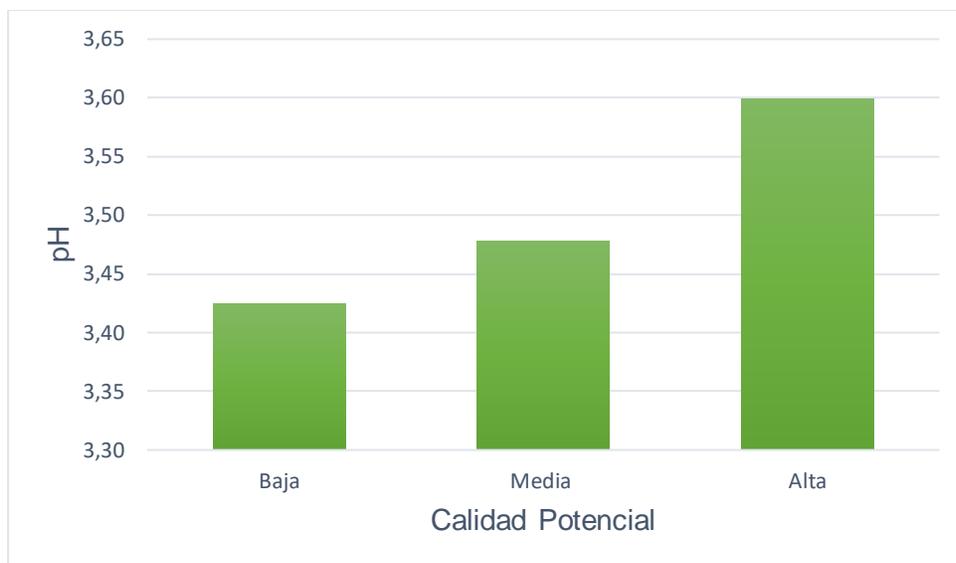
En la **Figura 4.6** se presentan los valores promedios de la acidez total, que corresponde a la suma de todos los ácidos presentes en el mosto (García, 1990). Este se muestra en los distintos tratamientos en función de la calidad potencial de la uva. Al respecto, podemos observar que el tratamiento de alta calidad potencial es considerablemente más bajo en relación a lo observado con el resto de los tratamientos. De este resultado se puede inferir que los mostos preparados con fruta proveniente de cuarteles de alta calidad presentan una composición química más favorable para vinificación que los cuarteles con denominación baja y media calidad.



**Figura 4.6.** Acidez total exp. en C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> (SAG) (g/L), promedios para cada calidad potencial (alta, media y baja).

En la Acidez total exp. en C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> se presenta una desviación estándar de 0,34 en los cuarteles de alta calidad potencial con un coeficiente de variación de 6,1%. Para los de calidad potencial media la desviación estándar es de 34,51 y el coeficiente de variación es de 67,5% y finalmente en los cuarteles de baja calidad potencial se presenta una desviación estándar de 5,39 y coeficiente de variación 7,1%.

En el proceso de maduración de las bayas el contenido de tartrato y malato de la fruta desciende a medida que nos acercamos a la vendimia, este proceso es acompañado por un pequeño incremento del pH. En general alto niveles de acidez en la fruta se asocian con menores valores de pH y viceversa. En adición los ácidos orgánicos en la fruta juegan un papel fundamental en el color, sabor y estabilidad microbiana del mosto (Dolores et al., 2014).



**Figura 4.7.** pH de mostos de vides Cabernet Sauvignon provenientes de viñedos con diferente calidad potencia.

En el pH se presenta una desviación estándar de 0,09 en los cuarteles de alta calidad potencial con un coeficiente de variación de 2,6%. Para los de calidad potencial media la desviación estándar es de 0,1 y el coeficiente de variación es de 3,08% y finalmente en los cuarteles de baja calidad potencial se presenta una desviación estándar de 0,13 y coeficiente de variación 4,02%.

En este caso el coeficiente de variación en los cuarteles de calidad potencial alta comparado con lo que dijo Gray (2006) es mas bajo que lo señalado para vides visualmente uniformes, indicando una menor variabilidad.

### **4.3 Variabilidad de la composición química del mosto con respecto al nivel de madurez.**

Al analizar los parámetros químicos que fueron medidos en la composición de los mostos correspondientes a los tres niveles de madurez (M1, M2 y M3), podemos señalar que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para las variables Acido málico, YAN, Acidez total (g/L) y pH, a excepción de lo que sucedió con la variable de sólidos solubles (°Brix), mostrando diferencias estadísticamente significativas como se puede observar en el **Cuadro 4.1**. Se puede evidenciar que la heterogeneidad de la uva podría influir en la composición química del vino, ya que afecta directamente la composición química del mosto con el que se prepara (Kontoudakis et al., 2011).

En el nivel de madurez M1 la variabilidad de los datos medidos para el ácido málico es menor ya que también se observa una mínima dispersión de datos como se puede ver en la **Figura 4.8** en donde la caja se presenta más comprimida en comparación con los otros dos niveles.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente para la variable sólidos solubles (°Brix) se observarían diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (M1, M2 y M3). En la **Figura 4.9** se observan diferencias claras entre los tratamientos. Se observa que entre más alto es el nivel de madurez de la fruta, mayor es la acumulación de sólidos solubles(°Brix) medidos en los mostos, mostrando además una menor dispersión de datos, por lo tanto, una menor variabilidad en la madurez de la uva.

En los resultados mostrados en la **Figura 4.8** se puede apreciar que en el nivel más alto de madurez (M3) hay un alto contenido de sólidos solubles (°Brix), lo que se puede relacionar directamente con el impacto que tienen las bayas con alto contenido de azúcar al cosecharlas, en el resultado de los vinos, afectando cualidades organolépticas y sensoriales principalmente (Heymann et al., 2013)

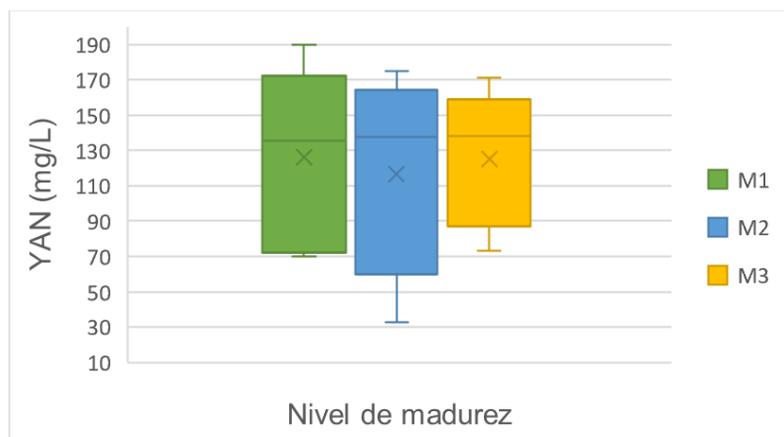


**Figura 4.8.** Distribución de los datos correspondientes a Acido málico (g/L) para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix).



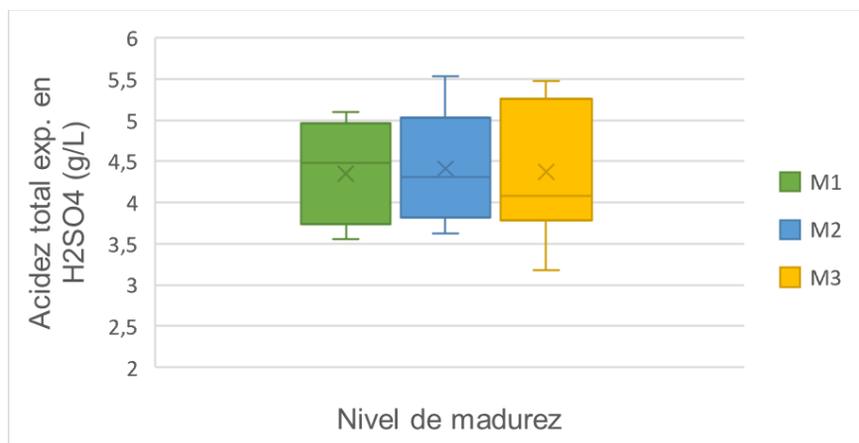
**Figura 4.9.** Distribución de los datos correspondientes a °Brix para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix).

En la **Figura 4.10** se observa que la dispersión de los datos es inferior en el tratamiento de madurez M3, debido a una menor variabilidad de los datos en relación a los valores de nitrógeno fácilmente asimilable medidos durante el ensayo. Esto se observa al comparar el largo de la caja de los tres niveles de madurez evaluados.



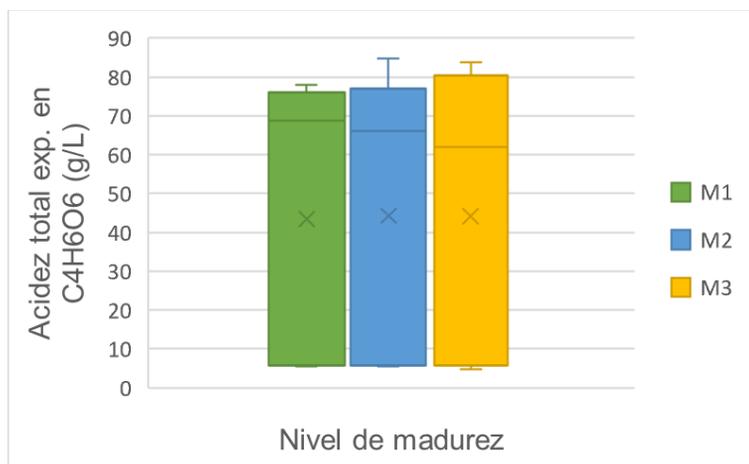
**Figura 4.10.** Distribución de los datos correspondientes a YAN (mg/L) para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix).

En la variable Acidez total exp. en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (g/L) en la **Figura 4.11** se observa que en el nivel más bajo de madurez (M1) los ácidos totales están concentrados en un intervalo más pequeño que el resto de los tratamientos, indicando que la muestra es más homogénea en fruta con menor madurez.



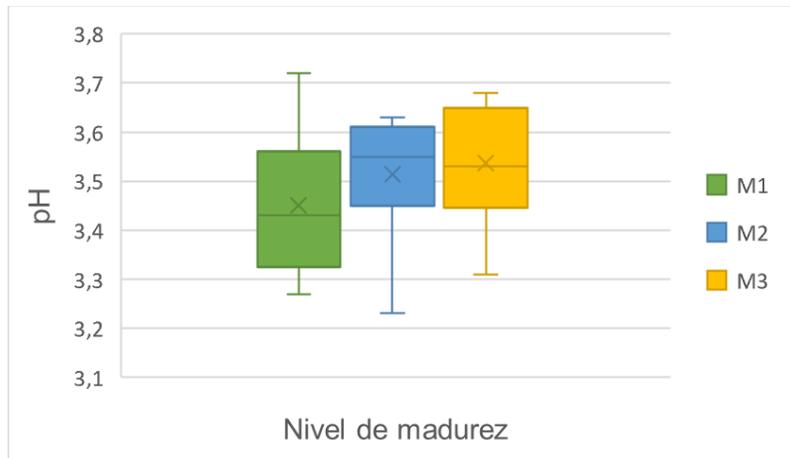
**Figura 4.11.** Distribución de los datos correspondientes a Acidez total exp. en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (g/L) para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix).

En la **Figura 4.12** de Acidez total exp. en C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> (g/L) presenta una distribución muy heterogénea, ya el rango de valores es muy amplio para los tres tratamientos de madurez analizados, aunque se observa la tendencia que la mitad de los datos están concentrados en un nivel de mayor acidez en los tres tratamientos.



**Figura 4.12.** Distribución de los datos correspondientes a Acidez total exp. en C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> (g/L) para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix).

Los valores mínimos y máximos en cada nivel de madurez de la **Figura 4.13** son considerablemente distantes, señalando una alta heterogeneidad para la variable de pH de la fruta, lo que estaría influyendo de manera considerable en la composición química del mosto.



**Figura 4.13.** Distribución de los datos correspondientes a pH para los tres niveles de madurez M1 (<22°Brix), M2 (22°-25°Brix) y M3(>25°Brix).

## **5. CONCLUSIONES**

La composición química del mosto (pH, acidez total, YAN y ácido málico) proveniente de bayas del cv. Cabernet Sauvignon con distintos grados de heterogeneidad, varía considerablemente dependiendo de la calidad potencial asignada a cada cuartel. Esto es explicado por las diferencias estadísticamente significativas obtenidas para los parámetros químicos de madurez YAN, acidez total y pH.

El grado de variabilidad medido en los parámetros de madurez, resultó presentar diferencias importantes entre los tres niveles de calidad potencial, siendo la calidad potencial alta la que mostró el menor grado de variabilidad. Esto es indicativo de que los mostos producidos con uvas provenientes de cuarteles de alta calidad potencial son más homogéneos en su composición y por lo tanto presentan cualidades más deseadas para la producción de vinos.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Amerine, M. A., & Joslyn, M. A. (2021). *Table Wines*. Berkley, CA: University of California Press, 397p.

Armstrong, C., Ristic, R., Boss, P., Pagay, V., & Jeffery, D. (2021). Effect of grape heterogeneity on wine chemical composition and sensory attributes for *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon. *Australian Journal of Grape and Wine Research.*, 27(2): 206-218.

Barbagallo, M. G., Guidoni, S., & Hunter, J. J. (2011). Berry size and qualitative characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Syrah. *South African J. Enol. Vitic.*, 32(1), 129-136.

Bindon, K., Holt, H., Williamson, P. O., Varela, C., Herderich, M., & Francis, I. L. (2014). Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 2. Wine sensory properties and consumer preference. *Food Chem.* 154(1): 90-101.

Blouin, J., & Guimberteau, G. (2004). *Maduración y madurez de la uva*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 157p.

Blouin, J., & Peynaud, E. (2006). *Enología práctica : Conocimiento y elaboración del vino*. Madrid: Mundi-Prensa. 360p.

Callejas, R. 2005. Incremento del color de cubrimiento en variedades rojas. Centro de estudio de la vid, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Disponible en: <http://www.cevid.cl/articulos/ColordeCubrimientoVarRojas.pdf>. Leído el 15 de mayo del 2010.

Catania, S., & Avagnina, S. (2007). La Maduración de la Uva. . En *Curso superior de degustación de Vinos*. Mendoza: INTA. Disponible en: [https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-18\\_\\_la\\_maduracin\\_de\\_la\\_uva.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-18__la_maduracin_de_la_uva.pdf).

Cayla, L., & Renard, R. (2007). Estimación de la madurez fenólica de las uvas tintas con el método ITV estándar. *Revista internet de viticultura y enología*, 1-13. <https://www.infowine.com/intranet/libretti/libretto4880-01-1.pdf>

Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A., Tavares, R., Sousa, M., & al., e. (2007). Biochemical Changes throughout Grape Berry Development and Fruit and Wine Quality. *Food*.1(1):1-22.

Cubero, S., Tello Moro, J., Diago Santamaría, M. P., Aleixos, N., Ibáñez Marcos, J., Tardáguila Laso, J., & Blasco, J. (2015). Evaluación de la morfología del racimo mediante análisis de imágenes 2D y 3D. *Vida rural*, 58-62.

Dai, Z. W., Ollat, N., Gomès, E., Decroocq, S., Tandonnet, J. P., Bordenave, L., ... & Vivin, P. (2011). Ecophysiological, genetic, and molecular causes of variation in grape berry weight and composition: a review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 62(4), 413-425.

Del Llaudy, M., Canals, R., Canals, J., & Zamora, F. (2007). Influence of ripening stage and maceration length on the contribution of grape skins, seeds and stems to phenolic composition and astringency in wine-simulated macerations. *European Food Research and Technology*, 337-344.

Del Pozo, J. (2014). *Historia del Vino Chileno. Desde la época colonial hasta hoy*. Santiago: LOM Ediciones. 316p.

Dolores, M., Mateos-Aparicio, I., de Pradena, J., García, M., Pérez, M., Redondo, A., . . . Zapata, M. (2014). El vino y su análisis. *Departamento de Nutrición y Bromatología II, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid*, 76.

Fregoni, M. (2015). *Patrimonio Vitivinícola*. (R. A. Alvarado, Ed.) Santiago: Ediciones Biblioteca Nacional.

Gao, X.-T., Li, H.-Q., Wang, Y., Peng, W.-T., Chen, W., Cai, X.-D., . . . Wang, J. (2019). Influence of the harvest date on berry compositions and wine profiles of *Vitis vinifera* L. cv. 'Cabernet Sauvignon' under a semiarid continental climate over two consecutive years. *Food Chemistry*, 237-246.

García, J. y Xirau, M. 2005. Técnicas Usuales de Análisis en Enología. Panreac Química S.A. Barcelona, España. 21-27p.

Gouthu, S., & Deluc, L. (2015). Momento del inicio de la maduración en las bayas de uva y su relación con el contenido de semilla y los niveles de auxina del pericarpio. *BMC Plant Biol*, 15.

Gray, J. (2002). The basis of variation in the size and composition of grape berries, Department of Horticulture, Viticulture and Oenology Faculty of Agriculture and Natural Resource Sciences, The University of Adelaide, Adelaide Australia. 185.

Heymann, H., Licalzi, M., Conversano, M. R., Bauer, A., Skogerson, K., y Matthews, M. 2013. Effects of extended grape ripening with or without must and wine alcohol manipulations on cabernet sauvignon wine sensory characteristics. *South African J. Enol. Vitic.*, 34(1), 86–99.

Hidalgo, J. (2010). *Tratado de Enología. Tomo I*. Mundi-Prensa.

Hidalgo, L. (2019). *Tratado de viticultura (5a ed.)*. Madrid: Mundi-Prensa.

Inza, (2007). La Maduración de la Uva. En Inza, *Curso Superior de Degustación de Vinos* (págs. 1-14). Mendoza.

Kontoudakis, N., Esteruelas, M., Fort, F., Canals, J., De Freitas, V., & Zamora, F. (2011). Influence of the heterogeneity of grape phenolic maturity on wine composition and quality. *Food Chemistry*, 124, 767-774.

Lacoste, P. (2015). Viticultura, pequeña propiedad e integración social. En *Patrimonio Vitivinícola. Aproximación a la cultura del vino en Chile*. (págs. 27-33). Santiago: Ediciones Biblioteca Nacional.

Leon Niño, J. C. Métodos de ensayo utilizados en la determinación de amino nitrógeno libre (NFA) en materiales que cursan o están destinados a procesos de fermentación alcohólica.

López Alejandro, M. M. (2001). Viticultura, enología y cata para aficionados.

Marquette, B. (1999). La madurez fenólica: Conceptos básicos. *Seminario Internacional de Microbiología y Polifenoles del Vino*.

Moreno, Y., & Vallarino, J. (2011). Manual de consulta de cultivares y portainjertos de vides para vinificación. *Santiago de Chile, Origo*.

Müller, K. (2004). Chile vitivinícola en pocas palabras. *Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Agroindustria y Enología, Universidad de Chile, Santiago de Chile*.

ODEPA. (6 de Marzo de 2022). *Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile*. Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/rubros/vinos-y-alcoholes>

OIV. (8 de Marzo de 2022). *Organización Internacional de la Viña y el Vino*. Obtenido de <https://www.oiv.int/public/medias/5888/en-distribution-of-the-worlds-grapevine-varieties.pdf>

Pagay, V., & Cheng, L. (2010). Variability in berry maturation of Concord and Cabernet franc in a cool climate. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61(1), 61-67.

Peñín, J. (2011). *Historia del vino*. Grupo Planeta Spain

Pérez Montiel, H. (2015). *Física general*. Distrito Federal: Patria.

Picornell, M., & Melero, J. (2012). Historia del cultivo de la vid y el vino; Su expresión en la Biblia. *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 229.

Piqueras, J. (2014). *La vid y el vino en España: Edades Antigua y Media*. Universitat de València.

Puig i Vayreda, E. (2016). El vino. *El vino*, 1-140. Reynier, A. (2013). *Manual de viticultura* (11a ed.). Barcelona: Omega.

Reynier, A. (2002). *Manual de viticultura: guía técnica de viticultura*. Mundi-Prensa Libros.

Santos Bobillo, M. T., Alonso Beato, M. T., Ladero Santos, I., & Martín Rodríguez, M. A. (2005). Plantas medicinales españolas. *Vitis vinifera* L. subsp. *vinifera* (Vitaceae).

Todaro, R., & Reyes, N. (2009). CHILE: RELACIONES DE GÉNERO EN LA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA. Santiago: Comercio, Género y Equidad en América Latina.