



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**MADURACIÓN ASINCRÓNICA DE BAYAS EN VIDES
CV. CABERNET SAUVIGNON IV: EFECTOS SOBRE LA
COMPOSICIÓN DEL VINO EN VIÑEDOS DE DISTINTO
POTENCIAL CUALITATIVO.**

MEMORIA DE TITULO

DANIELA PAZ AHUMADA ESPINOZA

TALCA, CHILE

2021

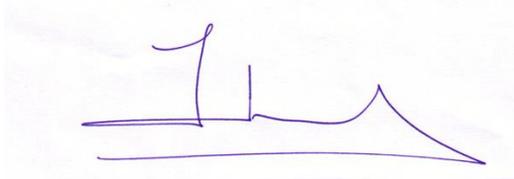
CONSTANCIA

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, 2021

APROBACIÓN:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Yerko Moreno Simunovic', written over a light blue grid background.

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

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Gonzalo Díaz Ulloa', written over a light blue grid background.

**Profesor informante: Gonzalo Díaz Ulloa, Ing. Agr. MS. Dr. Profesor asociado.
Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias**

Fecha de presentación de Memoria de Título: 26 de abril de 2021

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la oportunidad de haber pasado por la Universidad de Talca, por todo el equipo docente y en especial a cada una de las personas que componen a la Facultad de Agronomía.

Gracias a mis profesores de memoria de título Yerko Moreno y Gonzalo Díaz, quienes me guiaron en el desarrollo de este proyecto.

A mis amigas y compañeras de Universidad: Antonieta Marsano, Valentina Rolack, Esperanza Albornoz, por el apoyo en toda la etapa universitaria. A mi amiga Paulina Astaburuaga por colaborar en el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, gracias a mi familia y en especial a mi mamá, Alejandra Espinoza, por el apoyo incondicional. Sin ella, nada de esto podría haber sido posible.

A todos y cada uno de los que formaron parte de esta etapa inolvidable.

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar la maduración asincrónica de las bayas de vid cultivar Cabernet Sauvignon y como afecta este tipo de maduración en la calidad potencial de vino, se llevó a cabo el estudio en las temporadas 2019 y 2020 en los valles del Maipo, Colchagua y Curicó. Los racimos fueron cosechados categorizando en tres tipos de calidad potencial de racimos en Alta, media y baja bajo condiciones comerciales de bodega en Viña Santa Rita. Los racimos se evaluaron en parámetros de calidad potencial del vino; grado alcohólico, antocianinas, pH, acidez total, H_2SO_4 , índice de color (420+520 nm) e índice de color (420+520+620 nm). Basado en las condiciones del estudio, los resultados indican que racimos provenientes desde viñedos de mayor calidad y mayor valor comercial, tuvieron una maduración más homogénea en comparación a los cuarteles de baja calidad potencial, según los parámetros evaluados. Es importante señalar que en ambas temporadas se obtuvieron resultados con diferencias. Es necesario ampliar este tipo de estudio para obtener resultados que confirmen nuestros hallazgos asociados con la maduración y sus efectos en la calidad.

Palabras claves: cultivar Cabernet Sauvignon, calidad potencial, maduración asincrónica, variabilidad.

ABSTRACT

In order to evaluate the asynchronous maturation of grapevine berries cv. Cabernet Sauvignon and determinate the effects of potential quality of the wine. The trial was carried out in the 2019 and 2020 seasons in three traditional valleys of Maipo, Colchagua and Curicó in central Chile. The grapevine cluster were harvested from the commercial winery of Viña Santa Rita, based in potential qualities; High, medium and low. The potential quality parameters of the wine evaluated include, alcoholic strength, anthocyanins, pH, total acidity H_2SO_4 , color index 420 + 520 nm and color index 420 + 520 + 620 nm. Based in our results, as a result, grapes of higher quality and greater commercial value, had a more homogeneous maturation compared to grapes cluster of low potential quality, according to the parameters evaluated. In both seasons results were obtained with differences.

Keywords: grow Cabernet Sauvignon, potential quality, asynchronous maturation, variability

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Hipótesis.....	2
1.2	Objetivo general.....	2
1.3	Objetivos específicos	2
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Cabernet Sauvignon	4
2.2	Fenología y maduración asincrónica	4
2.2.1	Maduración de la baya.....	5
2.2.2	Madurez enológica.....	6
2.2.3	Madurez fisiológica	6
2.2.4	Madurez tecnológica	6
2.3	Vinificación.....	7
2.4	Factores que influyen en la calidad del vino.....	8
2.4.1	Compuestos fenólicos.....	9
2.4.2	Grado alcohólico y sólidos solubles	10
2.4.3	Acidez total y pH.....	11
2.4.4	Intensidad Colorante (IC)	11
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1	Localización del ensayo	12
3.2	Características de los viñedos.....	13
3.3	Diseño Experimental y análisis estadístico	13
3.4	Procedimientos	14
3.5	Vinificación.....	14
3.6	Análisis de vinos terminados.....	14
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1	Composición química de los vinos terminados.....	16

4.3	Grado alcohólico.....	18
4.4	Acidez total.....	21
4.5	Antocianinas totales (mg/L)	24
4.6	pH.....	26
4.7	Intensidad colorante	29
5.	CONCLUSIONES.....	31
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Ubicación de viñedos cultivar Cabernet-Sauvignon de diferente calidad potencial utilizados en el ensayo.	12
Cuadro 3.2. Manejos agronómicos y rendimiento de los cuarteles de distinta calidad potencial del cultivo. Cabernet Sauvignon en las temporadas 2019-2020.	12
Cuadro 4.1. Composición química de vinos y grados brix en las bayas al momento de cosecha del cv. Cabernet-Sauvignon provenientes de cuarteles de diferente potencial cualitativo, temporadas 2018-2019 y 2019-2020.	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Influencia de la variabilidad de grados brix en los cuarteles de calidad potencial alta, media y baja de los viñedos cv. Cabernet Sauvignon en las temporadas 2018-2019.	18
Figura 4.2 Influencia de la variabilidad de grados brix en los cuarteles de calidad potencial alta, media y baja de los viñedos cv. Cabernet Sauvignon en las temporadas 2019-2020.	18
Figura 4.3. Distribución de la variabilidad de los grados alcohólicos promedios del vino del cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en la temporada 2018-2019.	21
Figura 4.4. Distribución de la variabilidad de los grados alcohólicos promedios del vino del cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en la temporada 2019-2020.	21
Figura 4.5. Distribución de la variabilidad de la acidez total en vinos de cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en la temporada 2018-2019.	23
Figura 4.6. Distribución de la variabilidad de la acidez total promedio en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en la temporada 2019-2020.	24
Figura 4.7. Distribución de la variabilidad de antocianinas totales en mg/L en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en las temporadas 2018-2019.	26
Figura 4.8. Distribución de la variabilidad de antocianinas totales en mg/L en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en las temporadas 2019-2020.	26
Figura 4.9. Distribución de la variabilidad del pH total en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en las temporadas 2018- 2019.	28
Figura 4.10. Distribución de la variabilidad del pH total en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en las temporadas 2018- 2019.	29
Figura 4.11. Distribución de la variabilidad de la Intensidad colorante (420 + 520 nm.) en vinos del cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en las temporadas 2018-2019.	30

Figura 4.12. Distribución de la variabilidad de la Intensidad colorante (420 + 520 nm.) en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en la temporada 2019-2020. 30

1. INTRODUCCIÓN

La vid (*Vitis vinifera* L.), es una especie frutal originaria de la zona templada del Asia occidental que pertenece a la familia Vitaceae y que corresponde a una planta leñosa, siendo un arbusto sermentado y trepador (Hidalgo, 2006). Es apreciada por sus frutos y por los subproductos elaborados desde ellos, cultivándose hoy en día en los cinco continentes (Almanza y Balaguera, 2008).

Según el último Catastro Vitícola Nacional (SAG, 2019), la superficie nacional total establecida con vides para vinificación asciende a alrededor de 136 mil hectáreas, lo que se traduce en una capacidad de producción de vino equivalente a los 1.200 millones de litros anuales, esto si el cultivo se encuentra bajo condiciones climáticas favorables. Las principales zonas vitivinícolas del país corresponden a las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins y del Maule, en donde se concentra un poco más del 72% de la superficie nacional.

De acuerdo con el Boletín del Vino de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura, las exportaciones de vinos y mostos al año 2020 superaron los 850 millones de litros, con un valor cercano a los US\$ 1.825 millones (ODEPA, 2021). En la actualidad, Chile está posicionado como el primer exportador de vinos en América y cuarto exportador a nivel mundial, siendo superado sólo por países europeos con amplia trayectoria y prestigio en materias vitivinícolas, como Francia, España e Italia (ODEPA, 2019).

Las variedades más cultivadas en Chile corresponden a Cabernet-Sauvignon con 29,49% de superficie destinada para vides vinificación, seguido por Sauvignon Blanc con 11,1% y Merlot con 8,62%, las cuales son claves en la viticultura chilena hoy en día (SAG, 2019).

Es importante precisar que el clima y el relieve de Chile, que presenta una geografía muy particular en cuanto a latitud, altitud, exposición, topografía, entre otros (Santibáñez, 1992), estructuran las características fisiográficas del país y favorecen la agricultura nacional especialmente al cultivo de la vid (BCN, 2019).

A lo largo de los últimos años, se ha evidenciado que el sector vitícola ha presentado un fuerte crecimiento, en materias de exportación, producto de la elaboración de vinos de mayor calidad, lo que ha logrado un reconocimiento a nivel mundial (Acevedo et al., 2005). No obstante, lo anterior, las demandas por mejoras en la calidad con continuas. De esta manera, uno de los aspectos clave para lograr lo anterior, es la correcta definición del momento en que las bayas se encuentran totalmente maduras y listas para ser cosechadas (Fernández, 2011). En este sentido la variabilidad de composición de la fruta, producto tanto de condiciones de manejo, como de clima, suelo o planta, juegan un rol fundamental en la correcta determinación de la madurez de cosecha y del potencial cualitativo de la fruta. De esta manera, el fenómeno conocido como madurez asincrónica o desigual de las bayas en el mismo racimo puede afectar la calidad del vino (Kontoudkis et al., 2011), debido a que, está directamente relacionado con la madurez de la piel y las semillas de las bayas al momento de cosecha, por concentrar los compuestos fenólicos responsables de la calidad organoléptica del vino (Bordeau y Scarpa, 1988). Por consiguiente, vinos elaborados a partir de bayas con madurez desigual serán poco equilibrados y astringentes (Gómez, 2003). En la actualidad existe información limitada sobre los efectos de la variabilidad de composición de la fruta sobre la calidad potencial de vides para vinificación y, por lo mismo, se ha propuesto una investigación que plantea la siguiente hipótesis y objetivos.

1.1 Hipótesis

Viñedos con diferente potencial cualitativo, expresado en el grado de variabilidad de acumulación de azúcar, presentan diferencias en la composición del vino resultante.

1.2 Objetivo general

Determinar el efecto de la maduración asincrónica de bayas de viñedos cv. Cabernet-Sauvignon de diferente potencial cualitativo sobre la composición de los vinos resultantes.

1.3 Objetivos específicos

- Determinar diferencias en grado alcohólico, acidez total, pH, antocianos totales e intensidad de color en vinos provenientes de viñedos de diferente potencial cualitativo y rendimiento.

- Determinar si existen diferencias en el grado de variabilidad de los distintos parámetros químicos del vino para las temporadas en estudio.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cabernet Sauvignon

Es una variedad originaria de la Región Burdeos en Francia, que nace de un cruzamiento entre Cabernet franc y Sauvignon blanc. Esta variedad se introdujo en Chile en el siglo XIX (García y Xirau, 2005). Permite obtener vinos de alta gama compuestos por una estructura tánica perfecta y aromas complejos, sobre todo si el cultivo es establecido en suelos y condiciones climáticas adecuadas. Asimismo, si se cumple con estos parámetros el vino es apto para el envejecimiento y guarda prolongada, además se puede hacer referencia que este cultivar tiene una facilidad en formación de azúcares, por lo que en climas cálidos podría generar dificultad en determinar la fecha de cosecha, debido a que la acumulación de azúcares optima se lograría previo a la maduración de pieles y taninos (Moreno y Vallariano, 2011).

2.2 Fenología y maduración asincrónica

Las bayas de la vid presentan una curva de crecimiento doble sigmoidea con dos fases de crecimiento activo (I y III), separadas por una fase estacionaria (II). No obstante, lo anterior y desde la perspectiva de su desarrollo y maduración destacan dos etapas. La primera de ellas corresponde a la de formación de las bayas, en donde estas crecen mayoritariamente por división celular, seguida de expansión celular y en la cual se acumulan ácido tartárico y málico, taninos, ácidos hidroxicinámicos y metoxipiracinas. En la segunda etapa, también llamada “de maduración”, la baya crece por expansión celular y se acumulan azúcares (glucosa y fructosa), antocianinas y compuestos aromáticos y se degradan los ácidos y las metoxipiracinas (Doumouya et al, 2014).

La maduración asincrónica corresponde al fenómeno en donde los racimos presentan bayas con distintos niveles de madurez, medida como acumulación de azúcar, madurez fenólica o ambas. De esta manera, si existe alta variabilidad de madurez, las bayas con mejor calidad y madurez optima se pueden ver “diluidas” por bayas de menor madurez y calidad (Zoecklein et al., 2010). Este fenómeno ocurre porque naturalmente las bayas al interior de un racimo no maduran de manera uniforme. Tampoco lo hacen racimos de una misma planta o de plantas vecinas al interior de un cuartel, a pesar de que se trate del

mismo cultivar (Zouid et al, 2013). Estas diferencias se deben a factores externos como variaciones en las características del perfil de suelo, nivel de carga de cada planta, época de poda, entre otras. En particular, el tamaño y desarrollo de las bayas están relacionados con la disponibilidad hídrica, la temperatura y las relaciones tróficas de la viña (Doumouya et al., 2014). Además, se ha demostrado que la maduración asincrónica se puede deber a diferencias en el momento de la floración y eventual polinización, donde estudios demostraron que las bayas que maduraron más temprano se ubicaban en la parte superior del racimo, donde justamente había ocurrido una floración y polinización anticipada, en comparación con las bayas ubicadas en las partes inferiores del racimo (Doumouya et al, 2014).

La madurez y tamaño uniforme de las bayas se consideran como parámetros claves para determinar la calidad potencial de la uva destinada para el proceso de vinificación. Por lo que entregar fruta a la bodega con tamaño y madurez asincrónica puede perjudicar la elaboración de vinos de alta calidad (Calderón-Orellana et al, 2014).

2.2.1 Maduración de la baya

La maduración se define como el periodo comprendido entre el envero y la cosecha. La maduración de la baya depende puntualmente de la fisiología de la vid, donde un determinante clave es el clima, el cual altera las características de la uva madura, pero muy poco la velocidad real de maduración, por ende, la verdadera fecha de madurez (Blouin, 2012). Este proceso tiene una duración aproximada de 46 días, bajo condiciones favorables, donde el fruto está sometido a constantes cambios fisiológicos que comprenden engrosamiento de la baya, acumulación de azúcares, pérdida de acidez, acumulación de compuestos polifenólicos, formación de compuestos aromáticos, ablandamiento de la baya y pérdida de peso (Ramírez y González, 2012).

Se puede mencionar que se conocen distintos tipos de madurez, los cuales son desde un punto de vista enológico, fisiológico y madurez tecnológica, las cuales se detallan a continuación.

2.2.2 Madurez enológica

La madurez enológica se define como el momento en que los principales componentes de la baya están en concentraciones y en proporciones ideales para la elaboración de un determinado vino. Estos corresponden a compuestos aromáticos libres y combinados, sustancias fenólicas, azúcares, ácidos, etc. Estos parámetros son evaluados previo a la cosecha para determinar el momento óptimo (Blouin, 2012).

Durante la maduración de la uva los niveles de aminoácidos, fenoles, potasio y azúcar aumentan, mientras los niveles de ácidos orgánicos disminuyen, particularmente el ácido málico. Es importante indicar que la uva es una especie frutal no climacterica por lo que no sigue madurando después de cosecharse (Zhao Ting et al, 2019).

Desde un punto de vista vitícola y enológico la baya se puede observar que se encuentra formada por tres partes importantes: piel, semilla y pulpa. Estos componentes poseen una composición totalmente diferente, por lo tanto, su aporte es muy diferente al mosto y vino final. Se puede especificar que las antocianinas generalmente se encuentran sólo en la piel de las bayas. Por esta razón la composición final del vino se puede modificar controlando el tamaño de las bayas (Suárez, 2004).

2.2.3 Madurez fisiológica

La madurez fisiológica hace mención del momento en que los factores como el agua, compuestos nitrogenados y azúcares son transportados al grano de las bayas, cuando esto ocurre la baya paulatinamente comienza a aumentar de tamaño y peso. Este proceso ocurre netamente por la acumulación de sustancias nutritivas generalmente agua y azúcar, y no por multiplicación celular (INTA, 2007).

2.2.4 Madurez tecnológica

La madurez tecnológica hace mención del estado de madurez, precisamente, de la pulpa, donde es evaluada la concentración de azúcar, acidez total y pH (Marquette, 1999). Por otra parte, se puede señalar que la madurez tecnológica se logra primero que la madurez fenólica, lo que provoca una problemática de cómo lograr coincidir estas dos

condiciones. Es habitual, que los viticultores para lograr obtener un apropiado nivel de madurez fenólica prolonguen la permanencia del fruto en la planta (Marquette, 1999).

- **Sólidos solubles o grados Brix en la baya:** La etapa de maduración se caracteriza por el incremento en el tamaño acompañado con el ablandamiento de la baya, además hay un aumento en la acumulación de azúcar, disminución en la acidez y coloración más intensa (Coombe et al, 2000). La acumulación de azúcares en las bayas es fundamental en el proceso de maduración, considerando que determina el contenido de alcohol en los vinos, ya que los azúcares presentes en el mosto son transformados en etanol en presencia de levaduras en temperaturas y condiciones favorables (Marquette, 1999). Factor clave en el desarrollo heterogéneo de los racimos son las lluvias y condiciones climáticas en la época de floración, ya que pueden conllevar al aborto floral (Coombe et al., 2000).
- **Acidez total:** La acidez total de las bayas cumple un rol determinante en los atributos organolépticos de vino; la acidez total está definida principalmente por concentraciones de ácido tartárico, málico y láctico. Los ácidos tartáricos y málicos disminuyen a medida que avanza la maduración de las bayas, por otro lado, el ácido láctico proviene de la fermentación maloláctica del vino (García y Xirau, 2005). Por lo que se puede inferir que una maduración asincrónica podría alterar la calidad potencial del vino, debido a que exceso o disminución de ácidos totales influye en la calidad final del vino.

Para poder determinar una fecha adecuada de cosecha se mide la relación de azúcar/acidez total en la pulpa de la baya, debido a que a medida que avanza la madurez aumenta la concentración de azúcar y por otro lado disminuye la acidez total (Marquette, 1999).

2.3 Vinificación

La elaboración del vino o vinificación corresponde al proceso tecnológico en donde el jugo de las bayas es transformado en vino mediante la fermentación. Para que esta última se lleve a cabo se deben añadir levaduras del género *Saccharomyces* al mosto en un medio anaerobio (en ausencia de oxígeno) en presencia de nutrientes, temperatura, pH y acidez

óptima, para que la levadura pueda actuar y así poder obtener una correcta fermentación la cual transforma el azúcar del jugo de las bayas conocidos como fructosa y glucosa en alcohol etílico y dióxido de carbono (Grainger et al., 2005).

2.4 Factores que influyen en la calidad del vino

La calidad del vino comienza en la viña, donde se deben tomar decisiones sobre diversos aspectos sobre el manejo de la vid, con lo que se consigue un impacto considerable en el desarrollo y calidad de la viña (Doumouya et al, 2014).

Los consumidores demandan vinos con determinadas características como, aromas frutales, taninos suaves, color intenso y cuerpo completo, esto se puede conseguir de bayas que han alcanzado la madurez completa (Kontoudakis et al, 2011). Los principales componentes del vino tinto corresponden a agua, azúcar, ácidos, alcohol y diversos compuestos fenólicos los cuales derivan principalmente de las bayas o del proceso de fermentación (Burns et al, 2011). La calidad del vino depende de un determinado equilibrio del viñedo, entre azúcares, ácidos, constituyentes aromáticos y compuestos fenólicos presentes (Cortazar-Atauri et al, 2009). Estos compuestos son los que establecen las cualidades organolépticas las que se conocen como color, aroma y sabor (astringencia y amargor), lo que se denomina cuerpo o estructura del vino (Cáceres et al, 2012). Por lo que las propiedades organolépticas en gran parte dependen de la composición de la uva con la que se elaboró del proceso de vinificación y de las condiciones que se almacena y envejece dicho vino (González-Naves et al, 2003). Además, se puede evidenciar que existe relación entre la composición fenólica y el valor comercial del vino (Cáceres et al, 2012).

La experiencia muestra que un buen aroma, tonalidad intensa y sensaciones gustativas como el amargor y astringencia se logran a partir de bayas maduras, ya que estos atributos están relacionados con las antocianinas y proantocianidinas presentes en las bayas y posteriormente en el vino (Kontoudakis et al, 2011). Las antocianinas se localizan sólo en pieles de las bayas mientras que las proantocianidinas se encuentran en pieles y semillas (Ribereau-Gayon., 2006). La composición óptima de la fruta es fundamental desde un punto de vista de calidad final del vino, por lo que la fecha de cosecha es clave, igualmente es importante mencionar que los aromas y compuestos volátiles no están únicamente vinculados con el proceso de fermentación, sino que en gran medida dependen de la

maduración de las bayas, por lo que una cosechar antes de tiempo podría traer consecuencias como aromas herbáceos indeseados lo que es común en vinos inmaduros, mientras que si se cosecha tarde podrían resultar aromas débiles o incluso la pérdida de aroma (Zhao Ting. et al., 2019), vinos más astringentes y amargos, ya que las bayas tienen bajos niveles de antocianinas presentes en la piel (Kontoudakis et al., 2011).

2.4.1 Compuestos fenólicos

Se puede señalar que la madurez fenólica es uno de los principales factores que afectan la calidad del vino (Kontoudakis et al., 2011). El vino y las uvas presentan una gran variedad de compuestos derivados de la estructura básica del fenol (Zoecklein et al., 2001). Los compuestos fenólicos pertenecen a los metabolitos secundarios de la *Vitis vinifera L.* Los que se clasifican como flavonoides (de más de un anillo bencénico) y no flavonoides (de un anillo bencénico), los primeros se dividen en subgrupos los cuales corresponden a flavonoles, flavonoles y flavonas, flavonoles y antocianos, y el segundo subgrupo corresponde a estilbeno y ácidos fenólicos (Downey et al., 2006). El grado de madurez es un punto sumamente importante sobre todo en las variedades tintas, debido a que existe gran relevancia en el contenido de compuestos fenólicos totales en la baya al momento de cosecha, por lo que se puede inferir que, la madurez determina los cambios cualitativos en los fenoles de las bayas (Marquette, 1999).

- **Antocianinas:** la calidad del vino tinto y el color están condicionados fundamentalmente por la presencia de antocianinas monoméricas (Mazza y Francis 1995). Estos pigmentos hidrosolubles se ubican en las vacuolas de las células vegetales (Cáceres et al., 2012), específicamente en la superficie de la epidermis de los hollejos, en variedades tintas también se pueden encontrar en la pulpa, los que componen la parte colorante de la baya (Peña, 1999). Las antocianinas son responsables de las tonalidades rojas, moradas y azules (Suarez, 2004). Las bayas más maduras contienen mayor concentración de antocianinas, (Boss et al., 1996). Además, las antocianinas son altamente sensibles a la oxidación enzimática, por lo que son responsables del pardeamiento de las bayas y posteriormente del vino (Oszmianski et al., 1986).

- **Taninos:** el sabor es una de las características organolépticas fundamental en el vino, sobre todo si el propósito es lograr un vino de alta calidad (Peña, 1999). Los atributos gustativos como la astringencia y el amargor están determinados por los flavonoles poliméricos y taninos (Arnold et al., 1980). Los taninos condensados se encuentran dentro del subgrupo de los flavonoides, específicamente en los flavonoles, localizados precisamente en pieles y semillas (Ribéreau-Gayon et al., 2003). Los niveles de taninos permanecen relativamente estables en las pieles de las bayas a lo largo de toda la maduración (Harberston et al., 2008). Se puede señalar que, los taninos en el vino aumentan por medio de una maceración prolongada, cuando el mosto esta por más tiempo en contacto con las pieles y las semillas (Gawel et al., 1998). La síntesis de este compuesto comienza inmediatamente post-cuaja, donde los máximos niveles se encuentran durante el envero. Es importante señalar que los taninos también influyen en el color del vino, ya que forman compuestos poliméricos estables en conjunto con las antocianinas, se establece que la estabilización del color máxima se logra cuando la relación antocianas/taninos es de 1:4 (Ribéreau-Gayon et al., 2003). La calidad de igual manera depende de la duración total, la intensidad máxima y el tiempo necesario para alcanzar dicha intensidad (Mcrae y Kennedy, 2011).

2.4.2 Grado alcohólico y sólidos solubles

Los azúcares que componen la pulpa de las bayas maduras son principalmente fructosa y glucosa, en proporciones similares, durante el proceso de fermentación, las cepas de levaduras fermentativas de *Saccharomyces Cerevisiae* tienen la habilidad de usar los carbohidratos y azúcares y transformarlos en etanol o alcohol etílico y dióxido de carbono, además se libera calor (Grainger et al., 2005). La mayoría de las cepas de levaduras fermentativas son inhibidas a niveles de 14 – 15% v/v de alcohol (Bordeu y Scarpa, 1998). Por otro lado, es importante mencionar que durante el proceso de fermentación se forman en cantidades bajas compuestos como glicerol, ácido succínico, ácido acético y ácido láctico. (Grainger et al., 2005).

La proporción de alcohol en un vino se especifica en grados alcohólicos acorde al principio de Gay – Lussac (G.L), en donde el alcohol puro tiene un título igual a 100 grados, y por lo tanto 1º alcohólico = a 1mL de alcohol puro contenido en 100 mL de vino (Bordeu

y Scarpa, 1998). Para la OIV se requiere un mínimo de 8,5% v/v para definirse como vino. En Chile el mínimo para considerarlo vino es de 11,5% v/v.

2.4.3 Acidez total y pH

En el vino, la acidez corresponde a un parámetro el cual le otorga propiedades gustativas al vino. Los niveles de acidez dependen de dos parámetros los cuales son la acidez fija y la acidez volátil. Se pueden distinguir los ácidos orgánicos presentes en el mosto que corresponden al ácido tartárico, málico y cítrico. Por otro lado, los ácidos lácticos, acéticos y succínicos provienen de la fermentación alcohólica (Bordeu y Scarpa, 1998).

La acidez total en el vino se origina por medio de los ácidos fijos, como el ácido málico y tartárico. En cambio, la acidez volátil es originada durante la fermentación maloláctica donde el ácido málico es transformado en ácido láctico, lo que le otorga un mejor sabor, además durante la vinificación se forman pequeñas cantidades de ácido acético. (Tenorio et al., 2014). La acidez real o pH, es la concentración de protones (H^+) libres, sin tener en cuenta la naturaleza ni la concentración de los ácidos libres responsables de estos iones H^+ . El pH mide la acidez real del medio (vino) (Bordeu y Scarpa, 1998). La acidez puede expresarse en acidez total (ácido tartárico) o acidez volátil (ácido acético) o en forma de pH, el cual es una medida complementaria de la acidez total, puede variar entre 3,3 y 3,6 (Tenorio et al., 2014).

2.4.4 Intensidad Colorante (IC)

Las características cromáticas están determinadas por el orujo, puntualmente por la presencia de antocianinas en la piel de las bayas (Zouid et al., 2013). La intensidad colorante hace referencia a la suma de las absorbancias a 420, 520 y 620 nm. Donde la absorbancia a 420 nm. corresponde a la fracción amarilla provocada por los compuestos fenólicos puntualmente por los flavonoles, los que se localizan principalmente en pieles y semillas. La absorbancia a 520 nm. corresponde al color rojo producido por las antocianinas de las pieles. Finalmente, la absorbancia a 620 nm. corresponde al color azul generalmente presente en vinos jóvenes los que se generan por reacciones alteradas de pH y copigmentación (Zamora, 2003).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del ensayo

Los ensayos se desarrollaron durante las temporadas 2019 y 2020 en seis viñedos localizados en los valles del Maipo, Colchagua y Curicó de propiedad de Viña Santa Rita S.A., ubicados en las regiones Metropolitana, O'Higgins y Maule, respectivamente. Los viñedos seleccionados correspondían a cv. Cabernet-Sauvignon y presentaban diferencias significativas en cuanto a rendimiento, además de tener asignadas distinta calidad potencial determinada por la bodega comercial Viña Santa Rita. (**Cuadro 3.1**).

Cuadro 3.1. Ubicación de viñedos cultivar Cabernet-Sauvignon de diferente calidad potencial utilizados en el ensayo.

Calidad potencial	Cuartel	Valle	Localidad
Alta	Cuartel 1	Maipo	Buin
	Cuartel 2	Maipo	Buin
Media	Cuartel 3	Colchagua	Pumanque
	Cuartel 4	Maipo	Pirque
Baja	Cuartel 5	Maipo	Alhue
	Cuartel 6	Curicó	Itahue

Cuadro 3.2. Manejos agronómicos y rendimiento de los cuarteles de distinta calidad potencial del cultivo. Cabernet Sauvignon en las temporadas 2019-2020.

Cuartel	Conducción	Ajuste de carga	Rendimiento [kg/ha]
Cuartel 1	Espaldera	1 raleo	1.343
Cuartel 2	Espaldera	1 raleo	1.606
Cuartel 3	Espaldera	No	10.500
Cuartel 4	Espaldera	1 raleo	14.590
Cuartel 5	Parrón	No	38.580
Cuartel 6	Espaldera doble	No	35.800

Para este ensayo se recolectaron bayas de cultivar Cabernet Sauvignon las temporadas 2019 y 2020 de las distintas calidades potenciales: alta, media y baja, propuestos por la Viña comercial Santa Rita. La clasificación de las calidades se determinó conforme al manejo agronómico, sector de producción, rendimiento, sistema de producción, potencial

enológico, entre otros. Lo anterior se puede observar en el [Error! No se encuentra el origen de la referencia.](#)

3.2 Características de los viñedos

Los viñedos ubicados en las localidades de Pumanque pertenecientes al valle de Colchagua el clima de esta región es de tipo mediterráneo. Se caracteriza por un largo periodo sin precipitaciones en primavera-verano la época de invierno alcanza un promedio anual de 500 mm. presenta una amplitud térmica que oscila entre los 15°C y 18°C, en ocasiones alcanzan los 30°C (Muñoz, 2009). El tipo de suelo es de origen volcánico de textura arcillosa, franco-arcilloso y arenoso (Viña Santa Rita, 2019).

Los viñedos ubicados en las localidades Buin, Pirque y Alhué pertenecientes al valle del Maipo específicamente en la región metropolitana próximo a la cordillera de los Andes se caracterizan por presentar un clima mediterráneo semiárido, los veranos son calurosos y secos e inviernos fríos (Santibáñez y Uribe, 1993). El valle del Maipo presenta una oscilación térmica que puede superar los 20°C con temperaturas anuales promedio de 14,9°C, las lluvias anuales promedio están entre los 300 y 450 mm/año (Viña Santa Rita, 2019). Los suelos son franco-arcillosos, de profundidad media (Barros et al., 2013).

Los viñedos ubicados en la localidad de Itahue perteneciente al valle de Curicó presentan un clima de tipo mediterráneo semiárido, donde se generan veranos cálidos y secos e inviernos fríos, en el cual hay un mayor número de heladas (Santibáñez y Uribe., 1993), con un periodo seco de cinco meses entre noviembre y marzo. La temperatura promedio anual es de 14°C y las precipitaciones anuales alcanzan los 700 mm. (Viña Santa Rita, 2019). Los suelos de son de tipo aluvial, francos arenosos en el piedemonte y franco profundo en zonas bajas (Barros et al., 2013).

3.3 Diseño Experimental y análisis estadístico

El ensayo se realizó en las temporadas 2018-2019 Y 2019-2020 bajo un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos correspondientes a los niveles de calidad potencial alta, media y baja, dos repeticiones por tratamiento correspondientes a cuarteles del viñedo y dos submuestras por cada cuartel. Para evaluar las diferencias estadísticas de los tratamientos se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) a todas las

variables de estudio mediante el programa estadístico Statgraphics versión 18-X64. Para aquellas variables que presentaron diferencias significativas se procedió a realizar una separación de medias mediante la prueba LSD a un nivel de $p \leq 0,05$.

3.4 Procedimientos

Para este ensayo, la cosecha comenzó el 12 de marzo del 2019 y 4 de marzo del 2020 cuando los viñedos presentaron una madurez tecnológica óptima definida por la bodega con un máximo de 24 °Brix. El año 2020 la cosecha se anticipó producto de la pandemia de Covid. Una vez cosechada la fruta fue transportada al Centro Tecnológico de la Vid y el Vino de la Universidad de Talca para su posterior análisis y microvinificación.

3.5 Vinificación

Durante las temporadas 2018-2019 y 2019-2020 se realizó un muestreo dirigido de 50 kilos de uva cv. Cabernet Sauvignon de los tres niveles de calidad, dos cuarteles por nivel calidad y dos por cada cuartel, para un total de cuatro repeticiones por cada nivel de calidad y 600 kg totales en el ensayo por cada temporada. Para el proceso de vinificación se utilizó un total de 50 kilos por repetición, los cuales fueron almacenados en cámaras de frío a 6°C, 24 horas previo al proceso de vinificación. Posteriormente se procedió a su despalillado y molienda. El mosto resultante se trasegó a estagues de acero inoxidable de 50 litros, los que fueron inoculados con la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, cepa Clos en dosis de 40g/hl. Posterior a lo anterior se agregó 40 g. de nutriente Superstart rouge a cada estanque y se llevaron a cámaras de fermentación con temperatura controlada a 24°C, en donde se realizaron remontajes suaves 2 veces al día y se midió densidad y temperatura hasta conseguir una densidad de 995. El proceso de vinificación finalizó con el descube, prensado y posterior trasiego a bidones de 5 litros en donde el vino fue debidamente sulfitado. Una vez completada la fermentación maloláctica, los vinos fueron nuevamente sulfitados y embotellados.

3.6 Análisis de los °brix en las bayas y análisis de vinos terminados

Un día previo a la fecha de cosecha establecida por la bodega se evaluó los grados brix en las bayas, a un total de 50 bayas por submuestra con un refractómetro.

Posterior al embotellado se realizaron los siguientes análisis fisicoquímicos: grado alcohólico (%v/v), azúcares reductores (g/l), acidez total (g/l ac. sulfúrico), acidez volátil (g/l), pH, SO₂ Libre (g/l), antocianinas totales (mg/l), Intensidad colorante (420+520 nm) e Intensidad colorante del vino (420+520+620 nm) en los laboratorios del Centro Tecnológico de la Vid y el Vino de la Universidad de Talca de acuerdo con las metodologías estándar propuestas por la OIV.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Composición química de los vinos terminados

Los parámetros enológicos evaluados como la acidez total (mg/l), antocianinas totales (mg/L), Intensidad Colorante 420+520 nm, Intensidad Colorante 420+520+620 nm y pH en la temporada 2018-2019 el año 2020 indicaron diferencias significativas. Los parámetros como grado alcohólico a 20°C y pH en el año 2019 arrojaron diferencias altamente significativas.

Cuadro 4.1. Composición química de vinos y grados brix en las bayas al momento de cosecha del cv. Cabernet-Sauvignon provenientes de cuarteles de diferente potencial cualitativo, temporadas 2018-2019 y 2019-2020.

Calidad potencial	°Brix	Grado alcohólico	pH	Acidez total H ₂ SO ₄ (g/L)	Intensidad colorante 420+520 nm	Intensidad colorante 420+520+620 nm	Antocianinas totales (mg/L)
2018-2019							
Alta	24,4 a	14,1 a	3,4 a	4,3 a	9,5 a	10,5 a	524,3 a
Media	23,5 a	14,3 b	3,5 a	3,9 b	9,8 a	10,8 a	506,4 a
Baja	20,5 b	12,3 c	3,6 b	3,8 b	5,8 b	6,5 b	363,0 b
Significancia	**	***	***	**	**	**	**
2019-2020							
Alta	26,7 a	15,6 a	3,7 a	4,0 a	13,9 a	15,5 a	412,5 a
Media	24,5 b	14,3 b	3,7 a	4,2 b	10,7 b	12,2 a	403,7 b
Baja	21,5 a	12,3 c	3,5 b	4,3 b	10,2 b	11,4 b	295,2 b
Significancia	***	***	**	**	**	**	**

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Prueba estadística LSD. Significancia estadística: ns No Significativo; * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$.

4.2 Análisis de la variabilidad y concentración de grados brix en la fecha de cosecha comercial durante las temporadas 2019 y 2020 entre viñedos de alta, media y baja calidad potencial del cv. Cabernet Sauvignon.

En el **Cuadro 4.1** se puede observar que para las temporadas 2018-2019 y 2019-2020, para el parámetro de los grados brix los tratamientos (niveles de calidad potencial) presentan diferencias estadísticas altamente significativas.

Los grados brix o concentración de azúcar para las temporadas *2018-2019* y *2019-2020* se muestran en las **Figuras 4.1 y 4.2**, los resultados fueron mayores en cuarteles de alta calidad para ambas temporadas con 26.9 y 26.2 grados brix, respectivamente y en los cuarteles de baja calidad 22 y 20 grados brix respectivamente. Por otra parte, los promedios brix para los cuarteles de alta, media y baja calidad potencial para las temporadas *2018-2019* corresponde a 26,9, 25,4 y 22 Respectivamente. Para las temporadas *2019-2020* los promedios brix para los cuarteles de alta, media y baja calidad, corresponde a 26,2, 24,2 y 20,0, respectivamente.

Además, se puede señalar que el coeficiente de variación y desviación estándar para los grados brix en la fecha de cosecha de ambas temporadas corresponde a:

El coeficiente de variación para la temporada *2018-2019* de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 1.9% ,2.7% y 6.1% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada *2018-2019* de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 0,5, 0,6 y 1.2 respectivamente.

El coeficiente de variación para la temporada *2019-2020* de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 3.1%, 4.0% y 7.7% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada *2019-2020* de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 0,8, 1.0 y 1.6 respectivamente.

La variabilidad aumenta al disminuir la homogeneidad entre vides o racimos, lo que se puede ver influenciado por el manejo agronómico o el microclima de la zona Zoecklein et al. (2010). Se puede mencionar que, el coeficiente de variación de los cuarteles de calidad potencial alta, media y baja son 1.9%, 2.7% y 6.1%, para las temporadas *2018-2020* y 3.1%, 4.0% y 7.7% para las temporadas *2019-2020*. Según lo señalado por Gray (2006), viñedos uniformes presentan un coeficiente de variación entre un 4% y un 5%, en grados brix, lo que se asemeja a los resultados obtenidos en los cuarteles de alta calidad. Zoecklein et al. (2010) apunta que las concentraciones de azúcar con un coeficiente de variación menor a 10% se podrían clasificar como cuarteles uniformes.

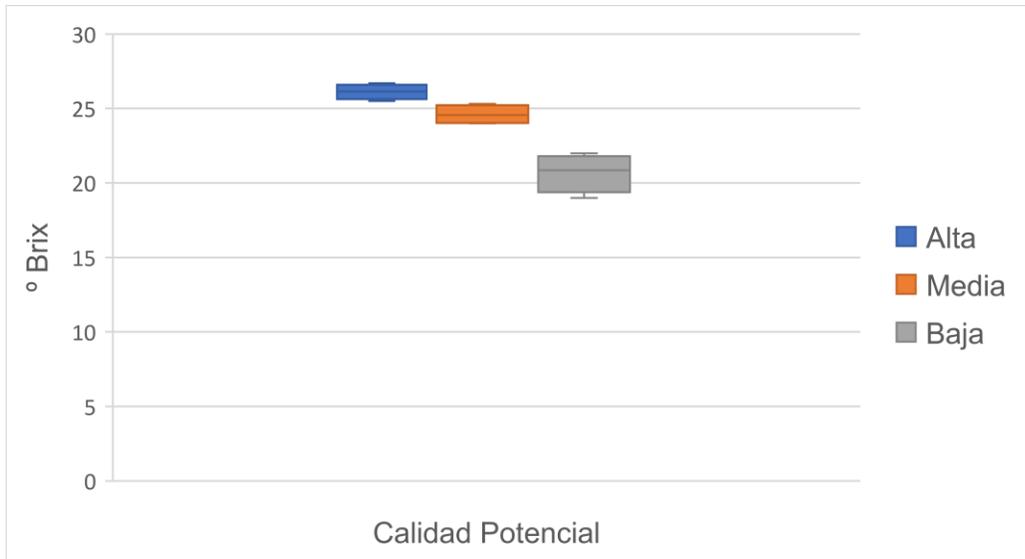


Figura 4.1. Influencia de la variabilidad de grados brix en los cuarteles de calidad potencial alta, media y baja de los viñedos cv. Cabernet Sauvignon en las temporadas 2018-2019.

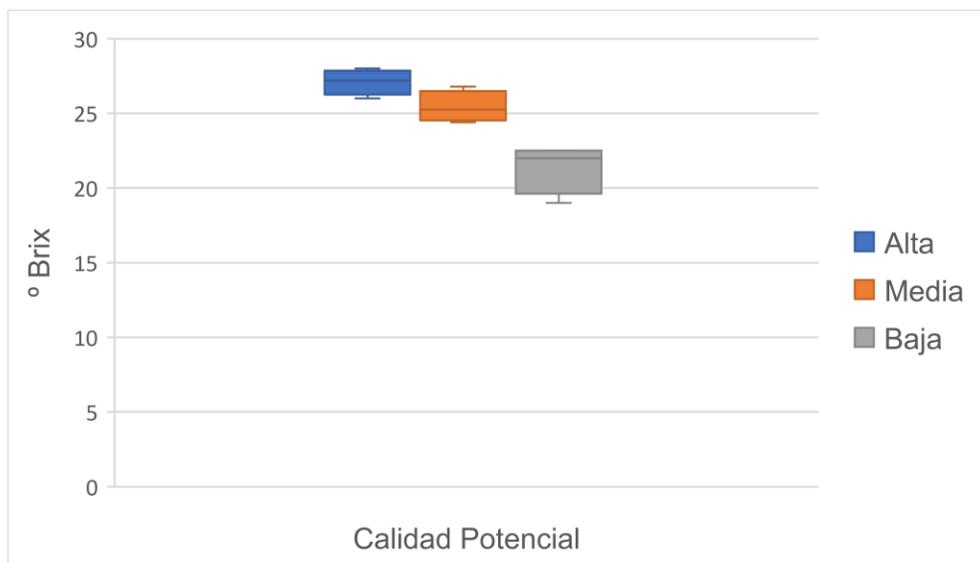


Figura 4.2 Influencia de la variabilidad de grados brix en los cuarteles de calidad potencial alta, media y baja de los viñedos cv. Cabernet Sauvignon en las temporadas 2019-2020.

4.3 Grado alcohólico

En el **Cuadro 4.1** se puede observar que para las temporadas 2018-2019 y 2019-2020, para el parámetro de grado alcohólico los tratamientos (niveles de calidad potencial) presentan diferencias estadísticas altamente significativas.

Además, se puede señalar que el coeficiente de variación y desviación estándar para los tratamientos de ambas temporadas corresponde a:

El coeficiente de variación para la temporada 2018-2019 en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 1,28%, 1,53% y 5,65% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada 2018-2019 de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 0,19, 0,22 y 0,71 respectivamente.

El coeficiente de variación para la temporada 2019-2020 de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 3,40%, 1,48% y 2,38% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada 2019-2020 de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 0,51, 0,21 y 0,29 respectivamente.

Se puede observar en la **Figura 4.3 y 4.4**, que los valores de los datos para el parámetro de grados alcohólicos son mayores en los cuarteles de alta calidad potencial que en los cuarteles de media y baja calidad.

Observando la **Figura 4.3**, se puede señalar que los cuarteles de baja calidad presentan mayor variabilidad que los cuarteles de media y alta calidad, lo que se puede relacionar a problemas de los racimos y bayas a la exposición solar lo que se puede respaldar con lo mencionado por Trougt et al., (1996) quien indica que aproximadamente el 90% de la variabilidad obtenida para los parámetros de °Brix en las bayas, está determinada la exposición del racimo al sol y por la posición de las bayas en el racimo. Por otro lado, Carrol et al., (1978) señala que la alta calidad de un vino se logra cuando la variabilidad de los sólidos solubles es baja, lo que se verá reflejado en los grados alcohólicos.

Se puede observar en las **Figuras 4.3 y 4.4** que el comportamiento de los cuarteles de media calidad potencial es similar para ambas temporadas, lo que se ve reflejado en la desviación estándar que dio como resultado:

La desviación estándar para los cuarteles de media calidad de la temporada *2018-2019* dio un valor de 0,22 y para la temporada *2019-2020* 0,21.

Si se observa la figura **4.3 y 4.4** los cuarteles de alta calidad potencial en las temporadas *2019-2020* refleja una variabilidad considerablemente mayor respecto al año *2019-2020*.

Esto se puede atribuir a la cosecha anticipada en las temporadas *2019-2020* de los cuarteles de alta calidad potencial respecto a las temporadas anteriores. Por efectos de pandemia. Lo que trajo como consecuencia una disminución de los grados brix al momento de cosecha ya que, la concentración de °Brix aumenta a medida que avanza la maduración y se aproxima la cosecha, por lo que cosechar antes de tiempo pudo haber afectado a la producción de alcohol etílico por baja concentración de azúcar, además se puede ver involucrada la maduración asincrónica de las bayas de los racimos de los cuarteles de alta calidad en esa temporada. Esto se fundamenta con que el azúcar y el grado alcohólico en los vinos es inversamente proporcional, ya que, a medida que la cantidad de etanol va aumentando el contenido de azúcar va disminuyendo, normalmente el volumen de alcohol en un vino terminado corresponde a 12-14% (Potter y Hotchkiss., 1999). Por otro lado, se podría relacionar a problemas de floración de los cuarteles de alta calidad en las temporadas *2019-2020* los cuales presentan grados alcohólicos mayores pero mayor variabilidad a diferencia de los cuarteles de media calidad potencial, lo que conlleva a una maduración asincrónica entre los racimos y entre las bayas (Coombe et al., 2000).

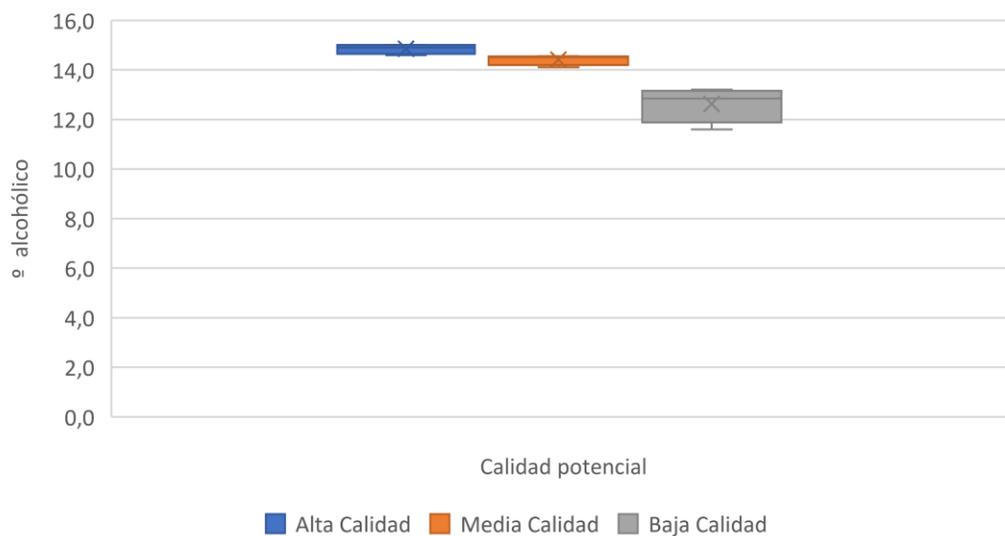


Figura 4.3. Distribución de la variabilidad de los grados alcohólicos promedios del vino del cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en la temporada 2018-2019.

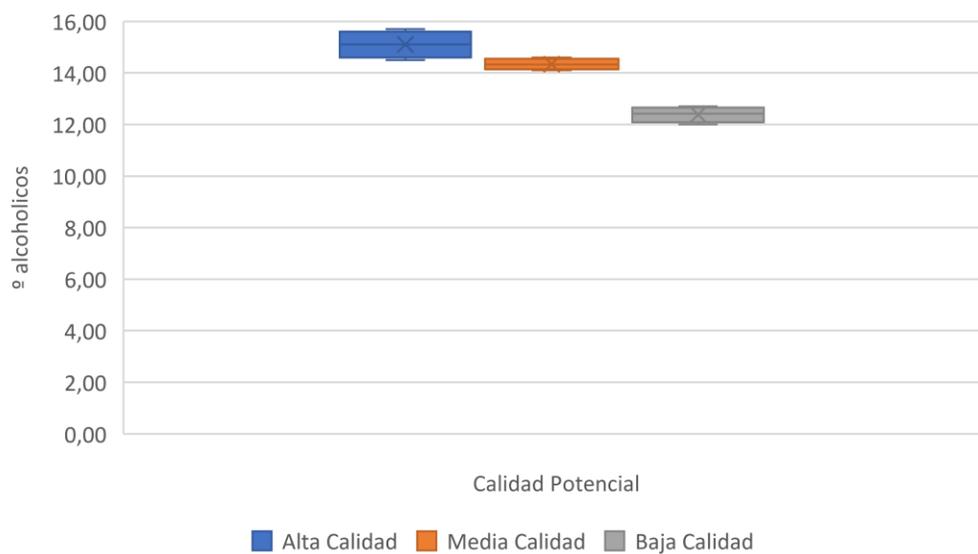


Figura 4.4. Distribución de la variabilidad de los grados alcohólicos promedios del vino del cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en la temporada 2019-2020.

4.4 Acidez total

En el **Cuadro 4.1**, se puede observar que el parámetro Acidez total H_2SO_4 (g/L) para las temporadas *2018-2019* y *2019-2020* los tratamientos presentan diferencias significativas. La acidez total corresponde a la suma de todos los ácidos presentes en el mosto (García, 1990).

Además, se puede señalar que el coeficiente de variación y desviación estándar para los tratamientos de ambas temporadas corresponde a:

El coeficiente de variación para la temporada *2018-2019* de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 2,40%, 0,25% y 7,15% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada *2018-2019* de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 0,1, 0,01 y 0,27 respectivamente.

El coeficiente de variación para la temporada *2019-2020* de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 1,8%, 1,1% y 2,8% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada *2019-2020* de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 0,08, 0,05 y 0,12 respectivamente.

En las **Figuras 4.5 y 4.6**, se observa que la variabilidad es menor en los cuarteles de las temporadas *2019-2020* a diferencia de las temporadas *2018-2019*.

En las **Figura 4.5** se observa que los cuarteles de alta calidad potencial presentan valores promedios más alto de acidez total en comparación a los de media y baja calidad potencial y menor variabilidad en comparación a los cuarteles de baja calidad, lo que se contradice que al presentar mayor madurez deberían existir valores más bajos de acidez. Esto se puede relacionar a que al existir racimos con bayas con menor concentración de azúcar y mayor concentración de ácido tartárico al no haber finalizado el proceso de maduración (Coombe et al., 2000). Por lo que se puede asumir que en las temporadas *2018-2019* los racimos no lograron madurar en su totalidad, pero sí de manera homogénea al presentar baja variabilidad en comparación a los cuarteles de baja calidad potencial, esto puede estar asociado a la concentración de ácido málico el cual es el segundo ácido más importante en las bayas, representa un 65% de acidez en las uvas verdes o inmaduras,

donde su contenido disminuye durante la maduración de la baya (por medio de la respiración celular), mediante la fermentación alcohólica (por acción de las levaduras) (Bordeu y Scarpa, 1998).

Según los resultados observados en las **Figuras 4.5 y 4.6** ambas temporadas 2018-2019 y 2019-2020 respecto al parámetro acidez total en los cuarteles de baja calidad potencial presentan mayor variabilidad con respecto a los de alta y media calidad potencial, eso se puede atribuir a que los racimos de baja calidad presentan bayas con maduración asincrónica en comparación con los cuarteles de alta y media calidad potencial. Lo que se puede comprobar mediante la desviación estándar la que da un resultado de:

La desviación estándar para la temporada 2018-2019 de como resultado en cuarteles de alta y baja calidad potencial un valor de 0,1 y 0,27 respectivamente.

La desviación estándar para la temporada 2019-2020 de como resultado en cuarteles de alta y baja calidad potencial un valor de 0,08 y 0,12 respectivamente.

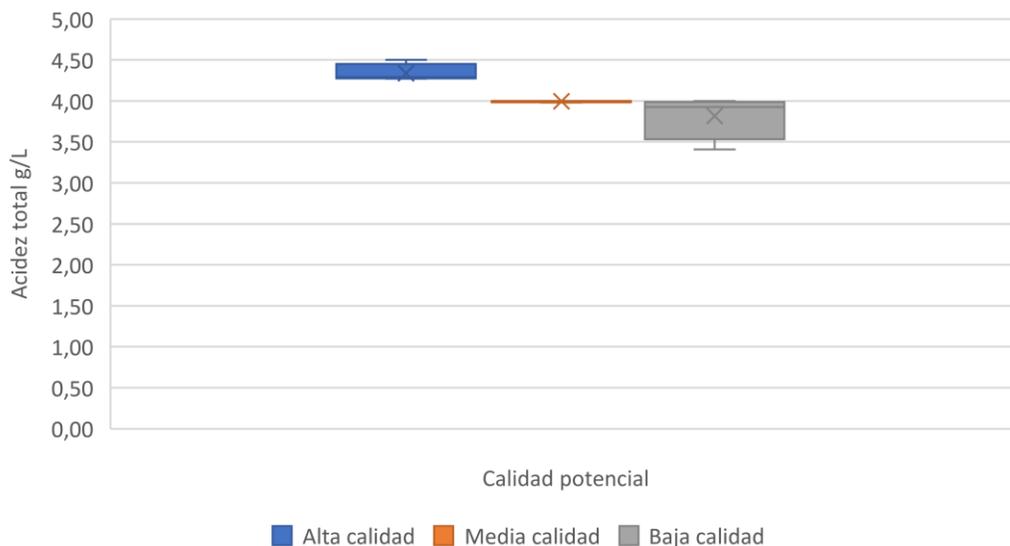


Figura 4.5. Distribución de la variabilidad de la acidez total en vinos de cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en la temporada 2018-2019.

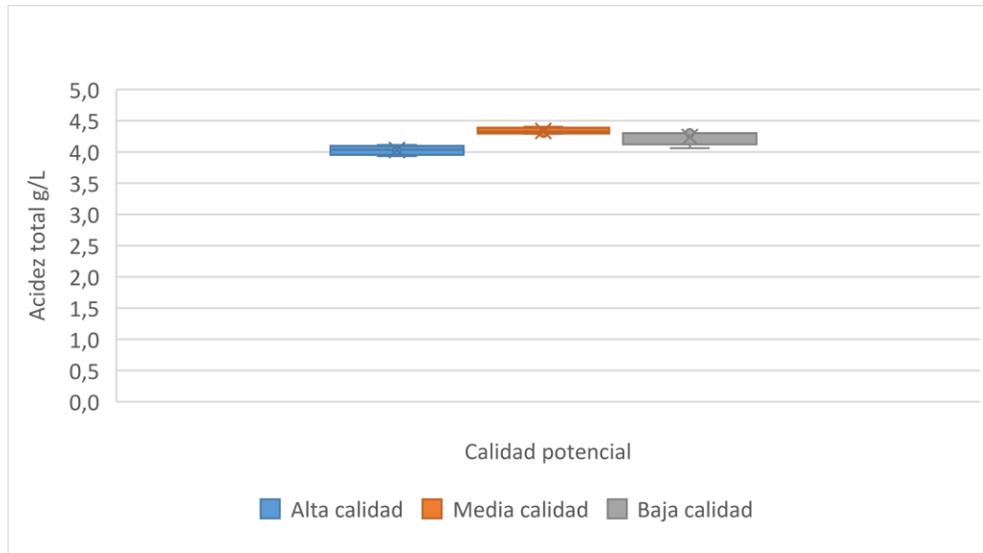


Figura 4.6. Distribución de la variabilidad de la acidez total promedio en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en la temporada 2019-2020.

4.5 Antocianinas totales (mg/L)

En el **Cuadro 4.1**, se puede observar que el parámetro antocianinas totales (mg/L) para las temporadas 2018-2019 y 2019-2020 los tratamientos presentan diferencias significativas.

Además, se puede señalar que el coeficiente de variación y desviación estándar para los tratamientos de ambas temporadas corresponde a:

El coeficiente de variación para la temporada 2018-2019 de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 1,9%, 12,10% y 21,54% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada 2018-2019 de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 10,07, 61,4 y 78,23 respectivamente.

El coeficiente de variación para la temporada 2019-2020 de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 1,98%, 14,36% y 8,27% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada 2019-2020 de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 8,2, 57,9 y 24,4 respectivamente.

Según los resultados observados en las **Figuras 4.7 y 4.8**, respecto a las antocianinas totales se puede mencionar que, en los cuarteles de alta calidad, la variabilidad es considerablemente más baja con respecto a los cuarteles de media y baja calidad lo que se puede comprobar mediante la desviación estándar la cual dio como resultado:

La desviación estándar para la temporada *2018-2019* de como resultado en cuarteles de alta y baja calidad potencial un valor de 10,07 y 78,23 respectivamente.

La desviación estándar para la temporada *2019-2020* de como resultado en cuarteles de alta y baja calidad potencial un valor de 8,2 y 24,4 respectivamente.

Si se comparan ambas temporadas **Figuras 4.7 y 4.8** las antocianinas extraídas, en los cuarteles de las temporadas *2018-2019* arroja valores más elevados que van de los 500 a 550 mg/L y en la temporada *2019-2020* van de los 400 a 420 mg/L, este resultado alcanzado también se puede atribuir a la cosecha anticipada de la temporada *2019-2020* respecto a la temporada *2018-2019*, además se puede señalar que en general los valores de las antocianinas extraídas de la temporada *2019-2020* están por debajo a los valores de la cosecha *2018-2019*. Por Se puede inferir que. Las bayas más maduras contienen mayor concentración de antocianinas, esto se debe a que la acumulación de estos pigmentos comienza en el envero y continúa aumentando durante la maduración hasta llegar al momento de la cosecha comercial (Boss et al., 1996), asimismo se afirma que bayas cosechadas con madurez heterogénea, alcanzan menos antocianinas en la piel y más en las semillas, concentración elevada de ácido málico y menor concentración de ácido tartárico (Selvarajz et al., 1995). Por otro lado, es importante señalar que el grado de maduración y concentración de antocianinas están directamente relacionadas (Harberston et al., 2000), debido a que las bayas que presentan menor grado de madurez poseen menor contenido de azúcar, se puede extraer menos antocianinas y proantocianidinas de la piel y mayores proantocianidinas de las semillas (Canals et al., 2005).

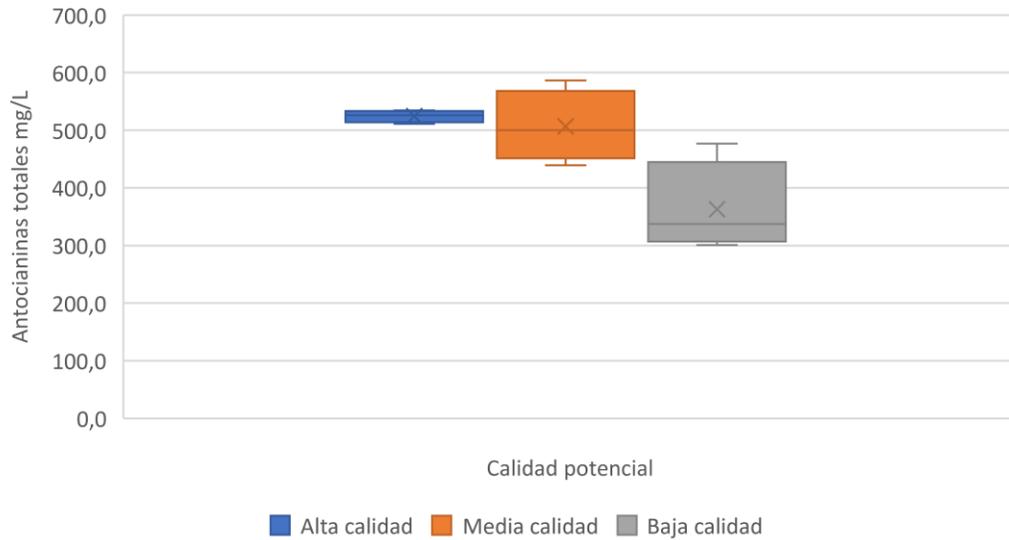


Figura 4.7. Distribución de la variabilidad de antocianinas totales en mg/L en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en las temporadas 2018-2019.

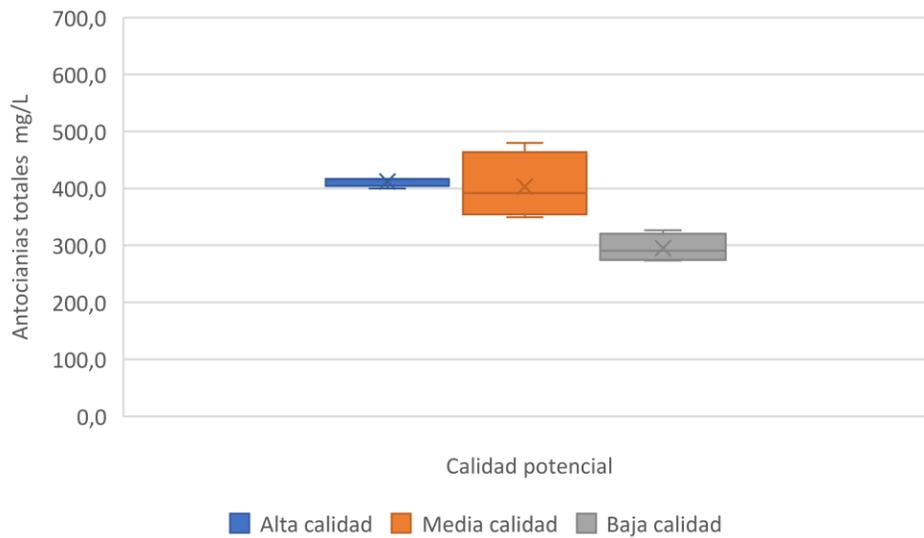


Figura 4.8. Distribución de la variabilidad de antocianinas totales en mg/L en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en las temporadas 2019-2020.

4.6 pH

En el **Cuadro 4.1**, se puede observar que el parámetro pH para las temporadas 2018-2019 y 2019-2020 los tratamientos presentan diferencias significativas.

Además, se puede señalar que el coeficiente de variación y desviación estándar para los tratamientos de ambas temporadas corresponde a:

El coeficiente de variación para la temporada 2018-2019 de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 1,3%, 1,19% y 0,94% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada 2018-2019 de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 0,05, 0,04 y 0,03 respectivamente.

El coeficiente de variación para la temporada 2019-2020 de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 1,5%, 3,4% y 2,3% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada 2019-2020 de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 0,04, 0,12 y 0,09 respectivamente.

Para vides relativamente uniformes, la variabilidad expresada según el coeficiente de variación sería de un 3% a 4% en pH según lo mencionado por Gray, (2006).

Se puede observar en las **Figuras 4.9 y 4.10** que los cuarteles de alta calidad potencial de las temporadas 2019-2020 presentan menor variabilidad respecto a los cuarteles de media y baja calidad potencial.

Los datos obtenidos en las temporadas 2018-2019 el pH de los cuarteles de alta calidad es considerablemente más bajos que los de las temporadas 2019-2020, por el mismo motivo el año 2018-2019 **Figura 4.5** los cuarteles de alta calidad presentaron mayor acidez total, debido a que el resultado de el pH en el vino corresponde a una medida adicional de la acidez total, ya que permite evaluar la fuerza con que los ácidos están presentes en el vino (García et al., 2010).

Según la literatura el pH en las bayas a medida que maduran disminuye la acidez y aumenta el pH, según lo descrito por Singleton y Esau (1969). eso se ve reflejado en el cuartel de alta calidad de las temporadas 2019-2020, el cual presenta un índice mayor de

pH, además de presentar baja variabilidad, lo que coincide con la baja concentración de la acidez total del año 2019-2020 **Figura 4.6**.

Para vides relativamente uniformes, la variabilidad expresada según el coeficiente de variación sería de un 3% a 4% en pH según lo mencionado por Gray, (2006).

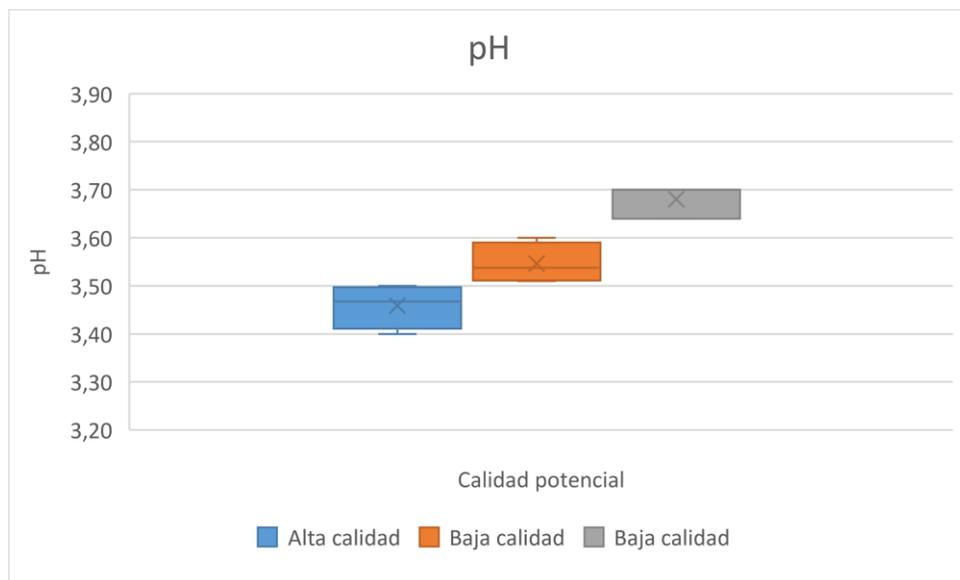


Figura 4.9. Distribución de la variabilidad del pH total en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en las temporadas 2018- 2019.

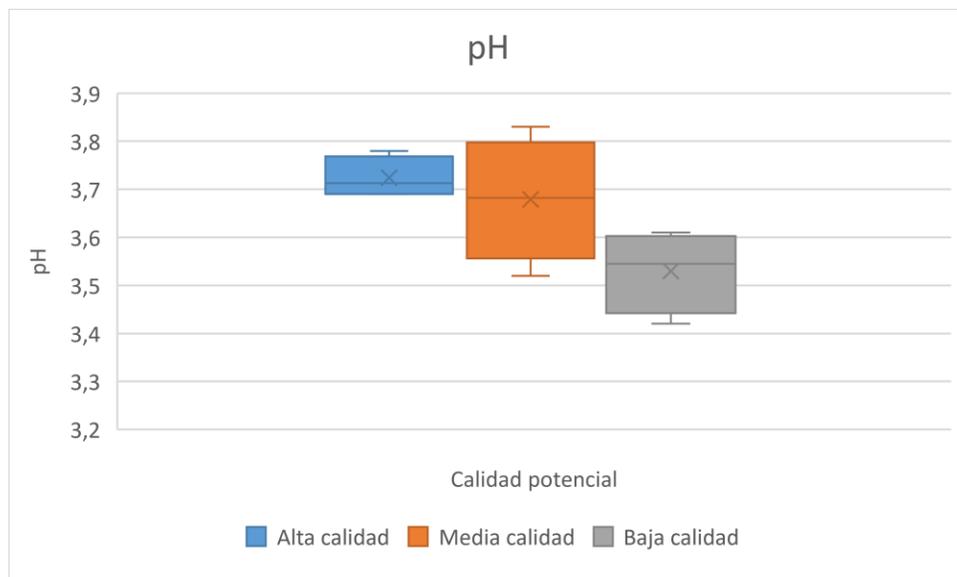


Figura 4.10. Distribución de la variabilidad del pH total en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en las temporadas 2019- 2020.

4.7 Intensidad colorante

La Intensidad colorante 420+520 nm. y la Intensidad Colorante 420+520+620 nm., señala las absorbancias a 420, 520 y 620, se definen de la siguiente manera: 420 pertenece a la fracción amarilla la que es entregada por los compuestos fenólicos flavonoides, 520 corresponde a la fracción roja extraída de las antocianinas de las pieles Zamora (2003).

En el **Cuadro 4.1**, se puede observar que para la intensidad colorante para las temporadas 2018-2019 y 2019-2020 los tratamientos presentan diferencias significativas.

El coeficiente de variación para la temporada 2018-2019 de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 16,9%, 12,5% y 13,9% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada 2018-2019 de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 1,6, 1,3 y 1,4 respectivamente.

El coeficiente de variación para la temporada 2019-2020 de cuarteles de alta, media y baja calidad potencial da un valor de 4,35%, 14,7% y 13,6% respectivamente.

La desviación estándar para la temporada 2019-2020 de como resultado en cuarteles de alta, media y baja calidad potencial un valor de 0,6, 1,5 y 0,8 respectivamente.

Se puede evidenciar que cuando existe una heterogeneidad de madurez muy alta, disminuye la concentración de etanol, pH, antocianinas, proantocianidinas, intensidad colorante, índice fenólico total y aumenta de manera considerable de la acidez titulable según lo señalado por Kontoudakis et al., (2010). Los vinos tintos tienen su máxima absorción a los 520, donde se encuentra el rojo intenso y el 420 a colores más amarillos, por lo que vinos más inmaduros o con mayor heterogeneidad de maduración, podrían presentar valores más cercanos a 420, por el contrario, vinos procedentes de bayas más maduras y con cuarteles con menor variabilidad de madurez, el valor debería ser más cercanos a 520 nm. Se puede apreciar en la **Figura 4.12** que el cuartel de alta calidad

potencial de las temporadas 2019-2020 presentan niveles mayores de absorbancia, por ende, en aquellos cuarteles se cosecharon bayas más maduras y había una mayor homogeneidad en los racimos, a diferencia de los cuarteles de baja calidad, donde existe mayor variabilidad y los niveles de absorbancia son más bajos. Según Kontoudakis et al., (2011) los racimos con bayas heterogéneas, tiene un impacto directo en el color, además de disminuir la concentración de color en el vino.

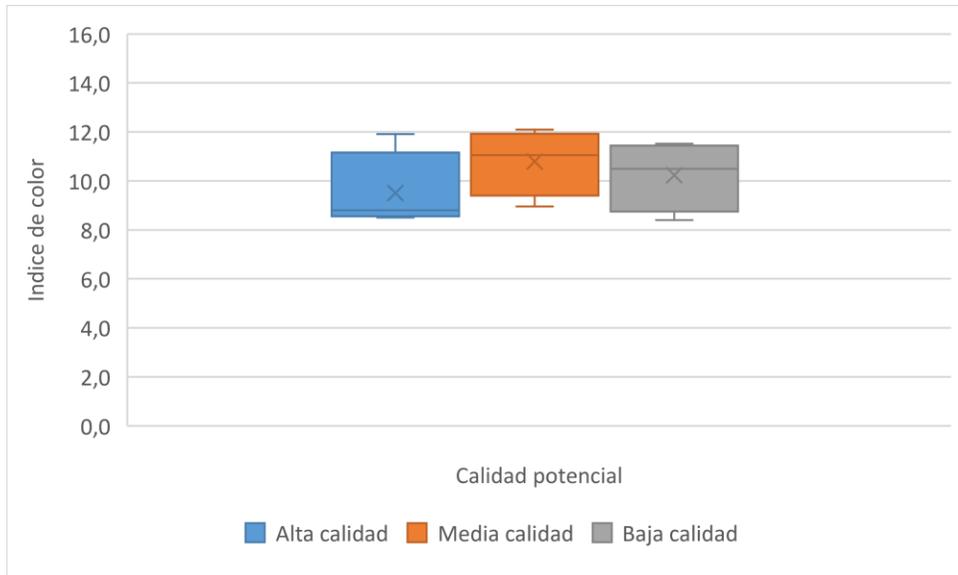


Figura 4.11. Distribución de la variabilidad de la Intensidad colorante (420 + 520 nm.) en vinos del cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en las temporadas 2018-2019.

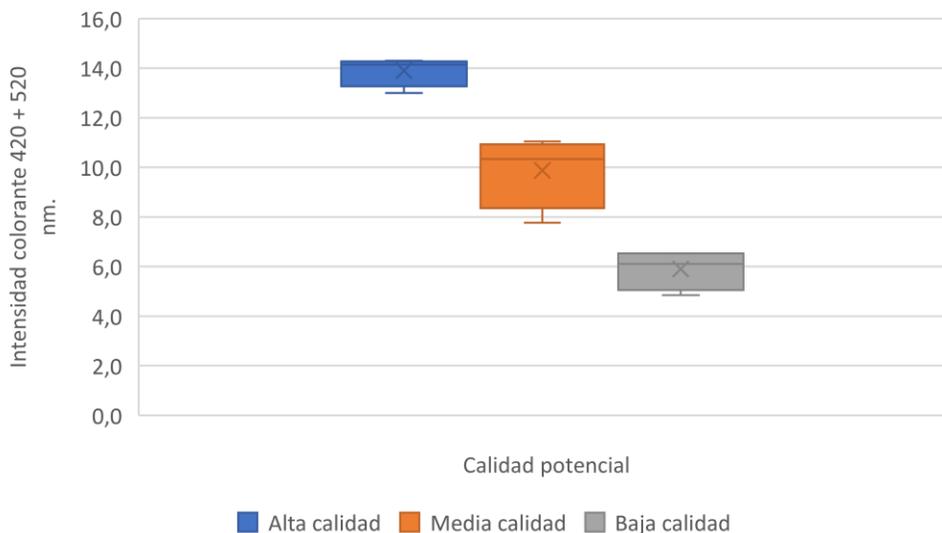


Figura 4.12. Distribución de la variabilidad de la Intensidad colorante (420 + 520 nm.) en vinos cv. Cabernet Sauvignon en cuarteles de baja, media y alta calidad en la temporada 2019-2020.

5. CONCLUSIONES

Para las distintas calidades potenciales establecidas por la Viña Santa Rita S.A existen diferencias estadísticamente significativas respecto a los parámetros evaluados en el vino, como grados alcohólicos, acidez total, pH, antocianinas e intensidad colorante, por lo tanto, la composición química del vino depende de la calidad potencial de los cuarteles en estudio.

Sumado a lo anterior también existen diferencias significativas en el grado de variabilidad de las bayas medidas en grados brix en las distintas temporadas en estudio. Viñedos de alta calidad tienen una distribución más pequeña de grados brix con respecto a viñedos de baja calidad. Por lo que vinos elaborados con bayas procedentes de viñas con mayor variabilidad en grados brix, poseen menor grado alcohólico, menor intensidad colorante y menor concentración de antocianinas, obteniendo vinos de menor potencial cualitativo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almanza, P. 2009. Determination of phenological fruit stages of (*Vitis vinifera*) L. under tropical high plateau conditions in Boyacá; Revista U.D.C.A Actualidad divulgación científica; Colombia. 141-150.

Arnold, R., Noble, C. y Singleton, V. 1980. Bitterness and astringency of phenolic fractions in wine. *J. Agric. Food Chem.* 28:675-678.

Barros, J., Lemus, G. y Luna, C. 2013. Bases para el desarrollo del negocio enoturístico en el Valle de Casablanca. E. Spencer, & G. Rojas, Eds. Santiago. 130p.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 2019. Relieve, Chile nuestro país. de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile Sitio web: <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/relieve.htm>. Consultado el 12 de noviembre del 2019.

Blouin, G. 2012. Maduración y Madurez de la uva. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 58p.

Bordeu, E. y Scarpa, J. 1998. Análisis Químico del Vino. Ediciones P. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 253p.

Burns, J., Gardner, P., Matthews, D., Duthie, G., Lean, M. y Crozier, A. 2001. Extraction of Phenolics and Changes in Antioxidant Activity of Red Wines during Vinification. *J. Agric. Food Chem.* 49(12):5797-5808.

Cáceres, A., Peña, A., Galves, E., Obreque, R. y López, J. 2012. Phenolic Compositions of Grapes and Wines from Cultivar Cabernet Sauvignon Produced in Chile and Their Relationship to Commercial Value. *J. Agric. Food Chem.* 60:8694–8702.

Calderón-Orellana, A., Matthews, M., Drayton, W. y Shackel, A. 2014. Uniformity of ripeness and size in Cabernet Sauvignon berries from vineyards with contrasting crop price. *Am. J. Enol. Vitic.*, 65(1):81–88.

Canals, R., Llaudy, M., Valls, J., Canals, J. y Zamora, F. 2005. Influence of ethanol concentration on the extraction of the color and phenolic compounds from the skin and seeds of Tempranillo grapes at different stages of ripening. *J. Agric. Food Chem.*, 53(10):4019-4025.

Carroll, D., Ballinger, W., McClure, W. y Nesbitt, B. 1978. Wine quality versus ripeness of the light-stored Carlos muscadine grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 29(3):169-171.

Catania, C. y Avagnina. S. INTA. 2007. La maduración de la uva, Curso Superior de Degustación de Vinos. Mendoza, Argentina. 3-11.

Coombe, B., y McCarthy, M. 2000. Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 6(2):131–135.

De Cortazar-atauri, I., Brisson, N., Ollat, N. y Payan, J. 2009. Asynchronous dynamics of grapevine (“*Vitis vinifera*”) maturation: experimental study for a modelling approach. *OENO ONE*, 43(2), 83-97.

Doumouya, S., Lahaye, M., Maury, C. y Siret, R. 2014. Physical and physiological heterogeneity within the grape bunch: Impact on mechanical properties during maturation. *Am. J. Enol. Vitic.*, 65(2): 170–178.

Downey, M., Dokoozlian, M. y Krstic, M. 2006. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. *Am. J. Enol. Vitic.* 57: (3): 150-158.

Fernández, M. 2011. Estudio fenológico y aerobiológico en un viñedo en la Comarca del Ribeiro. Ourense. Universidad de Vigo, Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo. 54-74p.

Fregoni, M. 1999. Maduración de la uva, desarrollo y metabolismo de la baya. Evolución de los componentes, polímeros y aromas. Seminario Internacional hacia la Enología del siglo XXI. Mendoza, Argentina. 229p.

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

Gawel, R. 1998. Red wine astringency: a review. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 4:74-95.

Gil, G. y Pszczólkowski, P. 2015. Viticultura. Fundamentos para optimizar producción y calidad. Segunda Edición. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 55p.

Gómez, P. 2003. Efecto de los distintos estados de madurez fenólica sobre la calidad final del vino tinto para los cultivares Merlot y Carmenere durante la temporada 2001-2002. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias. Talca, Chile. 15-32p.

Gonzalez-Chavez, J. 2003. Efecto de algunas prácticas de manejo del viñedo y de la vinificación en la composición fenólica y el color de los vinos tintos. Congreso Brasileiro de Viticultura e enología. 43-54p.

Grainger, K. y Tattersall, H. 2005. Producción de Vino (Desde la Vid hasta la botella), Editorial Acribia, Zaragoza, España. 160p.

Gray, J. 2006. The basis of variation in the size and composition of Shiraz berries. In R. Hamilton Ed, Proceedings ASVO Seminar: Finishing the job- optimal Ripening of Cabernet Sauvignon and Shiraz. Aust. J. Grape Wine Res. 30-35.

Gris, E., Burin, V., Brighenti, E., Hamilton, V. y Bordignon-Luiz, M. 2010. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. *Ciencia e Investigación Agraria*, 37(2), 61-75.

Gutiérrez-Gamboa, G., Díaz-Galvéz, I., Verdugo-Vásquez, N. y Moreno-Simunovic, Y. 2019. Leaf-to-fruit ratios in *vitis vinifera* L. Cv. Sauvignon Blanc, Carmenère, Cabernet Sauvignon, and Syrah growing in Maule valley (Chile): Influence on yield and fruit composition. *Agriculture (Switzerland)*, 9(8): 176.

Harberston, J.F., Hodgins, R.E., Thurston, L.N., Schaffer, L.J., Reid, M.A., Landon, J.L., Ross, C.F. y Adams, D.O. 2008. Variability of tannin concentration in red wines. *Am. J. enol. Vitic.* 59(2):210-214.

Hidalgo, L. 2002. *Tratado de Viticultura General*. 3 ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 215p.

Kontoudakis, N., Esteruelas, M., Fort, F., Canals, J.M., Freitas, V. y Zamora, F. 2011. Influence of the heterogeneity of grape phenolic maturity on wine composition and quality. *Food Chem.* 124:767–774.

Marquette, B. 1999. En seminario internacional de microbiología y polifenoles de vino; Santiago; Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 25-59p.

Mcrae, J. y Kennedy, J. 2011. Wine and grape tannin interactions with salivary proteins and their impact on astringency: A review of current research. The Australian wine research Institute, Australia. 2349-2350.

Meléndez, E., Ortiz, M. C., Sarabia, L. A., Íñiguez, M. y Puras, P. 2013. Modelling phenolic and technological maturities of grapes by means of the multivariate relation between organoleptic and physicochemical properties. *Analytica Chimica Acta*, 761: 53-61.

Moreno, Y. y Vallarino, J. 2011. *Manual de Consulta de Cultivares y Portainjertos de Vides para Vinificación*. Centro Tecnológico de la Vid y el Vino. Universidad de Talca. Talca, Chile. 7-8p.

Muñoz, C. 2009. Un paisaje ordenándose en torno al vino. *Cuadernos de Investigación Urbanística*. Colchagua, Chile. 66, 15–32.

Ortega-Regules, A., Ros-García, J.M., Bautista-Ortin, A.B., López-Roca, J.M. y Gómez-Plaza, E. 2008. Changes in skin cell wall composition during the maturation of four premium wine grape varieties. *J. Sci. Food Agric. México*. 88, 420–428.

Oszmianski, J., Romeyr, F., Sapis, J. C. y Macheix, J. J. 1986; Grape seed phenolic: Extraction as affected by some conditions during wine processing; *Am. J. Enol. Vitic.* 37(1):7-12.

Peña, A. 1999 Composición Fenólica de Vinos Comerciales Chilenos; *Viticultura*; Julio-agosto 2002; N°4. Chile. 46-51p.

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

Potter, N. y Hotchkiss, J. 1999. *Ciencia de los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 667p.

Ramírez, M. y González, V. 2012. Control del Proceso de Maduración del Viñedo en Climas Mediterráneos. Córdoba, Argentina. 32-56p.

Ribéreau-Gayon, J., Peynaud, E., Sudraud, P. y Ribéreau-Gayon, P. 1980. *Ciencias y Técnicas del Vino, Tratado de Enología*; Buenos Aires; Editorial hemisferio sur; Volumen uno. Argentina. 39-617p.

Ribéreau, P., Glories, A., Maujean y Dubourdieu, D. 2003. *Tratado de enología 2: Química del vino, estabilización y tratamientos*. Ed. Mundi-Prensa. Buenos Aires, Argentina. 554p.

Ribéreau, P., Glories, A. y D. Dubourdieu. 2003. *Tratado de enología 1: Microbiología del vino y vinificaciones*. Ed. Mundi-Prensa. Buenos Aires, Argentina. 655p.

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). Catastro vitícola nacional 2011. www.sag.cl/sites/default/files/catastro2011_0.xls Recuperado el:11/12/2019 SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). Briefing Producción de Vinos 2014. División Protección Agrícola y Forestal. Subdepartamento de Viñas y Vinos, Inocuidad y Biotecnología.

Salazar Pinto, Cecilia y Del Castillo Galarza. 2017. *Fundamentos básicos de estadística*. Sin editorial. Quito. 224 p.

Santibañez, F. 1992. El clima como regulador del potencial vitivinícola. Seminario Internacional La vitivinicultura del futuro. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación experimental Quilamapu. Talca, Chile. 9-25p.

Santibañez, F. y Uribe, J. 1993. Atlas Agroclimático de Chile: Regiones octava y novena. Santiago: Universidad de Chile-Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Ministerio de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria, Corporación de Fomento de la Producción. Chile.

Selvaraj, Y., Pal, D., Singh, R. y Roy, K. 1995. Biochemistry Of Uneven Ripening In Gulabi Grape 1. J. Food Biochem., 18(5), 325-340.

Singleton, V. y Esau, P. 1969. Phenolic Substances in Grapes and Wine, and their significance. Department of viticulture and Enology. University of California. Davis, California, 281-285.

Tenorio, M., Mateos- Aparicio, I., de Prádena, J., García, M., Pérez, M., Redondo, A., Villanueva, M. y Zapata, M. 2014. El vino y sus análisis. Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. 76p.

Trout, M.C. T., Tannock, S.J.C. y Harkness, E.M 1996. Berry size and soluble solids variation within a bunch of grapes. Proceedings for the Fourth International Symposium on cool Climate Enology and Viticulture. T. Henick-Kling et al.(eds.). New York State Agricultural Experiment Station, Geneva. 70-74.

Viña Santa Rita. 2019. Valles en Chile. Recuperado el: 15/11/2019, de Viña Santa Rita Sitio web: https://www.cva.itesm.mx/biblioteca/pagina_con_formato_version_oct/apaweb.html

Zamora, F. 2003. "Elaboración y crianza del vino tinto: aspectos científicos y prácticos". Ed. A. Madrid Vicente y Mundi-Prensa. Madrid, España. 225p.

Zhao, T., Wu, J., Meng, J., Shi, P., Fang, Y., Zhang, Z. y Sun, X. 2019. Harvesting at the Right Time: Maturity and Its Effects on the Aromatic Characteristics of Cabernet Sauvignon Wine. Molecules. Switzerland, 24(15) 6–8.

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

Zoecklein, B. W., Fugelsang, K.C. y Gump, B.H 2010. Practical methods of measuring grape quality. In Managing wine quality Woodhead Publishing. 107-133.

Zouid, I., Siret, R., Jourjon, F., Mehinagic, E. y Rolle, L. 2013. Impact of Grapes Heterogeneity According to Sugar Level on both Physical and Mechanical Berries Properties and Their Anthocyanins Extractability at Harvest. Journal of Texture Studies, 44(2), 95–103.