

**FACULTAD DE
CIENCIAS AGRONÓMICAS
Y DE LOS ALIMENTOS**



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO**

TALLER DE TÍTULO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Evaluación del despunte de brotes en diferentes estados de madurez de la baya sobre la composición fenólica de *Vitis vinífera* L. variedad Pinot Noir

MIGUEL LORENZO TAMAYO FUENTES

QUILLOTA, CHILE

2018

Índice

1. Resumen	1
2. Antecedentes del problema	2
2. Hipótesis	4
3. Objetivo general.....	4
4. Objetivos específicos	5
5. Estado del arte	5
5.1 Antecedentes del cultivo Vitis vinífera L. cv. Pinot Noir.....	5
5.1.1 Origen y características de la especie.....	5
5.1.2 Superficie y antecedentes productivos.....	6
5.1.3 Potencial Enológico	6
5.2 Factores que inciden en la síntesis de compuestos fenólicos	7
5.2.1 Cultivar	7
5.2.2 Vigor	7
5.2.3 Manejo Canopia.....	8
5.2.4 Portainjerto	9
5.2.5 Reguladores de crecimiento	9
5.2.6 Luminosidad	10
5.2.7 Temperatura	10
5.2.8 Nivel de Carga	11
5.3 Despunte de brotes y concentración de antocianos	11
6.- Metodología	12
6.1 Ubicación del estudio	12
6.2 Material vegetal	12
6.3 Diseño experimental	13
6.4 Tratamientos.....	13
6.5 Obtención de muestras.....	13
6.6. Análisis fisicoquímicos.....	13
6.6.1 Análisis de antocianos y polifenoles en mosto	14
6.6.2 Análisis de taninos en mosto	14

6.6.3 Análisis básico de bayas.....	14
6.7 Análisis estadístico	15
7. Bibliografía citada.....	16
8. Plan de trabajo	19
9. Carta Gantt	20
11. Presupuesto	21
11.1 Presupuesto total proyecto a 3 años (CLP).....	21
11.2 Presupuesto total por año (CLP).....	22
12. Detalle presupuestario	23
12.1 Detalle recursos humanos.....	23
12.2 Detalle gastos de administración	24
12.3 Detalle subcontratos	24
12.4 Detalle gastos de inversión	25
12.5 Detalle capacitación	25
12.6 Detalle gastos de operación	26
12.7 Detalle equipamiento laboratorio de enología	27

1. Resumen

Los compuestos fenólicos juegan un rol importante en la calidad de uva destinada a la producción de vinos, siendo la insolación y temperatura los factores preponderantes que influyen en la síntesis de dichos compuestos que otorgan color, amargor y astringencia en vinos blancos y tintos. El cambio climático trae consigo un aumento de temperaturas que disminuye la síntesis de compuestos fenólicos, alterando el desarrollo de las plantas y adelantando los procesos de floración, envero y cosecha hacia la época más cálida de la temporada, donde las temperaturas no son favorables para la óptima síntesis de antocianos, polifenoles y taninos.

Las cepas destinadas a la producción de vinos se pueden clasificar según la adaptación que tienen a la temperatura del lugar geográfico donde se cultivan, dentro de ellas Pinot Noir es una variedad de clima fresco con poca resistencia a las altas temperaturas, además, es la cepa tinta con menor contenido de antocianinas lo que la transforma en la más sensible al cambio climático. En la actualidad las plantaciones de Pinot Noir se concentran en el Valle de Casablanca con cerca de 4.200 ha producidas.

La concentración de compuestos fenólicos está definida por un conjunto de factores y no depende de un factor en particular, los manejos culturales que se realizan en el campo tienen efecto principalmente en la insolación y aireación de la zona del racimo, sin embargo, no existen estudios que relacionen manejos como despunte de brotes y estado de madurez de la baya al momento del despunte con la concentración de compuestos fenólicos.

El objetivo de este trabajo de investigación es relacionar el momento de madurez adecuado de la baya al momento del despunte para maximizar la concentración de antocianos, polifenoles y taninos en uvas al momento de cosecha.

2. Antecedentes del problema

Dentro de los compuestos fenólicos de la baya de *Vitis vinífera* L. antocianinas y procianidinas son las clases más abundantes consideradas factores cualitativos en el vino tinto debido a su contribución en el color, amargor y astringencia. La calidad de la fruta destinada a la producción de vino, se mide normalmente por la concentración de compuestos fenólicos en el momento de la cosecha, por medio de este parámetro se hace una relación entre la composición fenólica y el precio potencial que puede alcanzar una botella de vino tinto. Para la producción de vinos comerciales, se usan uvas que provienen de viñedos con diferentes manejos agronómicos, prácticas de vinificación, gestión vitícola y concentración de compuestos fenólicos al momento de cosecha, por lo cual, posteriormente la expresión de aquellos parámetros y técnicas conduce a diferentes categorías de vino (Cáceres et al., 2012). A su vez, el papel de los compuestos fenólicos en las variedades de uva tinta, es determinante para la calidad del vino cuyo destino es la crianza, donde la capacidad de envejecimiento en barricas, está directamente relacionada con los compuestos antocianinas y procianidinas. Durante el envejecimiento, las antocianinas pueden ser oxidadas, pudiendo provocar una disminución del color rojo, o al interactuar con procianidinas estabilizarlo. Ésta interacción es responsable de la capacidad de resistencia oxidativa en la barrica. Por lo tanto, un vino destinado a la crianza, debe poseer una concentración elevada de antocianinas, si no, la oxidación de las mismas provocara una pérdida importante de color (Valls et al., 2000).

La concentración de compuestos fenólicos en la uva, depende de las condiciones ambientales, las prácticas de manejo y la genética de cada variedad. A su vez, es afectada por múltiples factores, tales como: intensidad lumínica, temperatura, altitud, riego, nutrición, suelo, sistema de conducción, regulación de crecimiento, carga frutal, entre otros. El clima es el factor más preponderante, debido a que la insolación y temperatura, afectan de forma directa al cultivo respecto a su tasa de desarrollo, acumulación de azúcar, pérdida de ácidos a través de la respiración y síntesis de compuestos de color y sabor (Ovalle, 2011).

Los compuestos fenólicos se sintetizan a partir de un precursor común; fenilalanina, el cual bajo la acción de fenil alanina amonioliasa (PAL), conducen a la formación de ácido cinámico, éste es precursor de los compuestos fenólicos de las uvas en *Vitis vinífera* L. Éstos compuestos son sintetizados durante el envero y se acumulan en vacuolas de

células hipodérmicas de la baya (Cantos *et al.*, 2002). La radiación solar, ejerce una regulación directa sobre la síntesis de la enzima PAL, la cual posee un rango de temperatura óptima de síntesis entre los 20-22 °C (Leguizamón *et al.*, 2005).

El cambio climático trae consigo un aumento global de temperaturas, cuya consecuencia será la alteración del crecimiento vegetativo en vides y otros cultivos en general. Keller (2010), advierte que los procesos de floración, envero y cosecha, se van a producir antes conforme al aumento progresivo de la temperatura durante las estaciones. Un envero precoz, implica un desplazamiento del periodo de maduración hacia la época más cálida de la temporada, lo que dificulta la síntesis de antocianos, teniendo como consecuencia una reducción del potencial de color en vinos tintos, además de un desequilibrio en la composición química de la uva.

Vitis vinifera L. cv. Pinot Noir, es considerada una cepa de clima fresco, sensible al cambio climático, debido a la poca adaptación que posee este cultivar a las altas temperaturas (Nicholas *et al.*, 2011). En comparación a otras variedades tintas, Pinot Noir posee una menor concentración de antocianos en las bayas (Mercurio *et al.*, 2010). Los vinos que proceden de esta cepa, tienden a ser de color más claro, en comparación a vinos tintos producidos a partir de cultivares como Cabernet Sauvignon o Syrah.

En Chile, las plantaciones se concentran principalmente en zonas templadas-frías, específicamente en las regiones de Valparaíso y del Maule. La V Región posee una superficie 1.825 hectáreas (SAG, 2015). El valle de Casablanca posee el 55% de la superficie regional. Éste valle se encuentra ubicado en la cara occidental de la cordillera de la costa, extendiéndose en sentido Este-Oeste; posee una temperatura máxima promedio histórica (1980-2015) registrada para enero de 27,3°C y una acumulación anual de 1.743 días-grado (Región III de Winkler, 1.649 – 1.926 días-grado). Se estima que, para el año 2070, la temperatura máxima promedio alcance los 30°C y exista una acumulación anual de 2332 días-grado (Región V de Winkler, desde 2.204 días-grado) (Atlas Agroclimático. Agrimed. U. de Chile. 2017).

El cambio climático tendrá directa incidencia en la producción de vinos, principalmente en términos de selección de uvas. Se estima que para el año 2100, Estados Unidos pierda hasta el 81% de su actual superficie destinada a viñedos para la elaboración de vinos premium (Mozell y Tach, 2014). Sin embargo, en Sudamérica, el cambio en las variables climáticas año tras año, puede forzar a mover viñedos a

elevaciones más altas, en lugar de sugerir un cambio de variedades de maduración más temprana (Hadarits et al., 2010).

En la actualidad, existe un déficit de estudios sobre Pinot Noir chileno donde se relacionen manejos culturales respecto a la concentración de compuestos fenólicos en las bayas, especialmente enfocados en la relación existente entre el despunte de brotes, y el estado de maduración que debería tener la baya al momento de realizar esta operación. El objetivo e importancia de este estudio radica en la factibilidad de sintetizar un mayor grado de compuestos fenólicos, ya que, por un lado, es un factor incidente en la calidad de fruta y, por otra parte, se presenta como un nuevo manejo cultural orientado hacia viñas que quieran reducir o eliminar aplicaciones químicas, sin que esto vaya en desmedro del potencial productivo y su calidad.

2. Hipótesis

Despunte de brotes disminuye el crecimiento vegetativo, favoreciendo la redistribución de fotoasimilados hacia los racimos, provocando mayor concentración de compuestos fenólicos en bayas.

3. Objetivo general

Evaluar el efecto del despunte de brotes en diferentes estados de maduración de la baya, sobre la concentración de compuestos fenólicos y características fisicoquímicas en cultivar Pinot Noir.

4. Objetivos específicos

- Comparar el efecto del despunte de brotes antes, durante y después de envero, sobre la concentración de antocianos y polifenoles en bayas.
- Comparar el efecto del despunte de brotes antes, durante y después de envero, sobre la concentración de taninos en bayas.
- Estudiar la relación entre la detención del crecimiento apical del brote y las características fisicoquímicas de la baya (pH, sólidos solubles y acidez titulable).

5. Estado del arte

5.1 Antecedentes del cultivo *Vitis vinífera* L. cv. Pinot Noir

5.1.1 Origen y características de la especie

Pinot Noir es una antigua cepa originaria de Borgoña (Francia), que posee diferentes clones, y entre ellos se presenta gran variabilidad. Sus hojas son de tamaño mediano, orbiculares, de color verde oscuro, enteras o ligeramente pentalobuladas con un seno peciolar poco abierto o medio cerrado, donde los lóbulos basales se oponen hacia la cara inferior; durante el otoño, el follaje adquiere un tono rojizo. Sus racimos son pequeños, cilíndricos, a veces alados y muy compactos. Las bayas son pequeñas, esféricas o ligeramente ovoidales, de color negro azulado o violeta oscuro (Viveros Balder, 2011). En su piel, se pueden encontrar solo cinco antocianinas (Cianidina, Peonidina, Delfinidina, Petunidina y Malvidina) (Kneknopoulos et al., 2011). Esta baja concentración de antocianos, se traduce en vinos débiles de color y con poco cuerpo, a su vez, alcanza una alta concentración de azúcar, debido que normalmente se retrasa su cosecha, con

objetivo de alcanzar una mayor concentración de compuestos fenólicos y lograr disipar los caracteres herbáceos (Leal, 2007).

5.1.2 Superficie y antecedentes productivos

Las plantaciones del cultivar Pinot Noir en Chile se concentran principalmente en zonas templadas-frías del país, específicamente en las regiones de Valparaíso y del Maule. La superficie a nivel nacional alcanza 4.184 hectáreas, donde la Región de Valparaíso posee el 44% de la superficie nacional total, dentro de las cuales, el 55% se encuentran establecidas en el Valle de Casablanca (SAG, 2015). Es una variedad de vigor medio, poco fértil y muy sensible a la pudrición gris producida por el hongo *Blumeria graminis* f. debido a su piel delgada y débil, lo que hace más fácil su rajadura. Presenta una madurez temprana, con cosechas concentradas entre febrero y marzo. Pinot Noir se conduce en espaldera y requiere podas largas (Melgarejo y Salazar, 2005).

5.1.3 Potencial Enológico

Pinot Noir produce vinos de alta calidad, aptos para crianza en barricas, complejos e intensos. Su mosto es incoloro si no se mantiene en contacto con los hollejos, en presencia de ellos, adquiere tonalidades rosa intenso y posteriormente rojo rubí brillante. Debido a lo anterior, puede dar vinos blancos cuando se prensa y se separa el mosto del hollejo de inmediato, y vinos tintos con elaboraciones tradicionales. Es un cultivar adecuado para cavas, champagne y reservas. En zonas muy cálidas, ésta variedad pierde parte de su potencial enológico (Catania, 2007).

El vino generado a partir de esta variedad, posee poca copigmentación, puesto que el 60% de sus antocianinas son Malvidinas y no tiene antocianinas aciladas, las cuales se caracterizan por tener un alto grado de estabilidad. Vinos del cultivar Pinot Noir poseen un

alto contenido de resveratrol, con concentraciones que superan los 9 mg*L-1 (Goldberg et al., 1995), el cual ha sido citado como anticancerígeno y antioxidante.

5.2 Factores que inciden en la síntesis de compuestos fenólicos

5.2.1 Cultivar

Existen variedades que, por su genética, les va a ser más difícil desarrollar la pigmentación, principalmente por la cantidad total de pigmentos preestablecidos genéticamente. *Vitis Vinifera* L. produce derivados de las agliconas delphinidina, cianidina y petunidina, compuestos en su mayoría estables que se encuentran en mayor proporción en uvas destinadas a vinificación. Respecto a lo anterior, el cultivar Pinot Noir es una excepción, debido a que solo produce antocianinas no acetiladas definidas como no estables y de fácil oxidación (Leguizamón et al., 2005).

5.2.2 Vigor

De forma indirecta, el vigor incide en la toma de coloración, considerando que este parámetro se asocia de forma conjunta al lugar donde se cultiva; de forma conjunta, cultivares muy vigorosos se asocian a problemas de luminosidad. Según sea el clima, en cultivares de poco vigor, la relación se puede dar de forma inversa, es decir, poco follaje significará una deficiente relación hoja-fruto, pudiendo provocar una sobrecarga frutal, la cual presentará exceso de luminosidad y temperatura en la zona del racimo (Duarte, 2001).

5.2.3 Manejo Canopia

5.2.3.1 Deshoje

La eliminación de hojas antes de floración en la zona de racimo, es un manejo agronómico que se ha utilizado en viñedos de clima fresco, con objetivo de mejorar la circulación de aire, exposición a luz y disminución de presión de enfermedades producidas por hongos. A su vez, se favorece la fotosíntesis, al eliminar hojas sombreadas con menor eficiencia fotosintética, desencadenando una mejor terminación y color en la fruta. El microclima de la canopia determina la calidad de la fruta, la cual, expuesta a luz solar, aumenta su contenido en sólidos solubles totales, compuestos fenólicos, y disminuye su contenido en acidez titulable, en comparación a fruta sombreada. Debido a lo anterior, es de suma importancia determinar niveles apropiados de extracción de hojas, con objetivo de lograr una óptima exposición a luz solar, la cual permita un equilibrio entre la concentración de azúcar, el nivel de acidez y la composición fenólica de la baya (Feng et al., 2014).

5.2.3.2 Desbrote

Es un manejo que se lleva a cabo de forma optativa, dependiendo de la finalidad del cuartel, variedad y zona de producción. El Desbrote tiene como objetivos aumentar la exposición de la baya a la luz solar y mejorar la acumulación de compuestos fenólicos en la fruta. En el cultivar Pinot Noir, este manejo reduce el número de frutos, cuando se realiza en antesis (Tian, 2015).

5.2.4 Portainjerto

Los portainjertos se presentan como alternativa para la producción de uva en zonas con problemas edáficos, relacionados a salinidad, nutrición, textura, estructura. Los portainjertos también inciden en las características de la planta, al inducir diferencias en aspectos de vigor y nutrición, debido a su capacidad para absorber nutrientes desde el suelo, afectando de forma indirecta la coloración de la fruta (Peppi y Callejas, 2014). Estudios en uva de mesa han demostrado que, para una misma variedad y diferentes portainjertos, se alcanzan distintas tonalidades de color (Peppi, 2017).

5.2.5 Reguladores de crecimiento

Las aplicaciones exógenas de fitohormonas, emulan y estimulan el comportamiento hormonal natural de una baya, desde cuaja hasta cosecha.

En enero, se produce un aumento del etileno, donde posteriormente, aumentan de forma temporal el ácido abscísico (ABA) en concentraciones leves y brasinoesteroides (BR). Se cree que, la maduración, es dependiente de la acción en conjunto de las tres fitohormonas mencionadas anteriormente (Peppi et al., 2008).

5.2.5.1 Etileno

Se ha comprobado que aplicaciones de etileno, por una parte, aumentan la concentración de antocianinas, y por otra, reduce la firmeza de la baya, donde estos efectos generados dependen en mayor o menor grado del momento y cantidad aplicada de etileno. Con concentraciones del orden de 300 mg/L, debiera generar una respuesta en la intensidad de color según la zona de aplicación, donde en enero se aprecia su mayor efecto.

Los aspectos negativos en el uso de etileno, están relacionado con la variabilidad errática de sus efectos, por lo cual son no se considera una herramienta de manejo confiable. A su vez, en la actualidad existen muchos viñedos que están optando por líneas de producción orgánicas y/o biodinámicas, donde los residuos tóxicos no se permiten, siendo inviable la aplicación de esta práctica (Peppi, 2017).

5.2.5.2 ABA

La aplicación de ácido abscísico aumentan el contenido de antocianinas en pieles de uva (Lee *et al.* 1997, Peppi *et al.* 2006, 2007). Se aplica de forma exógena en la planta, cuando los problemas de color son provocados por altas temperaturas. Su mayor efecto positivo se evidencia cuando se aplica en envero, pero también presenta efectos secundarios relacionados a la firmeza, fecha de cosecha y tonalidad de color de la baya, pero no en su madurez. El éxito de ésta intervención exógena, está directamente relacionada con la dosis aplicada, estado fisiológico y cultivar en cuestión. Peppi (2017), afirma que no se evidencian efectos en la variedad de uva de mesa Red Globe, cuando la aplicación de ABA se realiza en conjunto con etileno.

5.2.6 Luminosidad

Los racimos expuestos a la luz, alcanzan un contenido diez veces superior de flavonoides, en comparación a racimos sombreados. La luz provoca un incremento en la concentración de antocianinas monómericas y flavonoles, pero a su vez, éstas se ven reducidas por las temperaturas altas sobre 25°C, las cuales inciden sobre racimos expuestos a luz directa (Leguizamón *et al.*, 2005). Las variedades presentan diferentes niveles de sensibilidad a la luz, el cual es un importante factor desde cuaja hasta envero, debido a que influye de forma preponderante en el crecimiento vegetativo e inducción de las yemas, y llega a ser una problemática en algunas zonas desde envero hasta cosecha, debido a la posible degradación de compuestos fenólicos y ácidos, cuando su alta incidencia está relacionada con altas temperaturas. (Peppi, 2017).

5.2.7 Temperatura

La síntesis de antocianinas, es regulada por las enzimas Fenil alanina amonioliasa (PAL), Chalcona sintasa (CHS), Flavonona 3-hidroxisilasa (F3H), dihidro-flavonol reductasa (DFR) y UDP-glucosa-flavonoide glucosil transferasa (UFGT); donde el óptimo de su síntesis se genera con temperatura del orden de los 20-25°C, y cercana a los 30°C se detiene (Leguizamón *et al.*, 2005), teniendo en consideración que existen diferencias entre rangos

tolerables según el origen de la variedad. La expresión de los genes que codifican para la biosíntesis de compuestos fenólicos, se inducen por bajas temperaturas (máximo 25°C) y son reprimidos por altas temperaturas (máximo 35°C) (Mori, 2007).

5.2.7.1 Oscilación térmica

Se cree que la baya necesita un mínimo de amplitud térmica para la coloración. Sin embargo, estudios demuestran que, si la diferencia de temperatura máxima-mínima es de 10°C, entre un rango de 10-20°C, el diferencial evidenciado no es significativamente incidente en comparación a un rango generado entre 30-40°C, lo cual hace denostar que, el efecto de la amplitud térmica para la coloración de la baya, también depende de la temperatura mínima respecto al rango en el que se encuentre (Peppi, 2017).

5.2.8 Nivel de Carga

La pigmentación de las bayas es sensible al exceso de carga, donde existe una correlación positiva entre la sobrecarga y el color. En ciertas ocasiones, si bien los grados Brix y la producción predial se encuentran en rangos óptimos, la fruta no llega a tomar color. En el caso descrito anteriormente, existe una alta probabilidad de que lo acontecido, sea debido al exigir un rendimiento superior al que posee la planta para madurar fruta. Una sobrecarga leve de 1-2 racimos por planta, es suficiente para provocar déficit de color (Peppi, 2017). En el caso concreto de uvas destinadas a producción de vinos premium, la carga frutal no debe superar las 7-8 ton/ha.

5.3 Despunte de brotes y concentración de antocianos

El despunte de brotes, corresponde a la extracción de la yema apical que, junto a las raíces y bayas, demandan fotoasimilados. Según Keller (2010), en enero se estima que aproximadamente el 20% de fotoasimilados, se direcciona hacia el ápice en crecimiento, por lo cual, el 80% restante se redistribuye hacia las partes bajas de la planta, abasteciendo lo que demandan tanto la raíz, para continuar con su peak radicular

creciente hasta poscosecha, como la baya, para su elongación celular y respectivo llenado de azúcar y agua.

Como manejo agronómico, el despunte es utilizado normalmente para controlar el vigor de las plantas. Según Carrasco (2018), para el cultivar Pinot Noir en el valle de Aconcagua Costa, predio destinado a la producción de vino premium, es necesario un despunte antes de floración, donde posteriormente se ejecutan uno o dos entre envero y cosecha, dependiendo de las condiciones de cada cuartel (Portainjerto-clon-exposición-categoría de vino que apunta).

6.- Metodología

6.1 Ubicación del estudio

El estudio se llevará a cabo en el valle de Casablanca ubicado en la cara occidental de la cordillera de la costa en la Región de Valparaíso, Chile. Este valle posee un clima templado cálido supratermal con régimen de humedad semi árido, la temperatura máxima promedio histórica (1980-2015) es de 27,3°C registrada en enero y mínima de 4,2°C para el mes de julio, su acumulación anual de 1.743 días-grado y 639 horas frío acumuladas hasta el 31 de julio, la precipitación promedio anual es de 400 mm y su periodo seco es de ocho meses, contiene un periodo favorable al crecimiento vegetativo de once meses (Atlas Agroclimático. Agrimed. U. de Chile. 2017). La zona perteneciente corresponde a la serie de suelo Tapihue-2, su textura predominante es franca arenosa, moderadamente profunda, con 1 a 3 % de pendiente (CIREN, 1997). Los huertos en estudios corresponden a cv. Pinot Noir, se establecieron entre el año 2009-2010 y se encuentran conducidos en espaldera simple con riego por goteo.

6.2 Material vegetal

Se escogerán dos hileras representativas del cuartel en base a un mapa de vigor. La unidad de muestreo será una planta aparentemente sana de vid vinífera cv. Pinot Noir clon 115 sobre porta injerto 1103-P.

6.3 Diseño experimental

Se llevará a cabo un diseño experimental en bloque completamente al azar, para lo cual se formará un bloque, donde se van a establecer de forma aleatoria un testigo y tres tratamientos, cada tratamiento será repetido ocho veces, es decir, el diseño cuenta con ocho bloques de cuatro plantas cada uno.

6.4 Tratamientos

Testigo (TE): Planta que no reciben despunte de brotes durante toda la temporada

T1: Planta que recibe el despunte de brotes 15 días después de cuaja

T 2: Planta que recibe el despunte de brotes en enero

T 3: Planta que recibe el despunte 15 días después de enero

6.5 Obtención de muestras

Los racimos serán recolectados a primera hora de la mañana con una concentración de azúcar cercana a 23,5° Brix. Normalmente estas condiciones se cumplen a partir del 15 de febrero para este valle. Se recogerá todos los racimos pertenecientes a cada repetición. Serán rotulados y separados tratamientos y repeticiones en una nevera y transportados al laboratorio de enología y vinificación de la Facultad de Ciencias Agronómicas y Alimentos de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en la Palma, Quillota, Chile. Donde se llevarán a cabo los análisis fisicoquímicos.

6.6. Análisis fisicoquímicos

Se escogerán al azar y pesarán 50 bayas por cada repetición de tratamiento, luego serán trituradas para hacer homogenizados y a partir de estos se realizarán análisis de antocianos, polifenoles y taninos en mosto por método de cromatografía líquida (HPLC) y análisis básicos de bayas.

6.6.1 Análisis de antocianos y polifenoles en mosto

A partir del homogenizado se deben hacer extractos, para esto se debe pesar 1 g de homogenizado, se diluye en 10 ml de solución extracto (H₂O/metanol 50:50 pH:2), se agita por inversión y se lleva a la centrifuga (8000 rpm durante 5 min a 4°C) posteriormente se elimina el sobre nadante (partículas sólidas que caen al fondo del tubo) y se agregan 3 ml de solución extracto nuevamente para volver a la centrifuga. Por último, se traspasa la muestra a un tubo falcon de 50 ml y se afora con solución extracto a 25 ml.

Una vez que se obtiene el extracto se toman 0,2 ml de muestra y se agregan 3,8 ml de ácido clorhídrico (HCL 0,1 M) se debe agitar y dejar reposar durante 60 min, de forma inmediata transcurrido el tiempo se introduce la muestra en cubetas de cuarzo completamente limpias y secas para medir en espectrofotómetro absorbancia a 280 y 520 nm (Laboratorio de Enología. Centro Andaluz de Investigaciones Vitivinícolas (CAIV). U de Cádiz, España).

6.6.2 Análisis de taninos en mosto

A partir de los extractos, se toman 10 ml con micropipeta y se traspasan a un tubo plástico de centrifuga, se centrifugan a 8000 rpm durante 5 minutos a 4°C, luego se agrega 1 ml de extracto en el control y la muestra, posteriormente se agregan 3 ml de metilcelulosa solo a la muestra. 2 a 3 minutos después se agregan 2 ml sulfuroso a ambas y de inmediato agua destilada aforando hasta completar 10 ml en ambas. Se agita por inversión y se deja reposar 10 minutos a T° ambiente, se centrifuga a 5000 rpm durante 5 min. A 4°C. se introducen las muestras al espectrofotómetro y se usa agua destilada como blanco (Laboratorio de Enología. Centro Andaluz de Investigaciones Vitivinícolas (CAIV). U de Cádiz, España).

6.6.3 Análisis básico de bayas

Sólidos solubles, acidez y pH. Los sólidos solubles serán medidos a través de un refractómetro digital portátil que expresa el contenido de sólidos en ° Brix. La acidez será determinada a través de titulación con hidróxido de sodio (NAOH 0,1 M) y se expresará su

contenido en g/L^{-1} de ácido tartárico. Para determinar pH se ocupará un potenciómetro digital.

6.7 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos a través de esta metodología serán sometidos a un test de normalidad y homogeneidad de varianzas y luego serán procesados por medio de análisis de varianza (ANDEVA). Se aplicará la prueba de Tukey con 95% de confianza. El análisis estadístico se realizará con el programa R 1.3.5.

7. Bibliografía citada

- Atlas Agroclimático de Chile. 2017. Centro de Agricultura y Medio Ambiente. Universidad de Chile.
- Cáceres A., Á. Peña-Neira., A. Galvez., E. Obreque-Slier., R. Lopez-Solís y J.M. Canals. 2012. Phenolic Compositions of Grapes and Wines from Cultivar Cabernet Sauvignon Produced in Chile and Their Relationship to Commercial Value. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 60, 8694 – 8702.
- Cantos E. J Espín., F Tomás. 2002. Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grape cultivars studied by LC-DAD-MS-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 5691- 5696.
- Carrasco C. 2018. Gerente Agrícola viña Erazuriz fundo Manzanar. Comunicación personal, 23 de junio 2018.
- Catania S. (2007). Pinot negro. Leído 18 de julio 2018, de Curso superior de degustación de vinos INTA Sitio web: www.INTA.gob.ar
- Duarte D., 2001. Efecto del vigor y del grado de madurez de las bayas sobre la fracción polifenólica del cv. Cabernet Sauvignon del valle del Maipo. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas.
- Feng H, Fang Y., Patricia A, Michael C. 2014. Influence of cluster zone leaf removal on Pinot noir grape chemical and volatile composition. *Food Chemistry* 173 (2015) 414-423.
- Golberg D., J. Yang., E. Diamandis., A. Karumanchiri., G. Soleas., A. Waterhouse. 1995. A global survey of trans-resveratrol concentrations in comercial wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 46, 159-165.
- Hadarits M., B. Smit., H. Diaz.. (2010). Adaptation in viticulture: a case study of producers in the Maule region of Chile. *Journal of Wine Research*, 21, 167-168.
- Keller M. 2010. Managing grapevines to optimise fruit development in a challenging environment: a climate change primer for viticulturist. *Australian Journal of Grape and wine Research*, 16, 56-69.

- Kneknopoulos P., G. Skouroumounis., Y. Hayasaka., D. Taylor. 2011. New phenolic grape skin products from *Vitis vinifera* cv. Pinot noir. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59(3):1005-1011.
- Leal G. 2007. Influence of reflective mulch on Pinot Noir grapes and wine quality. Tesis of master of applied sciences. Lincoln University, New Zealand.
- Lee, K.; J. Lee.; Y. Hwang.; I. Hur.; 1997: Effects of natural type (S)-(+)-abscisic acid on anthocyanin accumulation and maturity in Kyoho grapes. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38, 717-721.
- Leguizamón G., A. González., R. Báez. 2005. Antocianinas en uva (*Vitis vinifera* L.) y su relación con el color. Departamento de Producción. Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Santiago del Estero, Argentina.
- Melgarejo P., D. Salazar. 2005. Viticultura, técnicas de cultivo de la vid, calidad de la uva y atributos de los vinos, 1a. ed. AMV Ediciones y Mundi-prensa. 325p.
- Mercurio M., R. Damberg., D. Cozzolino., M. Herderich., P. Smith. 2010. Relationship between red wine grape and phenolics, tannin and total phenolic concentrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 12331-12319.
- Mozell M. y L. Thach. 2014. The impact of climate change on the global wine industry: Challenges and Solutions. *Wine Economics and Policy* , 3, 81-89.
- Nicolas K., M. Matthews., D. Lobell., N. Willits., C. Field. 2011. Effect of vineyard-scale climate variability on Pinot noir phenolic composition. *Agricultural Forest Meteorology*, 151, 1556-1567.
- Ovalle J. 2011. Efecto de la aplicación de ácido abscísico sobre las características física y la composición química de bayas de vid *Vitis vinifera* var. Pinot Noir. Tesis Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Peppi M. (2017). Desarrollo y toma de color en uva de mesa. *Red Agrícola*, 57, 7-12.
- Peppi M., A. Walker and M. Fidelibu, 2008. Application of abscisic acid rapidly upregulated UFGT gene expression and improved color of grape berries. Department of Viticulture and Enology, University of California, Davis, USA.

- Peppi M., M. Fidelibus, M.; N. Dokoozlian.; 2007: Application timing and concentration of abscisic acid affect the quality of 'Redglobe' grapes. *J. Hort. Sci, Biotech.* 82, 304-310.
- Peppi M., M. Fidelibus, M.; N. Dokoozlian.; 2006: Abscisic acid application timing and concentration affect firmness, pigmentation and color of 'Flame Seedless' grapes. *HortScience* 41, 1449-1445.
Phenolic Grape Skin Products from *Vitis vinifera* cv. Pinot Noir. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59, 1005-1011.
- SAG. 2015. Catastro Vitícola Nacional. Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile.
- Valls. J., M. Lampreave., M. Nadal y L. Arola. 2000. Importancia de los compuestos fenólicos en la calidad de los vinos tintos de crianza. Unidad de Enología. Dpto. de Bioquímica y Biotecnología Universidad Rovira i Virgili, Tarragona, España.
- Viveros Balder. 2011. Variedades de uva. Pinot noir la más delicada. Leído 20 de Julio 2018, de Vitivinicultura Viveros Balder Sitio web: www.vitivinicultura.net

8. Plan de trabajo

Formación/grado académico	Cargo en el proyecto	Funciones (N°)	Duración contrato (meses)
Ingeniero Agrónomo	Director	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación, puesta en marcha y supervisión - Velar por los objetivos del proyecto - Coordinación con agricultores - Realización de contratos - Compra e inventario de insumos 	12
Ph.D. en horticultura y agronomía	Profesor guía	<ul style="list-style-type: none"> - Recomendación técnica - Aspectos administrativos 	12
Estadístico	Encargado estadística	<ul style="list-style-type: none"> - Realización de todo el análisis estadístico del proyecto 	3
Técnico agrícola	Jefe en terreno	<ul style="list-style-type: none"> - Liderar y coordinar labores en campo - Cooperar con logística 	3
Alumno de pre-grado	Asistente	<ul style="list-style-type: none"> - Labores en terreno 	3
Alumno de pre-grado	Asistente	<ul style="list-style-type: none"> - Labores en terreno 	3
Técnico laboratorista	Análisis	<ul style="list-style-type: none"> - Labores en laboratorio 	3
Técnico laboratorista	Análisis	<ul style="list-style-type: none"> - Labores en laboratorio 	3

11. Presupuesto

11.1 Presupuesto total proyecto a 3 años (CLP)

	Cuenta	FONDO CONCURSABLE	APORTE PUCV		Total (CLP)
			Pecuniario	No pecuniario	
A.	Total Recursos Humanos	47.250.000	0	18.000.000	51.900.000
B.	Total Subcontratos	9.680.000	0	0	9.680.000
C.	Total Capacitación	150.000	0	180.000	330.000
D.	Total Gastos de Inversión	16.000.000	0	27.420.968	43.420.968
E.	Total Gastos de Operación	18.745.340	0	0	18.745.340
F.	Total Gastos de Administración (Overhead PUCV)	12.278.454	0	0	12.278.454
	Porcentaje de Aporte (%)	70%	0%	30%	100%
TOTAL (CLP)		104.103.794	0	45.600.968	149.704.762

11.2 Presupuesto total por año (CLP)

	Cuenta	Año 1	Año 2	Año 3	Total (CLP)
A.	Recursos humanos				
	Pecuniario	15.750.000	15.750.000	15.750.000	47.250.000
	No Pecuniario	6.000.000	6.000.000	6.000.000	18.000.000
B.	Total Subcontratos				
	Pecuniario	3.760.000	2.960.000	2.690.000	9.680.000
	No Pecuniario	0	0	0	0
C.	Total Capacitación				
	Pecuniario	150.000	0	0	150.000
	No Pecuniario	180.000	0	0	180.000
D.	Total Gastos de Inversión				
	Pecuniario	16.000.000	0	0	16.000.000
	No Pecuniario	27.420.968	0	0	27.420.968
E.	Total Gastos de Operación				
	Pecuniario	17.483.340	631.000	631.000	18.745.340
	No Pecuniario	0	0	0	0
F.	Total Gastos de Administración				
	Pecuniario	12.278.454	0	0	12.278.454
	No Pecuniario	0	0	0	0
	Total (M\$)				
	Pecuniario	65.421.794	19.341.000	19.341.000	104.103.968
	No Pecuniario	33.600.968	6.000.000	6.000.000	45.600.968

12. Detalle presupuestario

12.1 Detalle recursos humanos

Concepto	Aporte		Valor unitario (CLP)	Unidad	Cantidad	Meses	Costo (CLP)
Ingeniero Agrónomo	P		600.000	persona/mes	1	12	7.200.000
Ph.D. en horticultura y agronomía (Profesor guía)		N	500.000	persona/mes	1	12	6.000.000
Estadístico	P		750.000	persona/mes	1	3	2.250.000
Técnico laboratorista en enología	P		500.000	persona/mes	2	3	3.000.000
Técnico agrícola	P		500.000	persona/mes	1	3	1.500.000
Estudiante Agronomía pre-grado	P		300.000	persona/mes	2	3	1.800.000
Subtotal							21.750.000

P: Pecuniario N: No pecuniario

12.2 Detalle gastos de administración

Concepto	Aporte	Valor unitario (CLP)	Unidad	Cantidad	Costo (CLP)
Overhead PUCV (17%)	P	-	-	-	9.056.000
Subtotal					9.056.000

P: Pecuniario N: No pecuniario

12.3 Detalle subcontratos

Concepto	Aporte	Valor unitario (CLP)	Unidad	Cantidad	Costo (CLP)
Análisis de suelo (fertilidad completa + textura)	P	70.000	\$/muestra	8	560.000
Análisis mapeo de vigor	P	160.000	\$/ha	5	800.000
Análisis antocianos, polifenoles y taninos en mosto	P	22.000	\$/análisis	80	1.760.000
Análisis básico de bayas (°B, pH, acidez titulable)	P	8.000	\$/análisis	80	640.000
Subtotal					3.760.000

P: Pecuniario N: No pecuniario

12.4 Detalle gastos de inversión

Concepto	Aporte		Valor unitario (CLP)	Unidad	Cantidad	Costo (CLP)
	P	N				
Laboratorio de enología	P	N	—	—	1	N: 7.720.968 P: 16.000.000
Biblioteca		N	—	—	1	5.000.000
Oficina		N	300.000	\$mes	6	1.800.000
Acceso a bibliotecas electrónicas científicas		N	10.800.000	\$/año	0,5	5.400.000
Estación meteorológica		N	—	—	1	2.500.000
Subtotal						38.420.968

P: Pecuniario N: No pecuniario

12.5 Detalle capacitación

Concepto	Aporte		Valor unitario (CLP)	Unidad	Cantidad	Costo (CLP)
	P	N				
Instructor protocolo de análisis A, P y T por método de HPLC	P		25.000	hora/hombre	3	75.000
Instructor para análisis básico de bayas	P		25.000	hora/hombre	2	50.000
Instructor para muestras de suelo y fruta en campo	P		25.000	hora/hombre	1	25.000
Sala para capacitación		N	30.000	\$/hora	6	180.000
Subtotal						330.000

P: Pecuniario N: No pecuniario

12.6 Detalle gastos de operación

Concepto	Aporte	Valor unitario (CLP)	Unidad	Cantidad	Costo (CLP)
Tijera de podar	P	3.500	\$/tijera	2	7.000
Tijera de cosecha	P	2.500	\$/tijera	4	10.000
Bolsa de papel kraft 9x9x40 cm	P	280	\$/bolsa	100	28.000
Nevera de poliestireno	P	5.000	\$/nevera	10	50.000
Pala	P	19.990	\$/pala	2	39.980
Tubos falcon 50 ml	P	120	\$/tubo	200	24.000
Tubos de centrifuga	P	90	\$/tubo	1000	90.000
Ácido clorhídrico	P	6.000	\$/kg	1	6.000
Etanol	P	1.200	\$/lt	20	24.000
Metilcelulosa	P	39.000	\$/kg	1	39.000
Ácido sulfúrico	P	6.000	\$/kg	2	12.000
Agua destilada	P	300	\$/lt	200	60.000
Cubetas de cuarzo 10 mm	P	45.000	\$/cubeta	8	360.000
Camioneta 4x4	P	14.000.000	\$/camioneta	1	14.000.000
Diesel	P	480	\$/litro	500	240.000
Notebook	P	179.990	\$/notebook	2	359.980
Impresora	P	49.890	\$/impresora	1	49.890
Tóner impresora	P	68.990	\$/cartucho	1	68.990
Resma 500 p	P	3.000	\$/resma	2	6.000
Libreta 13 x 18 cm 100 paginas	P	1.390	\$/libreta	6	8.340
Guantes de latex s-m	P	5.980	\$/caja	2	11.960
Guantes	P	1.390	\$/guante	5	6.950

multiflex						
Gorro para sol	P		10.000	\$/gorro	5	50.000
Bloqueador solar factor 40	P		12.800	\$/kg	1	12.800
Total						16.650.800
5% imprevistos						832.540
Subtotal						17.483.340

P: Pecuniario N: No pecuniario

12.7 Detalle equipamiento laboratorio de enología

Concepto	Aporte	Valor unitario (CLP)	Unidad	Cantidad	Costo (CLP)
Espectrofotómetro Espokol 1300	P	3.500.000	\$/unidad	1	3.500.000
Centrifuga Eppendorf 5410 8.000 rpm	N	450.000	\$/unidad	1	450.000
Balanza analítica Torbal Agzn120 g x 0.001 g.	N	1.149.699	\$/unidad	2	2.298.000
Calentador Magnético Agitador Bipeer	N	127.699	\$/unidad	2	255.398
Micropipetas 0,2 µm – 0,5 µm – 1 ml – 5 ml – 10 ml	N	85.000	\$/unidad	10	850.000
Pack matraz de aforo 25 ml – 200 ml – 500 ml – 1 lt.	N	60.000	\$/pack	10	600.000
Pack vasos precipitados 25 ml – 50 ml – 100 ml – 500 ml – 1 lt	N	45.000	\$/pack	10	450.000

Phmetro Oenofoss	P		6.500.000	\$/unidad	1	6.500.000
Máquina trituradora thermomix		N	150.000	\$/unidad	1	150.000
Refrigerador de laboratorio	P		1.500.000	\$/unidad	1	1.500.000
Escritorio		N	150.000	\$/unidad	2	300.000
Silla ergonómica		N	85.000	\$/unidad	4	340.000
Lavadero		N	70.000	\$/unidad	1	70.000
Porta tubos de centrifuga		N	15.000	\$/unidad	4	60.000
Termómetros		N	15.000	\$/unidad	6	90.000
Aerómetros		N	22.000	\$/unidad	4	88.000
Homogeneizador ultrasónico 250 w UP200-S	P		4.500.000	\$/unidad	1	4.500.000
Estantes		N	120.000	\$/unidad	3	360.000
Computador de escritorio PC		N	230.000	\$/unidad	1	230.000
Total						22.591.398
5% imprevistos						1.129.569
Subtotal						23.720.968

P: Pecuniario N: No pecuniario