



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE POSTGRADO

**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y SENSORIAL DE VINOS CABERNET
SAUVIGNON PROVENIENTES DE PLANTAS SOBRE PORTAINJERTOS
3309C y 101-14Mgt EN UN SUELO ALUVIAL BAJO CONDICIONES DE
ESCASEZ CONTINUADA DE PRECIPITACIONES**

AFE para optar al optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al
Grado de Magíster de Enología y Viticultura

Licenciada en Ciencias Agropecuarias
Macarena Fernanda Vásquez Cerda

Directores de AFE

Marcela Medel-Marabolí
Dra. Ingeniera Agrónoma- Enóloga

Elías Obreque-Slier
Dr. Ingeniero Agrónomo-Enólogo

SANTIAGO-CHILE
2023

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

Caracterización química y sensorial de vinos Cabernet Sauvignon provenientes de plantas sobre portainjertos 3309C y 101-14Mgt en un suelo aluvial bajo condiciones de escasez continuada de precipitaciones.

AFE presentada como parte de los requisitos para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al Grado de Magíster en Enología y Vitivinicultura.

Macarena Fernanda Vásquez Cerda

	Calificaciones	Calificaciones
	(Memoria de Título)	(Tesis de Grado)
DIRECTOR DE TESIS/AFE		
Nombre Profesor: Marcela Medel Marabolí	7,0	
Ingeniera Agrónoma-Enóloga, Dra.		
Nombre Profesor: Elías Obreque-Slier	6,7	
Ingeniero Agrónomo- Enólogo, Dr.		
PROFESORES CONSEJEROS		
Nombre Profesor: Oscar Seguel Seguel	7,0	
Ingeniero Agrónomo, Dr.		
Nombre Profesor: Carla Ingrid Jara Campos	6,6	
Ingeniera Agrónoma, Dra.		

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Quiero agradecer en primer lugar a mi familia y a Juan, por caminar conmigo en este proceso universitario, brindándome espacios de contención y apoyo en los momentos más difíciles, así como compartiendo la alegría de mis logros. Hago una notable distinción a mis padres, que me guían con amor día a día y me entregaron las herramientas para estar donde estoy. Este trabajo de investigación se lo dedico a mis abuelos, que, aunque no estén en este plano, sé que siempre estarán a mi lado.

A mis amigos y amigas de la universidad, por esas incesables noches de estudio, por vernos crecer juntos, por apañarnos y también disfrutar. Los llevo en el corazón y agradezco haber aprendido algo de cada uno de ellos.

A mi intercambio universitario, que marcó un antes y un después en mi vida. A la Adega de Belem y a la viña Heredade do Catapereiro y su gente, donde comenzó mi formación como enóloga y quienes con mucha paciencia y cariño me instruyeron en los quehaceres prácticos.

A la viña donde realicé mi tesis, especialmente a Elba, Michel, Jorge y Jocelyn, y a las personas con las que me encontré en el camino. Por apoyarme con este proyecto, por brindarme los recursos, las instalaciones y el material biológico para llevarlo a cabo, además de compartirme su sabiduría y buena disposición.

A mis profesores guía Marcela y Elías por permitirme trabajar con ellos y confiar en mí para desarrollar este estudio, por su orientación, paciencia e infinito apoyo como equipo.

Y por último, pero no menos importante, a todos quienes aportaron en el transcurso de este trabajo de investigación, a mi panel entrenado para el DTS, a Matías Cisterna por su ayuda con el Fizz, a Héctor Morales por su apoyo en el laboratorio y a la profesora Marion Gil por guiarme en el análisis de polisacáridos.

Se lo dedico a toda mi gente, os quiero mucho.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA	3
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	8
HIPÓTESIS	11
OBJETIVOS	11
MATERIALES Y MÉTODOS	12
Lugar de estudio	12
Material biológico	13
Equipamiento.....	13
Tratamientos y diseño experimental.....	13
Manejo del experimento	¡Error! Marcador no definido.
Variables a medir.....	14
Análisis estadístico	16
RESULTADOS.....	18
Influencia del suelo en la respuesta a la salinidad.....	18
Textura.....	18
Contenido de agua	19
Conductividad eléctrica	20
Composición química y fenólica de bayas	20
Efecto de la salinidad en la composición química y fenólica del vino.....	22
Efecto de la salinidad y portainjerto en la concentración de polisacáridos del vino.....	23
Temporalidad del salado y cloruros en el vino.....	24
Intensidad de astringencia y compuestos fenólicos.....	25
DISCUSIÓN	27
Influencia del suelo en la respuesta a la salinidad.....	27
Composición química y fenólica de bayas	28
Efecto de la salinidad en la composición química y fenólica del vino.....	29
Efecto de la salinidad y portainjerto en la concentración de polisacáridos del vino.....	30
Temporalidad del salado y cloruros en el vino.....	31

Intensidad de astringencia y compuestos fenólicos.....	31
CONCLUSIÓN.....	33
LITERATURA CITADA.....	34
ANEXOS	39
Anexo I. Series de suelo y calicatas.....	39
Anexo II. Protocolo de vinificación.....	40
Anexo III. Estudio del agua de riego.	41
Anexo IV. Pauta de intensidad de astringencia.	41
Anexo V. Resumen de granulometría y clases texturales por tratamiento y profundidad.	42

RESUMEN

En este estudio se evaluó el efecto del uso de los portainjertos 3309C y 101-14Mgt, descritos como sensible y resistente a la salinidad, respectivamente, en la composición química y sensorial de vinos Cabernet Sauvignon dispuestos en un suelo aluvial del Valle del Maipo, bajo condiciones de escasez continuada de precipitaciones (CE promedio de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$), contrastándolos con plantas francas. Para ello, se realizaron análisis básicos y polifenólicos en bayas y vinos. En este último, además se llevó a cabo un análisis de propiedades cromáticas y se determinó el contenido de polisacáridos mediante HPLC-IR; asimismo, se entrenó un panel sensorial para los atributos salado y astringente, aplicando el método de Dominancia Temporal de Sensaciones (DTS) y una pauta de intensidad de astringencia. Los resultados demostraron la existencia de diferencias estadísticamente significativas en cuanto al pH y taninos totales de la baya, ambos menores en el portainjerto 3309C. Por otra parte, en los análisis del vino terminado, no hubo diferencias significativas en los análisis básicos, pero sí en el índice de fenoles totales (IPT) y taninos totales, observando valores más bajos en vinos provenientes del portainjerto 3309C. Esto se correlaciona directamente con el análisis sensorial, ya que se asignaron los menores puntajes de intensidad de astringencia para el mismo tratamiento. Además, se llevó a cabo un análisis sensorial de DTS, con enfoque en la percepción del atributo salado. Se apreció que todos los vinos pertenecientes al portainjerto sensible a la salinidad (3309C), tuvieron un índice de dominancia del atributo salado mayor al nivel de significancia, el cual además disminuyó la percepción de la intensidad de astringencia. En resumen, se encontraron resultados distintos en cada tratamiento, donde 3309C mostró una menor resistencia, reflejada en los análisis descritos anteriormente, lo que se considera un aporte en el conocimiento de la adaptación de cultivares a condiciones de salinidad de los suelos, utilizando portainjertos como alternativa para la producción de vinos.

Palabras clave: salinidad, CIELab, polisacáridos, astringencia, DTS.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of the use of 3309C and 101-14Mgt rootstocks (described as sensitive and resistant to salinity, respectively) on the chemical and sensory composition of Cabernet Sauvignon wines grown in a alluvial soil of the Maipo Valley, under conditions of continuous precipitation shortage (EC of 1.7 dS m^{-1} in average) contrasted with ungrafted plants. For this purpose, basic and polyphenolic analyses were carried out on berries and wines. In the latter, an analysis of chromatic properties was also carried out and the polysaccharide content was determined by HPLC-IR. A sensory panel was also trained for the salty and astringent attributes, applying the Temporal Dominance of Sensations (TDS) method and an astringency intensity guideline. The results showed the existence of statistically significant differences in berry pH and total tannins, both results were lower in rootstock 3309C. On the other hand, the analysis of the finished wine, there were no significant differences in the basic analyses, but there were significant differences in the total phenol index (TPI) and total tannins, with lower values observed in wines from rootstock 3309C. This correlates directly with the sensory analysis since the lowest astringency intensity scores were assigned for the same treatment. In addition, a DTS sensory analysis was carried out, focusing on the perception of the salty attribute. It was found that all wines belonging to the salinity-sensitive rootstock (3309C) had a dominance index of the salty attribute higher than the significance level, in addition to decreasing the perception of astringency intensity. In summary, different results were found in each treatment, where 3309C showed a lower resistance, reflected in the analyses described above, which is considered a contribution to the knowledge of the adaptation of cultivars to soil salinity conditions, using rootstocks as an alternative for wine production.

Key words: salinity, CIELab, polysaccharides, astringency, DTS.

INTRODUCCIÓN

Chile es un gran exponente para la elaboración de vinos, debido a su amplia gama de terroirs, que le han dado a la industria vitivinícola un potencial de desarrollo que lo ha llevado a ser el 4° exportador y el 7° productor de vinos en el mundo (OIV, 2020). En nuestro país, Cabernet Sauvignon es la cepa vinífera más cultivada, con una superficie total de 40.053 ha en el año 2020 (ODEPA, 2022), destacando su desarrollo principalmente en el Valle del Maipo. Dicho Valle, es una de las zonas vitivinícolas chilenas más reconocidas a nivel mundial, gracias a su clima templado cálido, que resulta benéfico para este cultivar (Santibañez *et al.*, 2017).

Por otro lado, es conocido que en los últimos años ha existido una mayor variabilidad climática. Las temperaturas máximas han aumentado en valles interiores y zonas precordilleranas, mientras que las precipitaciones medias anuales están en descenso (Santibañez *et al.*, 2017). En este contexto de menores precipitaciones y escasez hídrica, Dunlevy *et al.* (2022) señalan que, si esta situación no es revertida con un mayor suministro de riego, desencadenará una acumulación de sales en el suelo, debido a que, en zonas con escasas precipitaciones, las sales situadas en el área de las raíces no pueden ser eliminadas por lixiviación. El problema, es que la salinidad presente en sistemas agrícolas de regiones áridas y semiáridas tiene la capacidad de afectar la producción de uva y, en consecuencia, la calidad del vino (Zhou-Tsang, 2021).

Las vides son consideradas moderadamente sensibles a la salinidad (Dunlevy *et al.*, 2022), presentando disminuciones en el rendimiento a partir de una CE de 1,5 dS m⁻¹ (Hirzen, 2014), ya que son capaces de absorber iones, como el Na⁺ y el Cl⁻, y acumularlos en sus estructuras celulares (Munns, 2002). Cuando acumulan una gran cantidad de iones salinos, estos pueden volverse tóxicos y provocar síntomas como la quemadura en las hojas y la ralentización del crecimiento, debido a una disminución de la actividad fotosintética, lo cual desencadena en pérdidas del rendimiento y un menor desarrollo de las bayas (Martínez-Moreno *et al.*, 2021; Matte, 1996; Dunlevy *et al.*, 2022; Zhou-Tsang, 2021). Las modificaciones en respuesta al estrés salino afectan la composición bioquímica de la planta y, en consecuencia, las cualidades propias de la uva y el vino, pudiendo disminuir la percepción de atributos sensoriales deseables e inducir atributos jabonosos salinos (Dunlevy *et al.*, 2022; Zhou-Tsang, 2021).

En un ensayo de riego con agua salina en la variedad Nero d'Avola, se observó que, en los parámetros de azúcares y acidez total o pH, las diferencias no fueron significativas; no obstante, hubo un aumento en la concentración de ácido tartárico, sulfatos, polifenoles y flavonoides como las antocianinas, que indujeron una mayor intensidad del color. Además, se potenciaron los aromas cítricos y frutales y apareció el gusto salado (Scacco *et al.*, 2010). En contraste, en un estudio con la variedad Monastrell, se percibió que la aplicación de riego con agua salina, independiente del tipo de sales (sulfatos o cloruros), no afectan la composición fenólica de los vinos en comparación al riego con agua con salinidad media de 1,8 dS m⁻¹ (Martínez-Moreno *et al.*, 2021).

Para hacer frente a la toxicidad por sales, los productores tienen dos alternativas: i) aplicar tecnologías relacionadas al riego y desplazamiento de sales (por ejemplo, adicionar periodos prolongados de riego en invierno para eliminar las sales acumuladas de las raíces) o ii) implementar portainjertos tolerantes a la salinidad (Dunlevy *et al.*, 2022; Matte, 1996; Zhou-Tsang, 2021). Los portainjertos son altamente utilizados en viticultura desde antaño, a tal punto que a finales del siglo XIX, los portainjertos americanos evitaron incluso la extinción de vides en Europa a causa de la filoxera (Miele *et al.*, 2009). Actualmente no solo se emplean por su resistencia a nemátodos y parásitos en las raíces, sino que también por su tolerancia a factores bióticos y abióticos del suelo como la sequía, anegamiento, cal y salinidad (Rivas, 2015). Los portainjertos 3309C y 101-14Mgt provienen del cruce entre *Vitis riparia* x *Vitis rupestris*, los cuales confieren mayor precocidad y menor vigor en la temporada, al mismo tiempo que son sensibles a la sequía y al exceso de humedad (Arribillaga y Reyes, 2021). Por un lado, el portainjerto 101-14Mgt, es considerado medianamente resistente a la cal y a la salinidad (Galet, 1998), debido a que puede excluir muchas sales de la absorción de raíces y del transporte de la raíz a los brotes (Gong *et al.*, 2011), soportando incluso conductividades eléctricas (CE) entre 3,6 y 6,6 dS m⁻¹ (White, 2009). Por el contrario, el portainjerto 3309C, se caracteriza por ser muy sensible a la salinidad, mostrando síntomas y disminuciones en el rendimiento a partir de CE inferiores a 1,8 dS m⁻¹ (Walker *et al.*, 2010).

La salinidad del suelo dificulta la absorción de agua de la planta, obligándola a alcanzar un potencial hídrico más negativo, provocando una disminución del agua intracelular y la turgencia de las células. También afecta la actividad fotosintética de manera negativa y fomenta la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), contribuyendo a una ralentización del crecimiento (Shahid *et al.*, 2020). Esta condición de salinidad es captada por las raíces de la planta, por lo que, en el caso de estar injertada, la respuesta estará determinada por el portainjerto (Buesa *et al.*, 2022). La identificación de salinidad y su respuesta está controlada por señales generadas por iones, diferenciales osmóticos, hormonas o ROS (Stevens *et al.*, 2017), lo que conduce a la adaptación a las condiciones de estrés salino.

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios, presentes en los tejidos de las bayas de *Vitis vinífera* L., que aportan al vino diversas propiedades sensoriales, como el color, aromas, astringencia y amargor (Zoecklein *et al.*, 2000). El contenido de compuestos fenólicos que acumula la baya dependerá de factores edafoclimáticos y geográficos, manejos en el campo, madurez y vigor vegetativo, estos últimos relacionados con la variedad, el clon y el patrón de la vid (Obreque-Slier *et al.*, 2010a). De los compuestos fenólicos presentes en el vino, el grupo de los flavonoides es el más importante; dentro de este grupo se encuentran los flavonoles ubicados en los hollejos de la uva (como la quercetina, miricetina, kaemferol y sus derivados glucósidos). Asimismo, en el hollejo se encuentran 5 antocianinas, las cuales pueden estar glicosiladas, acetiladas o cumariladas, dando paso a los antocianos, responsables de los colores rojo, violeta y azul de las uvas, que en completo equilibrio le brindan el color al vino (Peña-Neira, 2006). Por último, están los flavanoles o flavan-3-oles, que pueden encontrarse en sus formas monoméricas, como (+)-catequina y (-)-epicatequina, o bien unirse y formar polímeros como las proantocianidinas o taninos condensados (Peña-Neira, 2003). Estos compuestos son los principales responsables de la astringencia, amargor y estructura de los vinos (Obreque-Slier *et al.*, 2010a). En cuanto a la influencia en los

compuestos polifenólicos del vino, Kounduras (2009) estudió los efectos del riego y el portainjerto, observando que el genotipo del patrón no afectó los parámetros de crecimiento de la baya, las concentraciones de antocianinas, ni las concentraciones de taninos en la piel.

Por otro lado, la astringencia es una sensación táctil, caracterizada por la sequedad y arrugamiento de la mucosa en la cavidad oral, dada por la interacción entre los taninos del vino y algunas proteínas salivales (Vidal *et al.*, 2004; Lee y Lawless. 1991). Ahora bien, la percepción de la astringencia estará regulada por el contenido de etanol (Obreque-Slier *et al.*, 2010b), pH (Obreque-Slier *et al.*, 2010b), azúcares residuales (Ishikawa y Noble, 1995; citado de Medel-Marabolí *et al.*, 2017), oxígeno (Waterhouse y Laurie, 2006; citado de Medel-Marabolí *et al.*, 2017), y concentración de taninos (Vidal *et al.* 2004). Además, la máxima intensidad de astringencia está relacionada positivamente con el contenido de fenoles totales y catequinas (Vidal *et al.*, 2004).

Durante la vinificación, los compuestos fenólicos, específicamente los flavonoides, interactúan entre ellos y con otros componentes del vino como proteínas y polisacáridos (Fernández *et al.*, 2011). Estos polisacáridos contribuyen a la estabilidad coloidal y son capaces de modificar atributos sensoriales, como el potencial aromático y la percepción de la astringencia (Carvalho *et al.*, 2006; Fernandez *et al.*, 2011). Los principales polisacáridos del vino tienen distintos orígenes; por una parte, están las proteínas de arabinogalactanos (AGP), arabinos y ramnogalacturonanos de tipo I y II (RG I y RG II) provenientes de las paredes celulares de la uva y, por otro lado, se encuentran las manoproteínas (MP), que son originadas a partir de las levaduras durante el proceso de fermentación alcohólica (Gil-Cortiella, 2013; Ayestarán, Guadalupe y León, 2004; Fernandez *et al.*, 2011).

En la industria del vino se realizan degustaciones para conocer las características sensoriales del vino y para determinar la percepción hedónica del consumidor (Meillon *et al.* 2009a). La temporalidad es un concepto utilizado para caracterizar la calidad sensorial en vino tinto (Kemp *et al.*, 2011). El método Dominancia Temporal de las Sensaciones (DTS), permite distinguir múltiples atributos sensoriales simultáneamente a lo largo del tiempo (Pineau *et al.*, 2009), con el fin de conocer el momento de aparición de un atributo y el tiempo total en la que permaneció como dominante (Medel-Marabolí *et al.*, 2021).

Existen muy pocos estudios acerca de la tolerancia que desarrollan portainjertos de la especie *Vitis vinífera* L. a las sales presentes en el suelo, y menos aún de su influencia en la composición química y sensorial del vino. Es por esto que este estudio permitirá conocer una alternativa de manejo vitícola que pretende hacer frente a los cambios climáticos que van cada vez más en aumento y determinar si la respuesta del portainjerto es significativa o no y de qué manera se ve reflejada en la sensorialidad del vino Cabernet Sauvignon del Valle del Maipo.

HIPÓTESIS

En un suelo con condición salina, plantas francas e injertadas de Cabernet Sauvignon, tienen respuestas distintas que se verán reflejadas en las cualidades químicas y sensoriales de vinos obtenidos a partir de estos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la utilización de los portainjertos 3309C y 101-14Mgt en la composición química y sensorial de vinos Cabernet Sauvignon bajo una condición de un suelo con salinidad.

Objetivos específicos

Determinar la composición química e intensidad de color en uvas y vinos de la variedad Cabernet Sauvignon, obtenidos a partir de plantas francas y sobre los portainjertos 3309C y 101-14Mgt en un suelo con condiciones salinas.

Comparar la intensidad de astringencia y temporalidad sensorial de atributos en vinos de la variedad Cabernet Sauvignon, obtenidos a partir de plantas francas y sobre los portainjertos 3309C y 101-14Mgt en un suelo con condiciones salinas.

MATERIALES Y MÉTODO

Lugar de estudio

Las uvas y vinos se obtuvieron de una viña ubicada en el Valle del Maipo Alto, específicamente en Puente Alto, Santiago de Chile. Los análisis químicos fueron realizados en el laboratorio del mismo sitio, mientras que los análisis espectrofotométricos se realizaron en el laboratorio de Química Enológica ubicado en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

El viñedo se encuentra en una zona que presenta condiciones de escasez continuada de precipitaciones, otorgándole problemas de salinidad, que se han observado en algunos sectores del campo, más específicamente en los cuarteles que poseen el portainjerto 3309C. Los síntomas corresponden a la quemadura de hojas desde los bordes hacia adentro (como se muestra en la figura 1) y una maduración precoz de la fruta, a lo que la viña responde realizando riegos extensos de 24 horas en invierno, con el fin de lixiviar las sales acumuladas durante la temporada en la zona de las raíces.

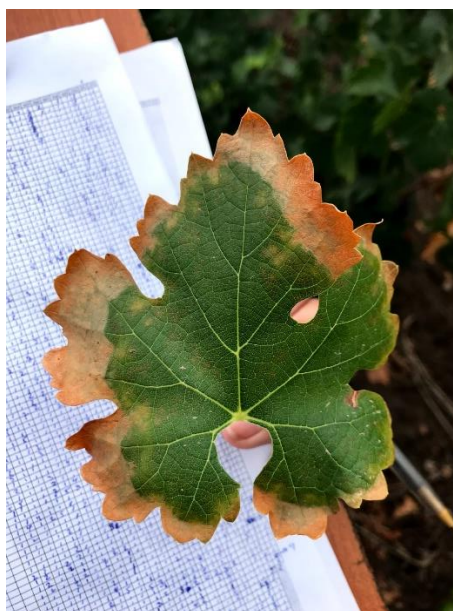


Figura 1. Síntomas de salinidad en cuarteles con el portainjerto 3309C.

En el terreno se identificaron 2 series de suelo (Anexo I); la Serie Maipo (MAO-7) y la Serie Santiago (STG-2), ambas caracterizadas por suelos de origen aluvial, con un drenaje bueno a moderado. Los perfiles se encuentran compuestos por horizontes de texturas finas a medias, que generalmente se encuentran sobre un sustrato de gravas y piedras rodeadas de una matriz franco arenosa. Los suelos de la Serie Maipo son más profundos que aquellos de la Serie Santiago, pero en ambos se observa la presencia de carbonatos en todo el perfil. Gracias a un estudio de suelos realizado en los años 2019 y 2020, se obtuvieron conductividades eléctricas

de 3,4 dS m⁻¹ y 1,6 dS m⁻¹ respectivamente. El agua utilizada para riego, de igual manera es rica en CaCO₃, alcanzando valores de 550 mg L⁻¹, lo cual significa un alto riesgo de uso. Asimismo, posee una conductividad eléctrica de 1,5 dS m⁻¹, lo cual representa cierto riesgo de uso, en comparación con el agua dulce, que considera una CE de 0,6 dS m⁻¹ (Paranychianakis *et al.*, 2004).

Material biológico

En el estudio, se utilizaron bayas de *Vitis vinifera* L. var. Cabernet Sauvignon, extraídas de plantas sobre portainjertos 3309C y 101-14Mgt, además de plantas francas. El viñedo posee una densidad de plantación de 8.000 plantas ha⁻¹ (marco de plantación de 1 x 1,25 m²), las cuales se encuentran bajo sistema de riego tecnificado por goteo y sistema de conducción por espaldera. Los vinos utilizados en este estudio fueron elaborados a partir de uva proveniente de un viñedo ubicado en el Valle del Maipo Alto. Cada tratamiento y repetición fue vinificado según el Protocolo de vinificación (Anexo II) en tanques de acero inoxidable de 10.000 o 15.000 L. El embotellamiento y almacenaje se realizó en botellas de vidrio color ámbar de 750 cc con tapones de plástico.

Equipamiento

Para los análisis químicos de la uva y el vino, fue utilizado un pHmetro (Hanna, modelo Hi-222, Santiago, Chile) y un refractómetro (Hanna, modelo Hi-96811, Santiago, Chile). Para el caso de los análisis polifenólicos, un Espectrofotómetro (Optizen modelo POP, Daejeon, Corea del Sur) y para la medición de polisacáridos un Cromatógrafo líquido de alta resolución o HPLC-DAD (Agilent Technologies, modelo 1200, California, EE. UU.). Por otra parte, para medir la conductividad eléctrica del suelo en los 3 tratamientos, fue empleado un conductivímetro (Meter, modelo GS3- Teros 12, Buenos Aires, Argentina).

Tratamientos y diseño experimental

El estudio correspondió a un diseño completamente aleatorizado, con estructura de parcelas divididas con 3 tratamientos que consistieron en: pie franco (T1), portainjerto 3309C (T2) y portainjerto 101-14Mgt (T3), con 3 repeticiones cada uno. Se asignaron cuarteles delimitados con anterioridad por la viña (Cuadro 1) que eran representativos para cada tratamiento. La unidad experimental correspondió a un cuartel (Cuadro 1). En cada cuartel se seleccionarán 50 plantas escogidas al azar, de ellas, 2 racimos y 2 bayas por racimo, obteniendo un total de 200 bayas por cada tratamiento y repetición, que representaron la unidad observacional. Las bayas fueron extraídas en 3 momentos distintos; 25, 60 y 80 días después de pinta. En el caso del vino, la unidad observacional fue una botella de vino terminado.

Cuadro 1. Presentación de cuarteles estudiados.

Tratamiento	Variable portainjerto	Repetición	Cuartel
T1	Pie franco	R1	C2010
		R2	6-7 SUR
		R3	3-4 SUR
T2	Portainjerto 3309C	R1	2 SUR
		R2	H
		R3	Do
T3	Portainjerto 101-14Mgt	R1	2NS
		R2	K
		R3	I

Fuente: Elaboración propia.

Manejo del experimento

La cosecha de las bayas fue realizada de forma manual entre las 7 y las 10 am, y luego fueron transportadas inmediatamente al laboratorio, donde se separaron en bolsas de 100 bayas cada una, y se llevaron al congelador a una temperatura de -18°C . Los análisis químicos básicos y compuestos fenólicos de las bayas fueron realizados en el mismo laboratorio y las muestras fueron descongeladas a temperatura ambiente cerca de 12 horas antes de realizar el estudio. En el caso de las muestras de vino, una vez embotellados, fueron inmediatamente sulfitados y almacenados a 5°C . Los análisis de polisacáridos y cloruros fueron realizados en las inmediaciones de la Universidad de Chile, por lo que se transportaron las muestras en un “cooler” para mantener la cadena de frío y luego ajustadas a 20°C para el análisis químico.

Adicionalmente, se realizó un estudio de suelos, con el fin de verificar que el campo es lo suficientemente homogéneo. El estudio consistió en un análisis morfológico del suelo, mediante 6 calicatas realizadas en la extensión del campo (Anexo I). Desde allí se extrajeron muestras de suelo de cada horizonte reconocido en las descripciones. Las muestras fueron analizadas en los laboratorios de Química y Física de Suelos de la Universidad de Chile. Además, el estudio de suelos fue complementado con un estudio del agua de riego correspondiente al año 2020, realizados por la viña (Anexo III).

VARIABLES A MEDIR

Análisis químicos

Se realizaron análisis químicos en baya y vino terminado, y análisis polifenólicos solo en vinos, según lo descrito en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis Químicos y Polifenólicos en la uva y el vino.

Variable	Uva	Vino	Método
pH	x	x	Mediante potenciometría (García Barceló, 1990).
Acidez de titulación	x	x	Titulación con NaOH (Bordeu y Scarpa, 1998).
Sólidos solubles	x		Mediante refractometría.
Grado alcohólico		x	Mediante destilación simple (García Barceló, 1990).
Cloruros		x	Según lo descrito por Bordeu y Scarpa (1998).
IPT	x	x	Según lo descrito por García Barceló (1990).
Antocianos totales	x	x	Método Método Piussant León (Blouin, 1992).
Taninos totales	x	x	Método Bate-Smith (Bate-Smith, 1981).
Espacio CIElab		x	Mediante espectrofotometría (Bakker, 1986).
Polisacáridos		x	Mediante HPLC-IR (Fanzone, 2011) ¹ .

(1) Las muestras de vino utilizadas para la determinación de polisacáridos, fueron procesadas utilizando la metodología descrita por Ayesterán, Guadalupe y León (2004), mientras que para caracterizar la distribución molecular y cuantificar los polisacáridos observados, se utilizó lo descrito por Fanzone *et al.*, (2011); se obtuvo un cromatograma en el equipo de HLPC-IR, que fue dividido en secciones, cada una representando un 'peak' en la curva, donde se pudo establecer un total de 5 fracciones de polisacáridos. Posteriormente, y mediante una curva de calibración, se calcularon las concentraciones ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) y los pesos moleculares (KDa) de cada fracción, gracias al área bajo la curva y al tiempo de retención respectivamente.

Análisis de suelo

El estudio de suelos contempló el estudio de las siguientes propiedades:

- Da y textura (Sandoval *et al.*, 2012).
- Curva característica de retención de agua (Sandoval *et al.*, 2012).
- Conductividad eléctrica (CE) (Bazán, 2017).

Análisis sensorial

Las evaluaciones del análisis sensorial se llevaron a cabo en cabinas individuales a 20°C, las muestras fueron servidas en copas de cata previamente codificadas, ambientadas a una temperatura de 18°C y entregadas de una en una. Se seleccionó un total de 10 personas que formaron parte de un panel entrenado, todos ellos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Se utilizó el método de dominancia temporal de sensaciones (DTS), por lo que los panelistas fueron entrenados en 3 ocasiones, con el fin de familiarizarlos con el protocolo DTS y con el programa utilizado para el análisis (Fizz Biosystem). En dichos entrenamientos, los asistentes determinaron todas aquellas sensaciones gustativas que les parecieron dominantes en el vino, para llegar a un protocolo de sabor específico, seleccionando los atributos: acidez, astringencia, amargor, alcohol, dulzor y salado. Para el análisis de los datos, se utilizó el Software FIZZ Calculations, el cual

genera gráficos de temporalidad para cada muestra. A este gráfico se añadió una curva de significancia, que indica cuándo un atributo es dominante en el vino en cuestión.

El método DTS se basa en los factores tiempo, intensidad y dominancia, identificando y calificando las sensaciones percibidas como dominantes hasta el término de la percepción (Pineau *et al.*, 2009). Las curvas que genera el DTS grafican el índice de dominancia de cada atributo, y muestra la evolución de la dominancia de este en el tiempo (Meillon *et al.*, 2009b). Este índice de dominancia presenta dos niveles, el de suerte (Pineau *et al.*, 2009), que corresponde a $S = [1 \cdot (\text{número de atributos})^{-1}]$, que en este caso fue 0,17, y un segundo nivel que corresponde al de significancia (5%), el cual es obtenido mediante una prueba binomial (Pineau *et al.*, 2009). Cuando el índice de dominancia de un atributo es superior a esta curva, el atributo se considera significativamente dominante, en cambio cuando está por debajo del índice de suerte, es considerado como citado por casualidad.

Para realizar el método DTS, fue utilizado el protocolo propuesto por Meillon (2009a):

- **Instrucciones previas:** Para determinar la sensación dominante debe seleccionar el botón que se encuentra al lado derecho de su respectivo descriptor. Debe colocar toda la muestra en la boca, con la copa en la mano izquierda y el mouse en la mano derecha, la evaluación comienza al presionar el botón START, una vez ingrese toda la muestra en la boca.
- **0 segundos:** El contenido de la copa se introduce en la boca y aprieta el botón START, dando inicio al cronómetro.
- **12 segundos:** Se escupe la muestra de vino.
- **30 segundos:** Debe detener el cronómetro con el botón STOP tan pronto deje de percibir sensaciones.
- **100 segundos:** Fin de la evaluación, el cronómetro se detendrá automáticamente.

Además, buscando profundizar en la percepción sensorial de la astringencia, se implementó una pauta de intensidad (Anexo IV), que consistió en una escala numérica de 0 a 15. En ella, el evaluador indicó la intensidad de astringencia percibida, donde cero indica nula y quince la máxima sensación astringente, con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos tanto en los análisis químicos como en los de suelo e intensidad de astringencia, fueron estudiados bajo análisis de la varianza (ANOVA), utilizando el Test de Fisher en el caso de existir diferencias significativas con un nivel de significancia de 0,05. Todos los análisis estadísticos fueron procesados con el software InfoStat.

El modelo estadístico para los análisis químicos y de suelo corresponde al siguiente:

$$Y = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

Donde:

Y: variable respuesta.

μ : media general.

τ_i : efecto del tratamiento i: 1, 2, 3.

e_{ijk} : error estándar.

Mientras que el modelo estadístico utilizado en el análisis sensorial corresponde al siguiente:

$$Y = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ijk}$$

Donde:

Y: variable respuesta.

μ : media general.

τ_i : efecto del tratamiento i: 1, 2, 3.

β_j : efecto del juez j: 1, ..., 10.

e_{ijk} : error estándar.

RESULTADOS

Influencia del suelo en la respuesta a la salinidad

Textura

El suelo sobre el cual se llevó a cabo este estudio es de origen aluvial, moderadamente profundo, que pertenece a uno de los conos aluviales que rodean el río Maipo. De acuerdo con CIREN (2015), el suelo corresponde a dos unidades similares entre sí, la primera hacia el sector norte del sitio de estudio, mapeada como Serie Santiago (Fase STG-2), en tanto hacia el sector sur aparece la Serie Maipo (Fase MAO-7). Gracias al estudio morfológico realizado, se observó que las clases texturales presentan una relativa homogeneidad en la extensión del terreno, destacando un alto contenido de arena en superficie que aumenta en profundidad, como se puede ver en la Figura 2.

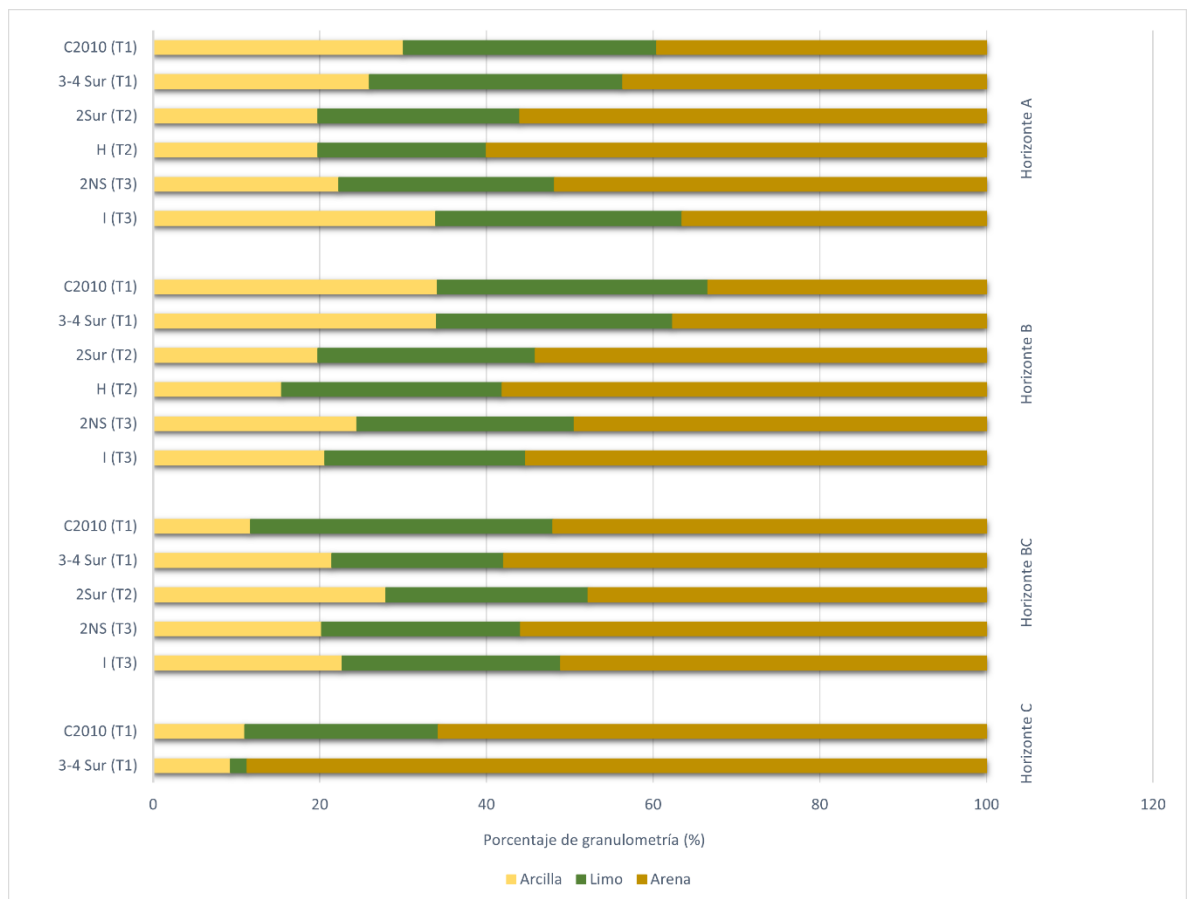


Figura 2. Distribución de granulometría en los horizontes de suelo por tratamiento y repetición. C2010 (T1, R1); 3-4 Sur (T1, R3); 2 Sur (T2, R1); H (T2, R2); 2NS (T3, R1); I (T3, R3).

Se pudo identificar con facilidad tres horizontes; el horizonte A, de 0 a 15 cm aproximadamente, es de color pardo oscuro, textura franco arcillosa a franco arcillo arenosa y de buena estructura, con bloques subangulares finos a medios, fuertes. El horizonte B, de 15 a 40 cm aproximadamente, presenta un color pardo oscuro, textura franco arcillosa a franco arcillo arenosa, con estructura de bloques subangulares, de finos a medios, moderados. Por su parte, el horizonte BC, desde los 40 a los 70 cm aproximadamente, es de color pardo oscuro, de textura predominantemente franco arenosa y con una estructura de bloques subangulares medios a gruesos, débiles, donde además aparecen gravas finas a medias. El último substrato, C que va desde los 60-70 cm hasta los 120-150 cm, se encuentra constituido por gravas y piedras con una matriz franco arenosa a arenosa, que representa entre un 30 y 70% en volumen. En este horizonte se pueden observar raíces finas a medias, abundantes hasta los 120 cm aproximadamente.

Densidad aparente y retención de agua

En el Cuadro 3, se pueden apreciar el contenido de agua a capacidad de campo (CC), es decir, la retención de agua a 33kPa, además de los valores de PMP o punto de marchitez permanente, dado por la retención a 1500 kPa. Se pudo observar que la densidad aparente (Da) aumenta conforme aumenta la profundidad en todos los perfiles, pero cabe destacar que en ambas repeticiones de T2, se presentan valores elevados y homogéneos de Da en todos los horizontes. Respecto al agua aprovechable entre 0 y 100 cm, existen resultados muy variados, destacando el cuartel 2 Sur con el mayor valor, correspondiente a 141,4 mm.

Cuadro 3. Densidad aparente y retención de agua en el suelo, por cada tratamiento.

Muestra	Tratamiento	Horizonte	Da (g/cm ³)	CC (%)	PMP (%)	Ha (mm)*
C2010	T1	A	1,11	25,91	12,40	104,5
		B	1,42	22,97	14,39	
		BC	1,50	17,11	8,14	
		C	1,46	21,36	10,80	
3-4 Sur	T1	A	1,24	24,36	11,43	48,1
		B	1,53	24,80	14,39	
		BC	1,38	16,75	9,53	
		C	1,80	7,74	7,40	
2 Sur	T2	A	1,48	20,15	13,33	141,4
		B	1,64	24,80	9,23	
		BC	1,70	24,23	8,91	
H	T2	A	1,52	16,90	9,60	50,8
		B	1,58	19,50	11,66	
		BC	1,80	10,25	7,12	
2 NS	T3	A	1,35	19,35	9,54	100,0
		B	1,30	20,92	10,03	
		BC	1,48	18,11	7,85	
		C	1,75	17,24	8,02	

Cuadro 3 (Continuación)

I	T3	A	1,25	23,46	10,53	62,9
		B	1,38	22,81	12,76	
		BC	1,44	16,31	8,21	

*Ha: Humedad de agua aprovechable entre 0 y 100 cm.

Conductividad eléctrica

Los resultados obtenidos del análisis de conductividad eléctrica del suelo indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos del estudio. Como se puede observar en el Cuadro 4, las parcelas son homogéneas en cuanto a contenido de sales disueltas en el suelo. Los valores más altos fueron ponderados en el horizonte A (Cuadro 5). El horizonte más superficial, obtuvo en promedio de los tres tratamientos, un valor de $2,66 \text{ dS m}^{-1}$, mientras que en los horizontes B y BC, el promedio fue de $1,16$ y $1,21 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente, sin encontrar diferencias significativas entre tratamientos. Por lo tanto, el terreno presenta un suelo homogéneo respecto a los parámetros atingentes a esta investigación, aunque con una tendencia a concentrar las sales en superficie.

Cuadro 4. Conductividad eléctrica por tratamiento.

Tratamiento	Calicatas	CE en el perfil (dS m^{-1})	
Pie franco (T1)	3 y 4	$1,65 \pm 0,30$	A
Portainjerto 3309C (T2)	2 y 5	$1,69 \pm 0,35$	A
Portainjerto 101-14MGT (T3)	1 y 6	$1,64 \pm 0,32$	A

Promedios \pm desviación estándar (n=6), seguidos por letras iguales en sentido horizontal, indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, según la prueba LSD de Fisher ($p < 0,05$).

Cuadro 5. Conductividad eléctrica* por horizonte y tratamiento.

Horizonte	Pie franco (T1)		Portainjerto 3309C (T2)		Portainjerto 101-14Mgt (T3)	
Horizonte A	$2,77 \pm 0,43$	A	$2,23 \pm 0,43$	A	$2,99 \pm 0,43$	A
Horizonte B	$1,01 \pm 0,17$	A	$1,42 \pm 0,17$	A	$1,06 \pm 0,17$	A
Horizonte BC	$1,16 \pm 0,26$	A	$1,43 \pm 0,26$	A	$1,04 \pm 0,26$	A

Promedios \pm desviación estándar (n=2;1), seguidos por letras iguales en sentido horizontal, indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, según la prueba LSD de Fisher ($p < 0,05$). *Conductividad eléctrica ($\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$).

Composición química y fenólica de bayas

Los resultados obtenidos del análisis de bayas en los tres momentos se muestran en el Cuadro 6. Se pudo observar que en el tiempo 1, solo hubo diferencias estadísticamente significativas en los valores de pH e IPT. El tratamiento T2 obtuvo un pH de 3,11, en comparación a los tratamientos T1 y T3, que presentan valores de 3,21 y 3,2 respectivamente. En cuanto al IPT,

el tratamiento T3 presentó la mayor concentración, con 42,57 UA, mientras que los tratamientos T1 y T2 se presentaron con valores de 36,1 y 34,3 UA.

Cuadro 6. Análisis químico y polifenólico de bayas por tratamiento y en 3 momentos.

	Variable analítica	Pie franco (T1)		Portainjerto 3309C (T2)		Portainjerto 101-14Mgt (T3)	
Tiempo 1	pH	3,2 ± 0,02	A	3,11 ± 0,02	B	3,21 ± 0,02	A
	Acidez titulable ¹	5,6 ± 0,38	A	5,11 ± 0,38	A	5,3 ± 0,38	A
	Sólidos solubles ²	18,47 ± 0,28	A	17,87 ± 0,28	A	18,43 ± 0,28	A
	IPT ³	36,1 ± 1,25	B	34,3 ± 1,25	B	42,57 ± 1,25	A
	Antocianos totales ⁴	307,67 ± 20,72	A	349 ± 20,72	A	345 ± 20,72	A
	Taninos totales ⁵	3 ± 0,25	A	3,2 ± 0,25	A	3,13 ± 0,25	A
	Variable analítica	Pie franco (T1)		Portainjerto 3309C (T2)		Portainjerto 101-14Mgt (T3)	
Tiempo 2	pH	3,76 ± 0,04	A B	3,65 ± 0,04	B	3,82 ± 0,04	A
	Acidez titulable	2,93 ± 0,09	A	2,95 ± 0,09	A	2,84 ± 0,09	A
	Sólidos solubles	23,5 ± 0,59	A	22,47 ± 0,59	A	23,23 ± 0,59	A
	IPT	40,1 ± 1,8	A	34 ± 1,8	A	39,23 ± 1,8	A
	Antocianos totales	429,37 ± 41,73	A	422,2 ± 41,73	A	441,9 ± 41,73	A
	Taninos totales	2,73 ± 0,11	A	2,2 ± 0,11	B	2,4 ± 0,11	AB
	Variable analítica	Pie franco (T1)		Portainjerto 3309C (T2)		Portainjerto 101-14Mgt (T3)	
Tiempo 3	pH	3,83 ± 0,03	A	3,67 ± 0,03	B	3,88 ± 0,03	A
	Acidez titulable	2,88 ± 0,1	A	2,74 ± 0,1	A B	2,41 ± 0,1	B
	Sólidos solubles	25,53 ± 0,49	A	24,13 ± 0,49	A	25,43 ± 0,49	A
	IPT	38,1 ± 2,2	A	37,37 ± 2,2	A	42,67 ± 2,2	A
	Antocianos totales	438,53 ± 25,46	A	419,57 ± 25,46	A	413,3 ± 25,46	A
	Taninos totales	2,57 ± 0,14	A	1,83 ± 0,14	B	2,33 ± 0,14	A

Promedios ± desviación estándar (n=3), junto a letras mayúsculas iguales en sentido horizontal, indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, según LSD de Fisher ($p < 0,05$). (1) Expresado en g de ácido sulfúrico · L⁻¹. (2) Expresado en °Brix. (3) IPT: Índice de polifenoles totales; expresado en Unidades de Absorbancia (UA). (4) Expresado en mg de malvidina · L⁻¹. (5) Expresado en catequina · L⁻¹.

Asimismo, en el tiempo 2, se encontraron diferencias estadísticamente significativas para los valores de pH, manteniéndose el tratamiento 2 por debajo de los otros, con un valor de 3,65, versus los tratamientos T1 y T3 con 3,76 y 3,82 unidades de pH respectivamente. Esta vez, también se pudo encontrar diferencias significativas en la concentración de taninos totales de la semilla, siendo el tratamiento 1 el que obtuvo mayor concentración, con 2,73 g de catequina L⁻¹, seguido del T3, con 2,4 g de catequina L⁻¹ y por último el T2, con 2,2 g de catequina L⁻¹. Por último, en el tiempo 3, se siguieron observando diferencias estadísticamente significativas en pH y taninos totales de la semilla, en el mismo orden de magnitudes que en el tiempo anterior. Esta vez, T2 obtuvo un valor de 3,67, seguido de T1 con 3,83 y T3 con 3,88 unidades de pH. Por otra parte, se pudo observar que la concentración de taninos totales en T1 y T3 fue notablemente superior a T2, con valores de 2,57 y 2,33 g de catequina L⁻¹ respectivamente, mientras que T2 obtuvo 1,83 g de catequina L⁻¹. Por último, se pudo notar que existen diferencias significativas en la acidez total o titulable, donde T1 fue mayor, con 2,88 g de ácido tartárico L⁻¹, en comparación a T2 y T3, con 2,74 y 2,41 g de ácido tartárico L⁻¹ respectivamente.

Efecto de la salinidad en la composición química y fenólica del vino

En el Cuadro 7 se pueden visualizar los resultados del análisis químico completo de vinos obtenidos de los tres tratamientos. En el caso del análisis básico, pH, acidez titulable, alcohol y azúcares reductores, no se encontraron diferencias significativas. Respecto al análisis polifenólico, se pudo observar que el IPT fue mayor en los tratamientos T3 y T1, presentando diferencias significativas con valores de 57,93 y 54,8 UA respectivamente, en contraste con T2, que obtuvo una concentración de 52,3 UA. Asimismo, el contenido de taninos totales fue considerablemente mayor en T3 y T1, mostrando concentraciones de 5,81 y 5,49 g de catequina L⁻¹, versus T2, con 4,51 g de catequina L⁻¹.

Las diferencias en el contenido de antocianos totales no fueron significativas. Se pudo apreciar que el tratamiento 2, al igual que en los demás parámetros polifenólicos, obtuvo menores concentraciones, siendo de 550,04 mg malvidina L⁻¹, versus los tratamientos T1 y T3, con 659 y 630 mg malvidina L⁻¹ respectivamente. Por otro lado, el contenido de sales en el vino, de cloruros específicamente, se aprecia que el tratamiento T3 obtuvo el menor valor promedio (0,23 g de NaCl L⁻¹), seguido de T1 (0,60 g de NaCl L⁻¹) y por último el tratamiento T2, con un contenido de 1,49 g de NaCl L⁻¹.

En el Cuadro 5, la letra a* responde a la variación de color desde el rojo (a* > 0) al verde (a* < 0), mientras que la letra b* lo hace entre los colores amarillo (b* > 0) y azul (b* < 0). Por su parte, la variable L*, refleja la luminosidad, y varía desde el opaco (0) al transparente (100) y por último, el parámetro C* relaciona la contribución de a* (color rojo) y b* (color amarillo) al color total. Todas ellas conforman las propiedades cromáticas, pero en este análisis no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 7. Resultado de análisis básicos y polifenólicos en vino terminado por tratamiento.

Variable analítica	Pie franco (T1)		Portainjerto 3309C (T2)		Portainjerto 101-14Mgt (T3)	
pH	3,59 ± 0,04	A	3,52 ± 0,04	A	3,64 ± 0,04	A
Acidez titulable ¹	4,07 ± 0,1	A	4 ± 0,1	A	4 ± 0,1	A
Alcohol ²	14,45 ± 0,22	A	14,45 ± 0,22	A	14,75 ± 0,22	A
Azúcares reductores ³	2,13 ± 0,22	A	1,72 ± 0,22	A	1,69 ± 0,22	A
IPT ⁴	54,8 ± 1,24	AB	52,3 ± 1,24	B	57,93 ± 1,24	A
Antocianos totales ⁵	658,52 ± 39,42	A	550,04 ± 39,42	A	630,07 ± 39,42	A
Taninos totales ⁶	5,49 ± 0,29	AB	4,51 ± 0,29	B	5,81 ± 0,29	A
Cloruros ⁷	0,6 ± 0,08	B	1,49 ± 0,08	A	0,23 ± 0,08	C
a* ⁸	45,13 ± 2,25	A	44,84 ± 2,25	A	44,85 ± 2,25	A
b* ⁸	-0,19 ± 1,58	A	-1,81 ± 1,58	A	-1,66 ± 1,58	A
L* ⁸	60,33 ± 1,76	A	63,3 ± 1,76	A	60,8 ± 1,76	A
C* ⁸	45,19 ± 2,28	A	44,97 ± 2,28	A	44,89 ± 2,28	A
Polisacáridos totales ⁹	465,05 ± 30,19	A	372,85 ± 30,19	A	362,10 ± 30,19	A
Polisacáridos F1 ⁹	58,53 ± 4,35	A	55,92 ± 4,35	A	50,1 ± 4,35	A
Polisacáridos F2 ⁹	29,79 ± 3,48	A	20,85 ± 3,48	A	22,11 ± 3,48	A
Polisacáridos F3 ⁹	58,06 ± 7,28	A	52,62 ± 7,28	A	45,47 ± 7,28	A
Polisacáridos F4 ⁹	178,23 ± 10,02	A	172,92 ± 10,02	A	164,14 ± 10,02	A
Polisacáridos F5 ⁹	140,45 ± 15,98	A	70,55 ± 15,98	B	80,28 ± 15,98	B

Promedios ± desviación estándar (n=3), junto a letras mayúsculas iguales en sentido horizontal, indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, según LSD de Fisher ($p < 0,05$). (1) Expresado en g de ácido sulfúrico · L⁻¹. (2) Expresado en % vol/vol. (3) Expresado en g de glucosa · L⁻¹. (4) IPT: Índice de polifenoles totales; expresado en Unidades de Absorbancia (UA). (5) Expresado en mg de malvidina · L⁻¹. (6) Expresado en catequina · L⁻¹. (7) Expresado en g de NaCl · L⁻¹. (8) Expresado en unidades de CIELab. (9) Expresado en mg de polisacáridos · L⁻¹.

Efecto de la salinidad y portainjerto en la concentración de polisacáridos del vino

Finalmente, en el Cuadro 7 se puede observar que solo existieron diferencias significativas en la fracción 5, que corresponde a los polisacáridos de peso molecular entre 3 y 4 KDa. El T1 presentó una concentración considerablemente superior al resto, con un valor de 140,45 mg L⁻¹, mientras que T2 y T3 tuvieron valores de 70,55 y 80,28 mg L⁻¹ respectivamente. Respecto al contenido total de polisacáridos, se puede observar en la Figura 3 que el

tratamiento 1 fue superior a los demás tratamientos, pero aun así no hubo diferencias significativas.

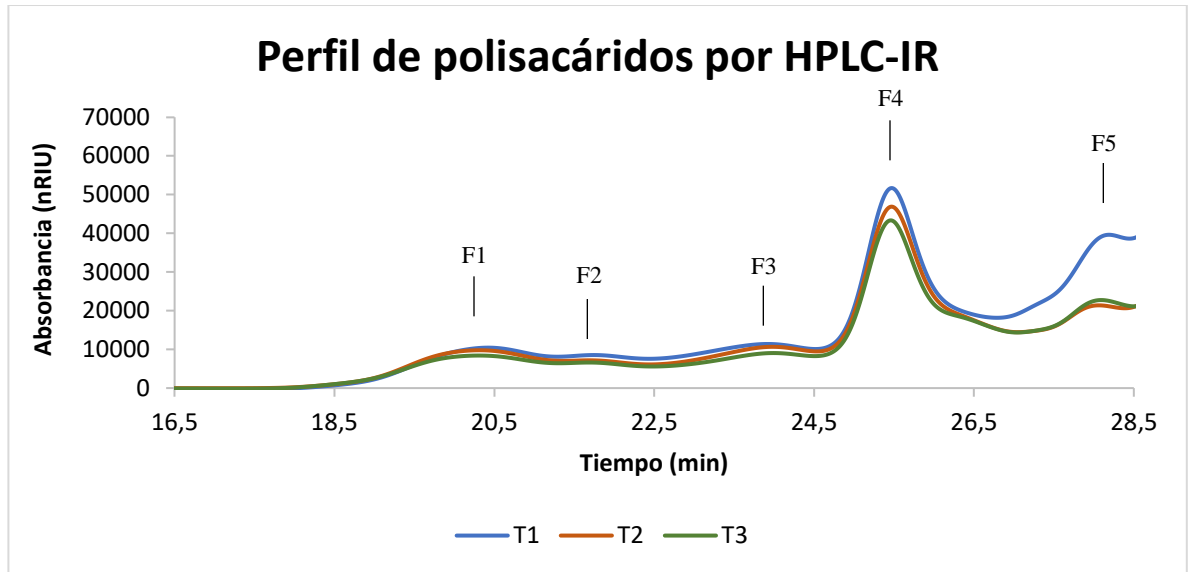


Figura 3. El cromatograma de polisacáridos por HPLC-IR, muestra la distribución de los pesos moleculares de los vinos pertenecientes a los tres tratamientos. Se pueden observar 5 'peaks' detectados a los, 20,5; 21,5; 24; 25 y 28 min., los cuales, a su vez, corresponden a fracciones con un peso molecular promedio de 280 kDa (F1); 135 kDa (F2); 36 kDa (F3); 15 kDa (F4) y 3 kDa (F5).

Temporalidad del salado y cloruros en el vino

En la Figura 4, se muestran los perfiles de DTS por tratamiento, donde se reporta que en los vinos del tratamiento T1 dominan los descriptores astringente, amargo y alcohólico. A continuación, se puede apreciar que la percepción sensorial del tratamiento T2 está fuertemente influenciada por el atributo salado, pero además se puede notar la presencia de los descriptores astringente y amargo. Por último, analizando los perfiles del tratamiento T3, destaca la dominancia del atributo astringente, pero de igual manera, se encuentran presentes el ácido y el amargo.

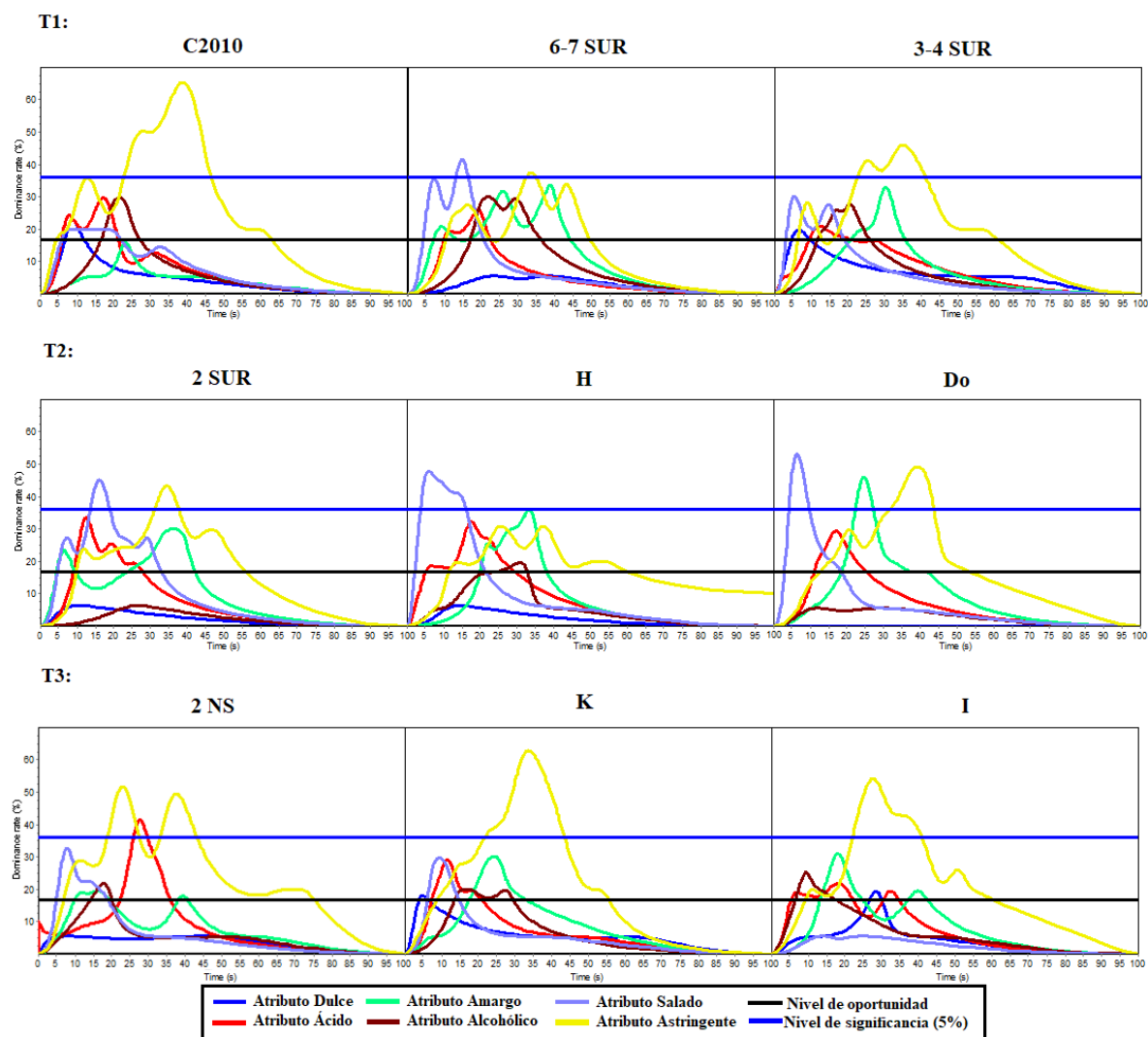


Figura 4. Perfiles de DTS para cada tratamiento y repetición.

Intensidad de astringencia y compuestos fenólicos

El Cuadro 6 muestra los valores de intensidad de astringencia adjudicado a cada tratamiento (de 0 a 15 puntos), el cual fue determinado por un panel entrenado. A partir de este, se puede apreciar que los vinos correspondientes a T1 y T3, presentan una intensidad de astringencia considerablemente mayor a T2.

Cuadro 6. Puntaje de intensidad de astringencia por tratamiento.

Tratamiento	Intensidad de astringencia*	
Pie franco (T1)	8,9 ± 0,74	A
Portainjerto 3309C (T2)	4,7 ± 0,74	B
Portainjerto 101-14Mgt (T3)	9,2 ± 0,74	A

*Intensidad de astringencia (unidades 0-15)

DISCUSIÓN

En este estudio, se evaluó la respuesta a la presencia de salinidad en el suelo de 2 portainjertos distintos en su tolerancia a la salinidad (3309C y 101-14Mgt). Los resultados fueron contrarrestados con plantas sobre pie franco en vides de la variedad Cabernet Sauvignon. Se encontraron diferencias significativas en el análisis de bayas y de vino, que coinciden con el aspecto sensorial, en todas las ocasiones destacándose el portainjerto 3309C.

Influencia del suelo en la respuesta a la salinidad

El estudio morfológico del suelo determinó que las clasificaciones texturales son homogéneas, predominando el contenido de arena en todos los perfiles, dando como resultado texturas que van de franco arcillosas en superficie y franco arenosos en profundidad. Por otra parte, se evidenció una tendencia de aumento en la Da en profundidad para todos los tratamientos, destacándose el portainjerto 3309C (T2), que tuvo una Da alta en todo el perfil, presumiendo síntomas de compactación. La densidad aparente afecta indirectamente al cultivo, debido a que influye en ciertas propiedades del suelo que determinan la productividad de los cultivos (Carter *et al.*, 1997). A su vez, esta propiedad está inversamente relacionada a la cantidad y distribución de raíces en profundidad, cualidad deseable en el cultivo de vides viníferas (Morlat y Jacquet, 1993; Van Leuween, 2010). Por lo tanto, mientras mayor sea la densidad aparente, menor será la distribución de raíces en profundidad. Así, el tratamiento 2, que posee los valores más altos de Da, tendría menos exploración de raíces en profundidad, lo cual expone a las raíces a los horizontes más superficiales y ricos en materia orgánica, pero también más salinos.

Una de las propiedades más importantes del sistema suelo es el contenido de agua que sostiene (Carter *et al.*, 1997). Éste fue el único parámetro del análisis morfológico en que se pudo observar diferencias significativas. Oliver *et al.* (2013) define un rango óptimo de altura de agua entre 100 y 150 mm; entre 50 y 100 mm como valores subóptimos y alturas menores a 50 mm, como insuficiente. Los contenidos de agua en el suelo obtenidos en el estudio fueron muy variados y poco homogéneos. Los cuarteles C2010, 2 Sur y 2 NS, pertenecientes a los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente, se encontraron en un rango óptimo. Por su parte, el cuartel H e I, presentaron valores de 50,76 y 62,89 mm respectivamente, considerados como niveles de agua subóptimos, mientras que el cuartel 3-4 Sur fue catalogado como insuficiente (48,06 mm). Dichos contenidos de agua no muestran una tendencia clara que permita ser relacionada con los análisis de bayas ni vinos, por lo tanto, no se puede asegurar que afecta directamente la composición química, fenólica ni sensorial de los vinos.

La conductividad eléctrica o CE es la medida de salinidad del suelo, expresada en la cantidad de corriente eléctrica transmitida por una solución, por lo que aumenta cuando se incrementa la concentración de iones en el suelo (Luzio y Casanova, 2006). En los resultados del estudio, no hubo diferencias significativas en la distribución de sales entre tratamientos ni entre horizontes. No obstante, a partir de pinta se puede observar sintomatología de toxicidad por

sales en los cuarteles pertenecientes al T2. Por lo tanto, conductividades eléctricas de 1,42 a 1,96 dS m⁻¹ son suficientes para generar un estrés salino en las plantas del mismo tratamiento, debido a que el portainjerto 3309C es descrito como sensible a la salinidad, y presenta reducciones importantes en el rendimiento a partir de conductividades eléctricas de 1,8 dS m⁻¹ (Walker *et al.*, 2010). El efecto salino se intensifica conforme avanza la temporada, ya que la cantidad de sales en el suelo aumenta durante el periodo, dado el régimen de riego (Rojas, 2015), y las sales se acumulan gradualmente en el tiempo (Munns, 2002).

Composición química y fenólica de bayas

Respecto a la composición de las bayas, se pudo apreciar que en las 3 fechas existieron diferencias significativas de pH entre los tratamientos. Se pudo observar que T2, que corresponde al portainjerto susceptible a la salinidad, se mantuvo con el valor de pH más bajo durante la temporada, seguido del tratamiento T1, mientras que el tratamiento T3 obtuvo los valores de pH más altos. Esto coincide con el estudio de Walker *et al.* (2019), quien realizó una evaluación de distintos portainjertos frente a un ambiente salino, otorgándoles un índice de tolerancia a la sal (ITS). Estos autores observaron que el pH de los portainjertos con un menor ITS era más bajo que el pH de los portainjertos de mayor ITS. Asimismo, Walker *et al.* (2007) y Buesa *et al.* (2022) apreciaron que, a pesar de que el pH en el portainjerto sensible a la salinidad fue menor que en el tolerante, no se encontraron diferencias significativas. Vallone *et al.* (2020) al medir efectos de salinidad, en vides con estrés salino encontraron valores de pH de mostos entre 3,28 y 4,14, rango que coincide con los encontrados en este estudio; además, estos valores de pH fueron correlacionados con el K intercambiable del suelo. La relación entre el pH y el K intercambiable del suelo es explicada por las altas concentraciones de NaCl en el suelo, que coinciden con una absorción menor de K, atribuida al reemplazo de K por Na. Por lo tanto, a bajas concentraciones de K en mostos, le corresponderían bajos valores de pH (Vallone *et al.*, 2020). Esto coincide con lo observado en este estudio, ya que si bien no se midió el K en el mosto, sí se pudo apreciar un pH menor, dando indicios de que en el suelo existía una importante presencia de NaCl.

Respecto al análisis fenólico, solo en la primera fecha el IPT fue significativamente diferente, con una mayor concentración en el portainjerto 101-14Mgt (T3) y menor en el portainjerto 3309C (T2). Por otra parte, los taninos totales comenzaron a tener diferencias notables a partir de la segunda fecha, siendo mayores en pie franco (T1), seguida del portainjerto 101-14Mgt (T3) y por último el portainjerto 3309C (T2). Respecto a la concentración de antocianos totales, los resultados fueron muy variables y no concluyentes, esto coincide con Buesa *et al.* (2022), donde el contenido de polifenoles, como antocianos totales, fue menor en el portainjerto sensible a la salinidad. Igualmente, Hirzel *et al.* (2017) observó una reducción significativa en el contenido fenólico de uvas de viñas regadas con agua salina, lo cual se puede extrapolar al estrés salino que sufren las vides con el portainjerto sensible a la salinidad.

Efecto de la salinidad en la composición química y fenólica del vino

Los datos encontrados, evidencian claramente un contenido superior de cloruros en el vino en T2, obteniendo un valor de 1,49 g de NaCl L⁻¹. Walker *et al.* (2019) coinciden con estos resultados, debido a que obtuvo concentraciones de Cl⁻ más altas en los vinos provenientes de un portainjerto susceptible en comparación al portainjerto resistente, con concentraciones de 0,43 y 0,1 g de NaCl L⁻¹, respectivamente. Por otra parte, de Lorym *et al.* (2014), en su estudio para conocer el umbral de percepción del cloruro de sodio en el vino, indicó que la adición desde 0,5 g de NaCl L⁻¹ provoca efectos sensoriales significativos, disminuyendo la expresión frutal, la sensación en boca jabonosa y la aparición del atributo salado, por lo que se advierte que en T1 y sobre todo T2, se percibe el sabor salado como atributo.

El IPT considera el total de compuestos polifenólicos de los vinos, de modo que cuanto mayor sea el índice, habrá una mayor cantidad de polifenoles en el vino; al respecto, Hidalgo (2003) menciona que un vino tinto de calidad posee un IPT entre 60 y 70 UA. El IPT del tratamiento T3 (Portainjerto 101-14Mgt) de 57,93 UA, fue significativamente mayor que el de los otros tratamientos. Por otra parte, respecto al contenido de antocianos en el vino, Zamora (2003) establece que el rango habitual fluctúa entre 200 y 1200 mg de malvidina L⁻¹. En este caso, en el estudio no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo concentraciones entre 550,04 y 658,52 mg de malvidina L⁻¹, destacándose T2 con el menor valor observado. Acorde a estos resultados, Walker *et al.* (2019) encontró que el portainjerto 101-14Mgt fue el que tuvo un mayor contenido de fenoles totales y de antocianos en el vino, en comparación al portainjerto sensible a salinidad, el cual reportó los valores más bajos de ambos análisis. Otros autores, en ensayos con vides bajo un régimen de riego con agua salina, determinaron que esta no influye en el contenido de polifenoles ni antocianos totales en el vino (Walker *et al.*, 2003; Martínez-Moreno, 2022). En contraparte, en un ensayo de riego con agua salina en la variedad Nero d'Avola, se observó que un aumento en la salinidad del suelo aumenta el contenido de polifenoles y antocianos totales del vino, así como la intensidad de color y los tonos violáceos. En este último estudio se concluyó que dicha variedad puede ser adecuada para suelos con altas concentraciones de sales. Por lo tanto, los efectos de la salinidad en la composición del vino pueden variar según el cultivar de vid (Scacco *et al.*, 2010).

Por otro lado, la acumulación de taninos puede verse explicada por los efectos de la salinidad en las plantas. Los mecanismos de tolerancia a la salinidad pueden dividirse en tres: exclusión de iones, tolerancia de tejidos y tolerancia osmótica (Munns y Tester, 2008). Esta última, es la capacidad que poseen las raíces de resistir el estrés osmótico provocado por sales presentes en el sistema suelo, obligando a la planta a gastar más energía para extraer agua del suelo a través del ajuste osmótico y también para mantener la turgencia (Gilliham *et al.*, 2017). Esto es debido a que el exceso de solutos en la matriz suelo, produce una disminución del potencial osmótico y, en consecuencia, del potencial hídrico, haciéndose más negativo que el de la solución suelo bajo condición no salina. Por lo tanto, el balance hídrico de la planta se verá afectado, generando un efecto similar al estrés hídrico en el cultivar (Lamz-Piedra y González-Cepero, 2013). El estrés hídrico por su parte, a pesar de reducir el rendimiento de

la vid, es capaz de aumentar la concentración de antocianinas y taninos de la baya (Van Leeuwen, 2010).

Efecto de la salinidad y portainjerto en la concentración de polisacáridos del vino

Se pudo observar que la salinidad del suelo no afectó significativamente a la concentración de polisacáridos del vino, ni tampoco se han reportado estudios referidos a este tema. La técnica cromatográfica utilizada en este estudio no permite la separación de los polisacáridos según su naturaleza química, por lo tanto, las fracciones obtenidas de distinto peso molecular no pueden ser identificadas con certeza respecto a su origen, debido a que pueden contener tanto polisacáridos provenientes de la baya, como de las levaduras y lo más probable es que sea una mezcla de ambos. Sin embargo, esta técnica se considera adecuada para conocer la concentración de polisacáridos en los vinos (Fanzone *et al.*, 2011). Dicho esto, se realizó una identificación bibliográfica de cada fracción, determinando que las fracciones 1, 2 y 3, donde se encuentran las moléculas de mayor peso molecular, corresponderían a arabinogalactanos (AGP) y a manoproteínas (MN) de alto peso molecular, estas últimas liberadas durante el proceso de fermentación. La fracción 4, por su parte, correspondería principalmente a dímeros de ramnogalacturonano del tipo II (RG II), así como AGPs y MPs de peso molecular medio. Finalmente, la fracción 5 estaría compuesta fundamentalmente de oligómeros de AGPs y MNs, y a algunos monómeros de RG II.

Respecto a la cuantificación del contenido total de polisacáridos, se obtuvieron valores entre 362,10 y 465,05 mg L⁻¹, resultados que concuerdan con lo descrito por Guadalupe *et al.* (2015), quienes establecen concentraciones en vinos tintos entre 200 a 1500 mg L⁻¹, dependiendo de la etapa de vinificación, las prácticas, la cosecha, la variedad y el terroir.

El perfil de polisacáridos encontrado en este estudio coincide con Fanzone *et al.* (2011), ya que, en ambos casos, se observó que los polisacáridos de menor peso molecular (< 25 kDa) se encuentran en mayor concentración, representando más de la mitad del contenido total de polisacáridos. Cabe mencionar que, la fracción 4, fue mayor en % para T2 y T3, mientras que en la fracción 5 ocurrió lo contrario, ya que en T1 se observó una mayor proporción de esta fracción; además se encontraron diferencias significativas, resultado que no es relevante, ya que el contenido total de polisacáridos no se vio alterado.

Sumado a lo anterior, se sabe que las paredes celulares de las uvas son la fuente de la mayor parte de los polisacáridos del vino, ya que, al ser solubles, se liberan durante la vinificación (Vidal *et al.*, 2003; Guadalupe y Ayestarán, 2007). En ella, se localizan algunos elementos esenciales presentes en el suelo, como el calcio y el boro, los cuales se han denominado elementos apoplásticos, ya que contribuyen significativamente a mantener la integridad de la pared celular, mediante su unión a polisacáridos pécticos (Matoh y Kobayashi, 1998; Taiz y Zeiger, 2002). El calcio forma puentes entre las cadenas pécticas, mediante los grupos carboxilo (COO⁻), lo cual disminuye la solubilidad de las pectinas (Jarvis, 2011; Salazar y Gamboa de Buen, 2013; Taiz y Zeiger, 2002). Por lo tanto, una alta concentración de Ca⁺ en el suelo, podría generar una gran red de puentes de calcio entre las pectinas, haciéndolas

menos solubles, y disminuyendo la concentración de polisacáridos en el vino. Sin embargo, en este estudio no se observó la presencia de Ca^+ , pero sí de cloruros contenidos en el vino, lo cual explicaría que no existieron diferencias significativas en la concentración de polisacáridos.

Temporalidad del salado y cloruros en el vino

El dominio significativo del salado estuvo presente en todos los vinos del tratamiento T2, lo que se condice con la presencia de sales observada en el campo y con la concentración de cloruros observados en el análisis de vinos, reforzando la idea de una relación directa entre el sabor salado y las concentraciones de Na^+ y Cl^- en el vino (Walker *et al.*, 2003; de Loryn *et al.*, 2014; Walker *et al.*, 2019). De hecho, de Loryn *et al.* (2014), indica que el umbral de detección de NaCl en vinos tintos es de $0,31 \text{ g de NaCl} \cdot \text{L}^{-1}$, lo cual concuerda con los resultados obtenidos, ya que T2, con una concentración de $1,49 \text{ g de NaCl L}^{-1}$, fue claramente detectada y esto se reflejó en las curvas de dominancia en el DTS.

Asimismo, Walker *et al.* (2019) observaron que, en un vino proveniente de un portainjerto susceptible a la salinidad, que contenía una concentración de $0,48 \text{ g de NaCl L}^{-1}$, el atributo salado fue indiscutiblemente percibido en el análisis descriptivo. Por otra parte, Walker *et al.* (2003), observaron que vinos provenientes de una condición salina fueron descritos con caracteres jabonosos y ácidos y con una baja intensidad de astringencia y sabores frutales. Esta descripción coincide con lo señalado por Scacco *et al.* (2010), quienes reportaron que en vinos de la variedad Nero d'Avola, que contenían entre $0,5$ y $1 \text{ g de NaCl L}^{-1}$, fueron considerados salados, jabonosos y con una menor expresión frutal, a pesar de demostrar características sensoriales positivas en cuanto a color y aromas en la condición más salina. Por lo tanto, el sabor salado estaría correlacionado negativamente con la expresión frutal y positivamente con la sensación jabonosa en boca (Walker *et al.*, 2019; de Loryn *et al.*, 2014). En Chile, los límites legales de cloruros en el vino son de $0,5 \text{ g de NaCl L}^{-1}$ (SAG, 2015), por lo tanto, incluso bajo este límite, los consumidores podrían advertir una diferencia en el vino con la presencia de NaCl , e incluso ser capaces de reconocer el vino como salado.

Liem *et al.* (2011) indican que el NaCl suele ser un estímulo sensorial positivo y que su adición aumenta la aceptabilidad en una gran variedad de productos. Hasta que no se realicen más estudios respecto de la aceptabilidad o rechazo de vinos con contenidos de NaCl dentro de los límites legales, no se puede asegurar que los consumidores lo perciban como un atributo perjudicial.

Intensidad de astringencia y compuestos fenólicos

Los resultados recabados de la evaluación de intensidad de astringencia indican que T2 obtuvo un puntaje menor respecto a los tratamientos T1 y T3, lo cual es coincidente con el contenido de taninos totales. Esto demostraría la relación directa que existe entre intensidad

de astringencia y concentración de taninos (Vidal *et al.*, 2004; Medel-Marabolí *et al.*, 2017; Obreque-Slier *et al.*, 2010).

Según Zamora (2003), el rango de concentración de taninos fluctúa entre 1 y 5 g de catequina L⁻¹. En este caso, se pudo observar que los resultados se sitúan por sobre el valor máximo en todos los tratamientos, por lo que se esperaría una mayor percepción de intensidad de astringencia (Vidal *et al.* 2004; Obreque-Slier *et al.*, 2010b; Medel-Marabolí *et al.*, 2017). Sin embargo, para el T2 ni la intensidad de astringencia ni el dominio del atributo astringente fueron relevantes. Esto puede ser explicado por el dominio del atributo salado, ya que, lo más probable es que hubo una interacción con la sensación de astringencia que acabó por debilitarla.

En boca, la temporalidad de los atributos sensoriales de un vino, responden a un orden de aparición, primero el dulzor, luego el ácido, y finalmente la astringencia y el amargo, que incluso pueden percibirse en paralelo (Meillon *et al.*, 2009a; Meillón *et al.*, 2010). En la temporalidad de astringencia de este estudio, se observó un peak de astringencia entre los 35 y 40 segundos, lo cual coincide con lo encontrado por Medel-Marabolí *et al.* (2017) y Meillón *et al.* (2010), donde la astringencia aparece por lo general junto al amargor y posterior al ácido, probablemente porque los receptores responsables de las percepciones saladas y ácidas son más simples, debido a que son impulsos eléctricos. A su vez, la percepción de los sabores dulces y amargos está determinada por el estímulo de un receptor proteico que interactúa con los compuestos (Margolskee, 1995). Lo anterior, también concuerda con la percepción del sabor salado, que apareció entre los 5 y 15 segundos de la evaluación.

CONCLUSIÓN

Este estudio permitió evidenciar que existe un efecto del portainjerto en las características químicas y sensoriales de vinos Cabernet Sauvignon producidos a partir de plantas desarrolladas en suelos con distinta condición de salinidad. Se observaron respuestas distintas entre tratamientos, destacando el tratamiento del portainjerto 3309C, sensible a la salinidad, el cual obtuvo atributos menos positivos, como menor contenido de fenoles y taninos totales, menor percepción de la astringencia y, además, la presencia del sabor salado, lo cual permite aprobar la hipótesis del estudio.

Se cumplieron los objetivos, se caracterizaron tanto química como sensorialmente las diferencias entre los tratamientos y la mayoría de los resultados coinciden con la literatura respecto a la resistencia de los portainjertos a la salinidad, demostrando que el portainjerto 3309C es susceptible al estrés salino. Respecto al análisis sensorial, este estudio fue pionero en la temporalidad del atributo salado y se obtuvieron resultados concluyentes respecto a la percepción de este atributo en los vinos provenientes del portainjerto 3309C, el cual está aportando, siendo considerado en la mezcla de vinos de calidad en el mercado chileno.

LITERATURA CITADA

- Arribillaga, D., y M. Reyes. 2021. Evaluación de una nueva alternativa frutícola para Chile Chico, región de Aysén: Clima y producción de variedades de vid (*Vitis vinífera*). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Coyhaique, Chile. Disponible en <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/32952> (Consultado en agosto de 2022).
- Ayestarán, B. Z. Guadalupe y D. León. 2004. Quantification of major grape polysaccharides (Tempranillo v.) released by maceration enzymes during the fermentation process. *Analytica Chimica Acta*, 513: 29- 39.
- Bakker, J., P. Bridle, y C. Timberlake. 1986. Tristimulus measurements (CIELAB 76) of port wine colour. *Vitis*, 25: 67-78.
- Bate-Smith, E. 1981. Astringent tannins of the leaves of Geranium species. *Phytochemistry*, 20(2): 211-216.
- Bazan, R. 2017. Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. Disponible en https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/504/1/Bazan-Manual_de_procedimientos_de_los.pdf (Consultado en enero de 2023).
- Blouin, J. 1992. *Techniques d'analyses des moûts et des vins*. Dujardin Salleron. Paris, France.
- Bordeu, E. y J. Scarpa. 1998. *Análisis químico del vino*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Buesa, I., *et al.* 2022. Physiological and transcriptional responses to saline irrigation of young 'Tempranillo' vines grafted onto different rootstocks. *front. Plant Sci.* 13:866053.
- Carter, M.R., *et al.* 1997. Chapter 1 Concepts of soil quality and their significance. *Developments in soil science*, 25: 1-19.
- Carvalho, E., N. Mateus, B. Plet, I. Pianet, E. Dufourc, y V. De Freitas. 2006. Influence of wine pectic polysaccharides on the interactions between condensed tannins and salivary proteins. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 54(23): 8936–8944.
- CIREN. 2015. *Estudio agrológico Región Metropolitana. Descripciones de suelos, materiales y símbolos*. Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), Santiago, Chile. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/55234> (Consultado en febrero 2023).
- de Loryn, L., *et al.* 2014. Evaluation of sensory thresholds and perception of sodium chloride in grape juice and wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65: 124-133.
- Dunlevy, J.D., *et al.* 2022. Investigating the effects of elevated temperature on salinity tolerance traits in grapevine rootstocks using high-throughput phenotyping. *Australian Journal of Grape and Wine*, 28: 276-291.
- Fanzone, M. *et al.* 2011. Impact of phenolic and polysaccharidic composition on comercial value of Argentinean Malbec and Cabernet Sauvignon wines. *Food Research International*, 45: 402-414.
- Fernández, O., O. Martínez, Z. Hernández, Z. Guadalupe y B. Ayestarán. 2011. Effect of the presence of lysated lees on polysaccharides, color and main phenolic compounds of red wine during barrel ageing. *Food Research International*, 44(1): 84-91.
- Galet, P. 1998. *Grape varieties and rootstock varieties*. English edition. Oenoplurimédia. Charinré, France.
- García-Barceló, J. 1990. *Técnicas analíticas para vinos*. Ediciones FA, Barcelona, España.

- Gil-Cortiella, M. 2013. Influencia de la madurez de la uva y de ciertas prácticas vitivinícolas sobre el color, los compuestos fenólicos y los polisacáridos del vino tinto. 183. Tesis doctoral. Universitat Rovira I Virgili, Departamento de Bioquímica y Biotecnología, Tarragona, España.
- Gilliham, M., J.A. Able, y S.J. Roy. 2017. Translating knowledge about abiotic stress tolerance to breeding programmes. *The Plant Journal*, 90: 898– 917.
- Gong, H. *et al.* 2011. Contrast in chloride exclusion between two grapevine genotypes and its variation in their hybrid progeny. *Journal of Experimental Botany*, 62(3): 989-999.
- Guadalupe Z. y B. Ayestarán. 2007. Polysaccharide profile and content during the vinification and aging of Tempranillo red wines. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 55: 10720–10728.
- Guadalupe, Z., B. Ayestarán, P. Williams y T. Doco. 2015. Determination of must and wine polysaccharides by gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) and Size-Exclusion Chromatography (SEC). Ramawat, K., Mérillon, JM. (eds) *Polysaccharides*, 1265-1297.
- Hidalgo, J. 2003. *Tratado de Enología*. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España.
- Hirzel, D.R., K. Steenwerth, S.J. Parikh y A. Oberholster. 2017. Impact of winery wastewater irrigation on soil, grape and wine composition. *Agriculture Water Manager*, 31:178-189.
- Hirzen, J. 2014. *Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides*. Segunda edición. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Quilamapu, Chillán, Chile.
- Ishikawa T. y A. Noble. 1995. Temporal perception of astringency and sweetness in red wine. *Food Quality and Preference*, 6(1): 27-33.
- Jarvis, M.C. 2011. Plant cell walls: Supramolecular assemblies. *Food Hydrocoll*, 25(2): 257– 262.
- Kemp, S., T. Hollowood y J. Hort. 2011. *Sensory evaluation: a practical handbook*. John Wiley & Sons. Reino Unido.
- Kounduras, S., *et al.* 2009. Irrigation and rootstock effects on the phenolic concentration and aroma potential of *vitis vinífera* l. cv. cabernet sauvignon grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 17: 7805-7813.
- Lamz-Piedra, A., y M. González-Cepero. 2013. La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales*, 34(4): 31-42.
- Lee C. y H. Lawlees. 1991. Time-course of astringent sensations. *Chemical Senses*, 16(3): 225-238.
- Liem, D.G., F. Miremadi, y R. Keast. 2011. Reducing sodium in foods: The effect on flavor. *Nutrients* 3(6):694-711.
- Luzio, W. y M. Casanova. 2006. *Avances en el conocimiento de los suelos de Chile*. Editorial Maval Ltda. Santiago, Chile.
- Martínez- Moreno, A. *et al.* 2021. Effects of deficit irrigation with saline water on wine color and polyphenolic composition of *Vitis vinífera* L. cv Monastrell. *Scientia Horticulturae*, 823: 110085.
- Matoh, T. y M. Kobayashi. 1998. Boron and calcium, essential inorganic constituents of pectic polysaccharides in higher plant cell walls. *Journal of Plant Research*, 111: 179-190.
- Matte, C. 1996. *Evaluación y selección de material de vid por su tolerancia a la salinidad del medio*. 255 p. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla Facultad de Química Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola, Sevilla, España.
- Medel-Marabolí, M., *et al.* 2017. Effect of a comercial tannin on the sensorial temporality of astringency. *Elsevier. Food Research International*, 102: 341-347.

- Medel-Marabolí, M., *et al.* 2021. Limited relationship between temporality of sensory perception and phenolic composition of red wines. Elsevier. Food Science and Technology, 142:111028.
- Meillon, S. 2009a. Impact de la réduction d'alcool sur la perception sensorielle des vins et acceptabilité par les consommateurs. 236. Doctorado. L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement. Dijon, Francia.
- Meillon S., C. Urbano y P. Schlich. 2009b. Contribution of the Temporal Dominance of Sensations (TDS) method to the sensory description of subtle differences in partially dealcoholized red wines. Food quality and preference, 20(7): 490-499.
- Meillon, S., D. Viala, M. Medel, C. Urbano, G. Guillot y P. Schlich. 2010. Impact of partial alcohol reduction in Syrah wine on perceived complexity and temporality of sensations and link with preference. Food Quality and Preference, 21: 732-740.
- Miele, A., *et al.* 2009. Effect of rootstock on nutrient content of Cabernet Sauvignon grapevine tissues. Revista Brasileira de Fruticultura, 31(4): 1141-1149.
- Morlat, R. y A. Jacquet. 1993. The soil effects on the grapevine root system in several vineyards in the Loire Valley (France). Vitis, 32: 35-42.
- Munns, R. 2002, Mar. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, cell & environment, 25(2): 239-250.
- Munns, R. y M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651– 681.
- Obreque-Slier, E., *et al.* 2010a. Estudio comparativo de la composición fenólica de semillas y pieles de las variedades de uva Carménère y Cabernet Sauvignon (*Vitis Vinifera* L) durante la maduración. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(6): 3591-3599.
- Obreque-Slier, E., A. Peña-Neira y R. Lopez-Soliz. 2010b. Enhancement of both salivary protein-enological tannin interactions and astringency perception by alcohol. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(6): 2735-3729.
- ODEPA. 2022. Boletín del vino: producción, precios y comercio exterior. Avance a septiembre 2022. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Santiago, Chile. Disponible en <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletines/boletin-del-vino-octubre-de-2022> (Consultado en noviembre de 2022).
- OIV. 2020. Actualidad de la coyuntura del sector vitivinícola mundial en 2019. Organización Internacional de la Viña y el Vino, Paris, Francia. Disponible en <https://www.oiv.int/public/medias/7304/es-actualidad-de-la-coyuntura-del-sector-vitivinicola-mundia.pdf> (Consultado en marzo de 2022).
- Oliver, D. P., R. G. V. Bramley, D. Riches, I. Porter, and J. Edwards. 2013. Soil physical and chemical properties as indicators of soil quality in Australian viticulture. Australian Journal of Grape and Wine Research, 19(2): 129-139.
- Paranychianakis, N.V., S. Aggelides y A.N. Angelakis. 2004. Influence of rootstock irrigation level and recycled water on growth and yield of Soultanina grapevines. Agriculture Water Management, 69:13-27.
- Peña-Neira, A. 2006. El color de los vinos. Revista Vendimia, Santiago, Chile, 24-26.
- Peña-Neira, A. 2003. Composición fenólica de uva y vinos. Aspectos generales. Facultad de ciencias agronómicas. Departamento de agroindustria y enología, Universidad de Chile, Santiago, Chile. Disponible en: <http://www.gie.uchile.cl/publicaciones/index.html>. (Consultado en marzo de 2022).

- Pineau, N. *et al.* 2009. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. Elsevier. *Food Quality and Preference*, 20: 450-455.
- Rivas, G. 2015. *Portainjertos de la Vid*. 78 p. Tecnicatura Universitaria en Enología y Viticultura. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Mendoza, Argentina.
- Rojas, J. 2015. Elaboración de una estrategia de control de daño por sales en *Vitis vinífera* L. cv Cabernet Sauvignon, en una viña del Valle del Maipo. 41 p. Memoria de título. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago, Chile.
- SAG. 2015. Decreto N° 464. Zonificación Vitícola y Denominación de Origen. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Disponible en: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/decreto_ndeg_464.pdf (Consultado en marzo de 2023).
- Salazar, A. y A. Gamboa de Buen. 2013. Importancia de las pectinas en la dinámica de la pared celular durante el desarrollo vegetal. *Revista de educación bioquímica*, 32(2): 67-75.
- Sandoval E., M. Dorner, O. Seguel, J. Cuevas y D. Rivera. 2012. Métodos de análisis físicos del suelo. Chillán, Chile: Publicaciones - Departamento de Suelos y Recursos Naturales. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/59208> (Consultado en enero de 2023).
- Santibañez, F., *et al.* 2017. Atlas agroclimático de Chile, estado actual y tendencias del clima. Tomo III: Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule. Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.
- Scacco, A., *et al.* 2010. Influence of soil salinity on sensory characteristics and volátil aroma compounds of nero d'avola wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61: 498-505.
- Shahid M., A. Sarkhosh, N. Khan, RM. Balal, S. Ali, L. Rossi, C. Gómez, N. Mattson, W. Nasim y F. Garcia-Sanchez. 2020. Insights into the Physiological and Biochemical Impacts of Salt Stress on Plant Growth and Development. *Agronomy*, 10(7):938.
- Stevens, R., J. Pech y G. Grigson. 2017. A short non-saline sprinkling increases the tuber weights of saline sprinkler irrigated potatoes. *Agronomy*, 7(1): 4.
- Taiz, L. y E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. 3rd edition, Sinauer Associates, Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts, EE.UU.
- Vallone, R. C., L.E. Martínez, F. G. Olmedo y S.E. Sari. 2021. Effects of salinity on vineyards and wines from Mendoza, Argentina. *Saline and alkaline soils in Latin America*, 161-176.
- Van Leeuwen, C. 2010. Terroir: the effect of the physical environment on vine growth, grape ripening and wine sensory attributes. *Managing wine quality*, 273-315.
- Vidal S., P. Williams, T. Doco, M. Moutounet y P. Pellerin. 2003. The polysaccharides of red wine: total fractionation and characterisation. *Carbohydrate Polymers*, 54: 439-447.
- Vidal, S. *et al.* 2004. The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like médium. *Food chemistry*, 85(4): 519-525.
- Walker R.R, D.H. Blackmore, P.R. Clingeleffer y C.R. Tarr. 2007. Rootstock effects on salt tolerance of irrigated field-grown grapevines (*Vitis vinífera* L. cv. Sultana). 3. Fresh fruit composition and dried grape quality. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13:130-141.
- Walker, R.R., D. Blackmore y P. Clingeleffer. 2010. Impact of rootstock on yield and ion concentrations in petioles, juice and wine of shiraz and chardonnay in different viticultural environments with different irrigation water salinity. *Australian Journal Grape Wine*, 16: 243-257.

- Walker, R.R., *et al.* 2003. Salinity effects on vines and wines. *Bulletin de l'Office International du Vin (OIV)*, 76(865-866):200-227.
- Walker, R.R., *et al.* 2019. Effect of rootstock on yield, grape composition and wine sensory attributes of Shiraz grown in a moderately saline environment. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 24(4): 414-429.
- Waterhouse A. y F. Laurie. 2006. Oxidations of wine phenolics: A critical evaluation and hypotheses. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3): 306-313.
- White, R. 2009. *Understanding vineyard soils*. Oxford University Press Inc. Oxford, UK.
- Zamora, F. 2003. *Elaboración y crianza del vino tinto: Aspectos científicos y prácticos*. AMV Ediciones. Madrid, España.
- Zhou-Tsang, A., *et al.* 2021. Grapevine salt tolerance. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 27(2): 149-168.
- Zoecklein, B., *et al.* 2000. *Wine analysis and production*. Aspen Publishers. Zaragoza, Aragón, España.

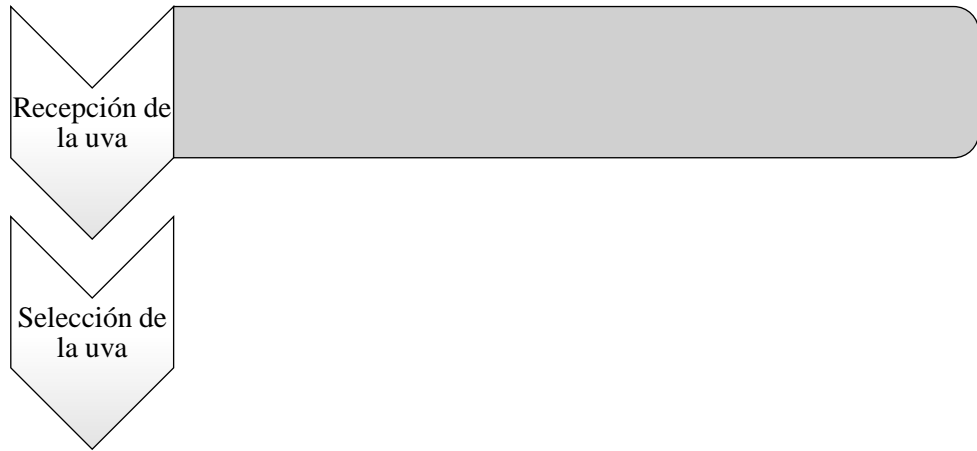
ANEXOS

Anexo I. Series de suelo y calicatas.



Calicatas: 1. 2NS (T3, R1); 2. 2Sur (T2, R1); 3. 3-4 Sur (T1, R3); 4. C2010 (T1, R1); 5. H (T2, R2); 6. I (T3, R2).

Anexo II. Protocolo de vinificación.



Anexo III. Estudio del agua de riego.

Identificación muestra	:	N° 2 Sur	Tranque	Interpretación para Riego		
				Nch1333	Agrónomico	
				Limite máx (1)	Riesgo de uso	
				Ninguno	Alto	
Origen	:	Canal				
N° de Laboratorio	:	43303	43304			
pH		7,83	7,72	5,5 - 9,0	6,5 - 8,4	
C.Eléctrica	dS/m	1,5	1,4	(3)	< 0,75	> 3,0
RAS corregida (Relación Adsorción Sodio)		2,0	2,0		< 6,0	> 9,0
Sodio porcentual (Na)	%	27,9	28,9	35		
Dureza (CaCO3)	mg/l	550	525		< 140	> 320
Cationes y aniones (meq/l)						
Calcio (Ca)	meq/l	9,4	8,9			
Magnesio (Mg)	meq/l	1,6	1,6			
Potasio (K)	meq/l	0,10	0,10			
Sodio (Na)	meq/l	4,3	4,3		< 3,0	> 9,0
Cloruro (Cl)	meq/l	4,8	5,0		< 4,0	> 10,0
Sulfato (SO4)	meq/l	8,0	7,8			
Bicarbonato (HCO3)	meq/l	1,4	1,4		< 1,5	> 8,5
Cationes y aniones (mg/l)						
Calcio (Ca)	mg/l	188	178			
Magnesio (Mg)	mg/l	19	19			
Potasio (K)	mg/l	4	4			
Sodio (Na)	mg/l	99	99		< 70	> 200
Cloruro (Cl)	mg/l	170	177	200	< 140	> 350
Sulfato (SO4)	mg/l	384	374	250		
Bicarbonato (HCO3)	mg/l	85	85		< 90	> 500
Otras determinaciones						
N-Amoniacal (NNH4)	mg/l	1,3	1,1			
N-Nítrico (NNO3)	mg/l	11,9	11,5			
Fósforo (P)	mg/l	0,10	0,09			
Boro (B)	mg/l	0,25	0,26	0,75	< 0,5	> 2,0
Cobre (Cu)	mg/l	< 0,01	< 0,01	0,20		0,20
Hierro (Fe)	mg/l	0,24	0,07	5,00		
Manganeso (Mn)	mg/l	< 0,01	< 0,01	0,20		0,20
Zinc (Zn)	mg/l	0,01	0,01	2,00		2,00

Anexo IV. Pauta de intensidad de astringencia.

Pauta de intensidad de astringencia

Nombre: Fecha:

Muestra:

Instrucciones: Marque con una línea vertical sobre la horizontal de la figura, el punto que mejor represente la intensidad de astringencia percibida en la muestra que se encuentra analizando.

Nula
Astringencia
Máxima
Astringencia

0 15

Anexo V. Resumen de granulometría y clases texturales por tratamiento y profundidad.

Muestra	Tratamiento	Horizonte	%Arcilla	%Limo	%arena	Clase textural
C2010	T1	1	30,0	30,4	39,5	FA
		2	34,1	32,5	33,4	FA
		3	11,7	36,3	52,0	F-Fa
		4	11,0	23,2	65,8	Fa
3-4 Sur	T1	1	26,0	30,4	43,6	F
		2	34,0	28,3	37,6	FA
		3	21,4	20,6	57,9	FAa
		4	9,3	2,0	88,7	aF
2 Sur	T2	1	19,8	24,2	56,0	FAa-Fa
		2	19,8	26,1	54,1	FAa-Fa
		3	27,9	24,3	47,8	FAa
H	T2	1	19,8	20,2	60,0	FAa-Fa
		2	15,4	26,5	58,1	Fa
2 NS	T3	1	22,3	25,9	51,8	FAa
		2	24,4	26,1	49,5	FAa
		3	20,2	23,9	55,9	FAa-Fa
I	T3	1	33,9	29,6	36,5	FA
		2	20,6	24,1	55,3	FAa
		3	22,7	26,2	51,1	FAa