



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

EFECTO DEL AJUSTE DE CARGA PRE-ENVERO SOBRE LA COMPONENTE AROMÁTICA EN BAYAS DE UVA DE MESA

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al Grado de
Magíster en Enología y Vitivinicultura

SAMUEL IGNACIO WASYLUK NIETO

Guía(s) de Tesis/AFE
Álvaro Peña Neira
Claudio Pastenes V.

Profesores/as consejeros/as
Andrés Muñoz
Mariona Gil

SANTIAGO - CHILE
2024

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

Efecto del ajuste de carga pre - envero sobre la componente aromática en bayas de uva de mesa.

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

Samuel Ignacio Wasyluk Nieto

Calificaciones

GUIA DE TESIS/AFE

Nombre Profesor: Álvaro Peña N. 6.5

Ingeniero Agrónomo, Dr.



Nombre Profesor: Claudio Pastenes V. 6.5

Ingeniero Agrónomo, Dr.



PROFESORES/AS CONSEJEROS/AS

Andrés Muñoz-Sáez 7.0

Ing Agrónomo, MSc, PhD

Mariona Gil C. 5.3

Química, Dra.



SANTIAGO - CHILE
2024

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

Sensaciones encontradas tengo en este momento culmine de mi formación como profesional. El haber podido formar parte de esta prestigiosa casa de estudio es un anhelo cumplido. Quiero agradecer en primera instancia a cada docente y/o formador que participó en mi paso por la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

A los profesores y directores de esta tesis, Álvaro Peña y Claudio Pastenes no me queda más que agradecer su confianza, paciencia y compañía a lo largo del desarrollo de esta investigación. Además, estaré eternamente agradecido por la recomendación de mi persona que hicieron en mi actual trabajo.

A todos esos compañeros y compañeras de estudio que de alguna forma me ayudaron y apoyaron en este proceso: Álvaro Valenzuela, Viviana Graniffo, Paula Bustamante, Diego Sepúlveda, Carla Rojas, y otros que puede que no recuerde en este momento, les doy eternamente las gracias. Espero con gran anhelo mantener nuestra valiosa amistad.

Para Cecilia Guzmán, mi mentora en el inicio de mi vida profesional, no tengo más que palabras de agradecimiento por permitirme formar parte de la prestigiosa Viña Haras de Pirque, como también por enseñarme y traspasar sus conocimientos de manera tan bondadosa y desinteresada. A Miguel Díaz, jefe de campo de Viña Haras de Pirque, agradecerle por su paciencia, buen trato y sabiduría en esta importante etapa de mi vida.

A mi familia, no solamente agradecerles por acompañarme en esta etapa de mi vida, sino por estar de una u otra forma siempre para cuando los necesité. Mi madre, pilar fundamental a lo largo de mi vida, espero me alcance el tiempo para devolver todo lo que me ha entregado. A mis hermanos, decirles que sin ustedes hoy no estaría donde estoy.

Finalmente, a Daniela Olmedo Lizana, mi pareja, compañera, amiga y confidente, estoy eternamente agradecido de todo tu apoyo y compañía en estos momentos de mi vida, los cuales ambos sabemos, no han sido fáciles para ninguno de los dos. No me cabe duda que mientras nos mantengamos sinceros en nuestros sentires, podremos afrontar cualquier obstáculo en nuestras vidas.

Gracias a todos por ser parte de este importante proceso.

Fuente de financiamiento

Nombre Proyecto: Understanding the anthocyanin synthesis of table grape berries: developing opportunities for its manipulation

Código: FONDECYT 1181142 (2018-2023)

Director proyecto: Álvaro Peña Neira

Fuente de financiamiento: FONDECYT

ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN	7
HIPÓTESIS.....	10
OBJETIVO	10
MATERIALES Y MÉTODOS	11
Lugar de estudio.....	11
Materiales.....	11
Material Vegetal	11
Aspectos productivos	11
Equipamiento	12
Métodos	12
Tratamientos y diseño experimental	12
Figura 1. Distribución de los tratamientos en los bloques (hileras).....	13
Manejo del experimento	13
Cuadro 1. Fechas de muestreo.	13
Variables medidas.....	14
Análisis estadístico.....	15
RESULTADOS.....	17
1. Peso de bayas.	17
Variedad Timco™.....	17
Cuadro 2. Efecto del nivel de carga sobre el peso de 10 bayas, var. Timco™ en madurez tecnológica.	17
Variedad Crimson Seedles.....	17
Cuadro 3. Efecto del nivel de carga sobre el peso de 10 bayas, var. Crimson Seedles.	18
Variedad Sweet Celebration™.....	18
Cuadro 4. Efecto del nivel de carga sobre el peso de 10 bayas, var. Sweet Celebration™.	18
2. Diámetro y largo de bayas	18
Variedad Timco™.....	19
Cuadro 5. Efecto del nivel de carga sobre el largo de bayas, var. Timco™	19
Cuadro 6. Efecto del nivel de carga sobre el diámetro de bayas, var. Timco™	19
Variedad Crimson Seedles.....	19
Cuadro 7. Efecto del nivel de carga sobre el largo de bayas, var. Crimson Seedles.....	20

Cuadro 8. Efecto del nivel de carga sobre el diámetro de bayas, var. Crimson Seedles.....	20
Variedad Sweet Celebration™.....	20
Cuadro 9. Efecto del nivel de carga sobre el variable largo de bayas, var. Sweet Celebration™. 21	
Cuadro 10. Efecto del nivel de carga sobre el diámetro de bayas, var. Sweet Celebration™.	21
3. Variables químicas generales.....	21
Variedad Timco™.....	21
Sólidos solubles.	21
Cuadro 11. Efecto del nivel de carga sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix), var. Timco™.	22
Acidez total.	22
Cuadro 12. Efecto del nivel de carga sobre la acidez total (g equivalentes de ácido tartárico/L), var. Timco™.	22
pH.	22
Cuadro 13. Efecto del nivel de carga sobre el pH, var. Timco™.	23
Variedad Crimson Seedles.....	23
Sólidos solubles.	23
Cuadro 14. Efecto del nivel de carga sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix), var. Crimson Seedles.....	23
Acidez total.	23
Cuadro 15. Efecto del nivel de carga sobre la acidez total (g equivalentes de ácido tartárico/L), var. Crimson Seedles.	24
pH.	24
Cuadro 16. Efecto del nivel de carga sobre el pH, var. Crimson Seedles.....	24
Figura 2. Efecto de la interacción de entre los tratamientos implementados y las distintas fechas de muestreo para la variable pH, var. Crimson Seedles. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.	25
Variedad Sweet Celebration™.....	25
Sólidos solubles.	25
Cuadro 17. Efecto del nivel de carga sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix), var. Sweet Celebration™.	25
Acidez total.	25
Cuadro 18. Efecto del nivel de carga sobre la acidez total (g equivalentes de ácido tartárico/L), var. Sweet Celebration™.	25
pH.	26
Cuadro 19. Efecto del nivel de carga sobre el pH, var. Sweet Celebration™.	26
Composición aromática	26

Figura 3. Proporción según abundancia (área relativa) de diferentes familias integrantes de la componente aromática según variedad.	27
Variedad Timco™.....	27
Cuadro 20. Medias de compuestos aromáticos identificados según tratamiento para variedad Timco™	28
Variedad Crimson Seedles.....	28
Cuadro 21. Medias de compuestos aromáticos identificados según tratamiento para variedad Crimson Seedles.....	29
Variedad Sweet Celebration™.....	30
Alcoholes	30
Terpenos.....	30
Figura 4. Abundancia (área relativa) de terpenos según tratamiento var. Sweet Celebration™. Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.	31
Cuadro 22. Medias de compuestos aromáticos identificados según tratamiento para variedad Sweet Celebration™	31
DISCUSIÓN	33
Peso, largo y diámetro de bayas.....	33
Variables químicas generales.....	34
Sólidos solubles	34
Acidez total y pH.....	34
Composición aromática	35
Alcoholes	36
Aldehídos	37
Terpenos.....	38
CONCLUSIONES	40
LITERATURA CITADA	41
ANEXOS	45
Anexo 2. Evolución del Peso de 10 bayas expresado en gramos, según fecha de muestreo var. Crimson Seedles. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.	45
Anexo 3. Evolución del Peso de 10 bayas expresado en gramos, según fecha de muestreo var. Sweet Celebration™. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.	46
Anexo 4. Evolución del largo de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Timco™. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.....	46

Anexo 5. Evolución del diámetro de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Timco™. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.....	47
Anexo 6. Evolución del largo de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Crimson Seedles. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.....	47
Anexo 7. Evolución del diámetro de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Crimson Seedles. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.....	48
Anexo 8. Evolución del largo de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Sweet Celebration™. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.....	48
Anexo 9. Evolución del diámetro de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Sweet Celebration™. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.....	49
Anexo 10. Tabla de medias de variables generales por tratamiento y fecha en la variedad Timco™.....	49
Anexo 11. Tabla de medias de variables generales por tratamiento y fecha en la variedad Crimson Seedles.....	49
Anexo 12. Medias de variables generales por tratamiento y fecha en la variedad Sweet Celebration™.....	50

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo dilucidar si la aplicación de un manejo agronómico que reduce la carga frutal como el raleo de racimos, posee implicancias en elementos que interfieren en aspectos cualitativos de bayas de uva de mesa, tales como, pH, acidez, concentración de sólidos solubles, composición aromática, entre otros.

Para poder estudiar como responden dichas variables al ajuste de carga, se dispuso de material vegetal, el cual correspondió a plantas de la especie *Vitis vinifera*, pertenecientes a tres variedades de uva de mesa con bayas de coloración roja: Crimson Seedles, Sweet Celebration™ y Timco™.

Los tratamientos implementados correspondieron a una reducción ligera de la carga frutal equivalente al 25%, una reducción proporcional al 50% de la carga frutal, y el control, que consistió en ausencia del manejo antes descrito. Todos los tratamientos fueron aplicados aproximadamente 10 días antes del envero de las bayas.

Finalmente, se pudo apreciar que los tratamientos tuvieron efectos de forma parcial en la composición aromática de las bayas, ya que solo algunas familias y compuestos específicos aumentaron su abundancia ante el ajuste de la carga frutal, como fue el caso de los alcoholes y terpenos dentro la variedad Sweet Celebration™.

Palabras clave: aspectos cualitativos, composición aromática, sólidos solubles, raleo de racimos, *Vitis vinifera*.

ABSTRACT

The aim of this research was to elucidate whether the application of an agronomic management that reduces fruit load, such as cluster thinning, has implications on elements that interfere with qualitative aspects of table grape berries, such as pH and acidity, soluble solids concentration, aromatic composition, among others.

To study how these variables respond to load adjustment, plant material was available, which corresponded to plants of the *Vitis vinifera* species, belonging to three varieties of table grapes with red berries: Crimson Seedles, Sweet Celebration™, and Timco™.

The implemented treatments consisted of a slight reduction in fruit load equivalent to 25%, a proportional reduction of 50% in fruit load, and the control, which consisted of the absence of the aforementioned management. All treatments were applied approximately 10 days before berry veraison.

Finally, it was observed that the treatments had partial effects on the aromatic composition of the berries, as only some families and specific compounds increased in abundance with fruit load adjustment, such as alcohols and terpenes within the Sweet Celebration™ grapes.

Keywords: qualitative aspects, aromatic composition, soluble solids, cluster thinning, *Vitis vinifera*.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la uva de mesa (*Vitis vinifera*) es uno de los frutos con mayor importancia comercial, lo cual se debe principalmente al valor productivo y la calidad del final de la fruta (González-García *et al.*, 2020). La rentabilidad en su producción se sustenta en tres pilares fundamentales: altos rendimientos por hectárea, baja oscilación en las producciones anualmente y una excelente calidad de la fruta producida (Callejas *et al.*, 2013). Durante los últimos años la producción mundial de uva de mesa se situó en cifras cercanas a los 25 millones de toneladas. De este total, el principal productor es China, con un total de 12 millones de toneladas, lo cual representa una cifra cercana al 50% de la producción mundial. (United States Department of Agriculture [USDA], 2022).

Durante los últimos años Chile se ha posicionado como un actor importante en la comercialización de la uva de mesa a nivel mundial, siendo uno de los principales exportadores de este producto del hemisferio sur. Para la temporada 2022-2023 las exportaciones llegaron a una cifra de 495.891 toneladas (Simfruit, 2023; South Pacific Logistics, 2023). Las principales variedades de uva de mesa rojas producidas en el último tiempo en Chile son Red Globe y Crimsson Seedless, denominadas como “tradicionales”, las cuales históricamente representaron los principales volúmenes exportados en los últimos años a nivel nacional (Asociación de Exportadores de Fruta de Chile [ASOEX], 2021).

Sin embargo, en el último tiempo ingresaron al país nuevas variedades rojas provenientes de programas de mejoramiento genético, entre las que se pueden destacar, Timco™, Sweet Celebration™, Krissy, entre otras. Estas han ganado terreno a nivel nacional aumentando su superficie plantada (Torres, 2017). Esto hizo que dichas variedades representaran por primera vez el principal volumen exportado desde Chile en la temporada recién pasada, logrando una cifra cercana al 55% del total de las exportaciones (Simfruit, 2023; Asociación de Exportadores de Fruta de Chile [ASOEX], 2022).

Los distintos mercados a los cuales se exporta uva de mesa poseen distintos requisitos de calidad. Uno de los aspectos cualitativos importante en la uva de mesa y por ende, en la aceptación del consumidor, es el aroma. Diversas son las familias involucradas en la componente aromática de esta fruta, entre las que destacan ésteres y terpenos, los cuales contribuyen a los caracteres florales y frutales, como también los aldehídos y alcoholes ligados a descriptores aromáticos de “hojas verdes”, entre otros (Wu *et al.*, 2016;). Dichos compuestos se pueden encontrar como moléculas glucosiladas libres o conjugadas (Xi, *et al.*, 2020; Ghaste *et al.*, 2015)

La producción de estos compuestos aromáticos está asociada a múltiples vías de producción y reacciones químicas diferentes. En base a esto, existen estudios que han identificado cientos de compuestos orgánicos volátiles en las uvas (Ghaste *et al.*, 2015). Es así que, por ejemplo, en un estudio de Maoz *et al.* (2017) en el cual se evaluó la relación entre la componente volátil de las bayas y su maduración en la variedad Crimson Seedles, se logró identificar 43 compuestos volátiles que intervenían en el perfil aromático de dichas bayas. Asimismo, la expresión de los perfiles aromáticos y su intensidad en bayas de uva de mesa se ven afectados

de forma principal por las concentraciones y los umbrales de detección de los compuestos volátiles, como también por la interacción con otros compuestos (Ruiz-García *et al.*, 2014).

Diversos son los factores que afectan la composición aromática de las bayas, entre los que destacan elementos ambientales, de manejo y propios de cada cultivar (Koundouras, 2018) como también, aspectos genéticos de las uvas (Ji *et al.*, 2019). Además, uno de los factores que mayor influencia tiene en las características aromáticas de cada variedad es la maduración, etapa que se inicia en el envero de las bayas y que dura aproximadamente 40 días (González-Barreiro *et al.*, 2015), pudiendo afectar de distinta forma la concentración de ciertos compuestos aromáticos (Aragüez y Valpuesta, 2013).

Es así que en un estudio de Maoz *et al.* (2017) se pudo asociar compuestos aromáticos de la familia de alcoholes, como el 1-octanol, el hexanoato de metilo y el 1-octen-3-ol a niveles más altos de sólidos solubles totales (SST), opuesto a lo ocurrido en la familia de los aldehídos con compuestos como él (E)-2-hexenal, el cual se asoció a niveles más bajos de SST. Lo anterior permite asociar dichos compuestos a distintas etapas de maduración de la fruta, ligadas principalmente a la concentración de SST.

Por su parte, existen otros factores internos de las plantas que pueden interferir en la calidad y composición de las bayas. Uno de los elementos importantes a considerar es el potencial productivo que posee la planta, el cual responde a la capacidad de la misma de producir materia seca, y que, a su vez, está definido por su actividad fotosintética y la superficie foliar de la misma (Aliquó *et al.*, 2010). Lo anterior genera la necesidad de mantener una buena formación de las plantas, con estructuras vigorosas que produzcan fotosintatos suficientes para así obtener frutos de calidad, logrando rendimientos sostenibles en el tiempo (Almanza, 2010). Dicho potencial se ve reflejado por la capacidad que tendrá la vid de soportar una determinada carga frutal, en donde exista un número acotado de racimos que puedan madurar correctamente, sin generar desbalances (Aliquó *et al.*, 2010).

Es en este escenario que en ciertas circunstancias la vid produce abundantes flores, las que incluso con pobres condiciones de polinización generan excedentes de fruta que son difíciles de mantener por la planta, fenómeno frecuente en Chile, ya que no existen grandes limitaciones climáticas que restrinjan la floración y la cuaja (Urzúa *et al.*, 2017), lo cual interviene directamente con la calidad final de las bayas.

El balance de carbono es afectado cuando existe una alta demanda de carbohidratos por los diferentes órganos de la planta, generando así competencia por su suministro y partición, la que dependerá de la capacidad que tenga el órgano sumidero para importar carbono y del suministro de carbono proveniente desde las hojas (Lacointe, 2000). Es así como el establecer una carga frutal elevada puede afectar la calidad de la fruta de manera negativa, debido a que los fotosintatos producidos pueden no ser suficientes para una maduración óptima de los frutos (Bubola *et al.*, 2011).

Con el fin de mejorar la calidad de las bayas, se pueden efectuar distintos manejos culturales, tales como raleo de racimos, anillado, riego por déficit, entre otros (Pastore *et al.*, 2013). El raleo de racimos es un manejo ampliamente utilizado y consiste en modificar la relación fuente/sumidero, es decir, hojas/racimos, eliminando a estos últimos en una cantidad

determinada (Rodríguez *et al.*, 2011). Al eliminar órganos vivos de la planta, esta concentra su actividad fotosintética en las partes que se dejaron en ella (Matus *et al.*, 2006). La regulación de la carga frutal posee gran relevancia ya que según Muñoz *et al.* (2002) una alta proporción de frutos, los cuales reflejan altos rendimientos, reduciría la calidad de las uvas.

Por su parte, la información respecto a la respuesta de la componente aromática de bayas de uva de mesa ante manejos agronómicos como el raleo es escasa (Xi *et al.*, 2020; Alem *et al.*, 2019; Wu *et al.*, 2019) y más aún cuando se trata de variedades nuevas como Timco™ y Sweet Celebration™, centrándose dichas investigaciones principalmente en uvas para vinificación (Wu *et al.* 2016). Es por lo anterior que se hace necesario estudiar cómo responden tanto variedades “tradicionales” y “nuevas” de uva de mesa a los manejos de reducción de carga frutal, teniendo en cuenta elementos cualitativos como la componente aromática.

HIPÓTESIS

Un ajuste de carga que aumente la relación fuente/sumidero, incrementa la componente aromática en bayas de variedades rojas de uva de mesa.

OBJETIVO

Caracterizar la componente aromática de bayas en uva de mesa de las variedades Crimson Seedless, Sweet Celebration™ y Timco™ y determinar el efecto que posee sobre esta el ajuste de carga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El estudio se realizó durante la temporada primavera-verano 2021 - 2022, en parrones de la agrícola Santa Marta, pertenecientes al fundo Santa Inés (33°51'26.7"S 70°39'12.7"W), ubicado en la localidad de Huelquén de la comuna de Paine, Región Metropolitana, Chile. Los distintos análisis fueron efectuados en los Laboratorios de Química Enológica y de Análisis Cromatográfico de Alimentos y Capacidad Antioxidante del Departamento de Agroindustria de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materiales

Material Vegetal

Se utilizaron plantas de *Vitis vinifera* L. de las variedades Timco™, Sweet Celebration™, y Crimson Seedless, teniendo las dos primeras una edad de 5 años desde su plantación, mientras que la tercera de 10 años post plantación.

Aspectos productivos

El sistema de conducción de todas las plantas fue en parrón español. El marco de plantación es de 3,5 x 2,5 metros, totalizando una cantidad de 1142 plantas/ha. El sistema de riego utilizado es a través de surcos.

La fertilización nitrogenada para las plantas es alrededor de 60 y 70 unidades de nitrógeno al año.

Asimismo, la poda utilizada responde a mantener una cantidad de 24500 yemas/ha, lo que equivale aproximadamente 22 yemas por planta.

La productividad de las plantas es en promedio 40 ton/ha, teniendo un peso de racimos de 700 gramos como media.

Entre los productos empleados para mejorar la maduración destaca el uso de Ethrel® 48 SL en una cantidad de 800cc/ha por temporada, la cual se dividía en 2 aplicaciones de 400cc cada una, posteriores al envero de las bayas. También, se utilizaba el producto ProTone® SL en una dosis de 1000 cc/ha.

Equipamiento

Entre los instrumentos que se emplearon para el análisis de las muestras se encuentra un refractómetro termo-compensado Arquimed (Santiago, Chile) para la medición de sólidos solubles expresados en grados Brix ($^{\circ}$ Brix). También se utilizó un pie de metro para medir el diámetro ecuatorial y el largo de las bayas. Se dispuso de una balanza analítica (marca Precisión Hispánica) para determinar el peso de bayas. Por su parte, el pH se obtuvo mediante un potenciómetro marca Mettler Toledo modelo S220 SevenCompactTM (Columbus, Ohio, Estados Unidos). Para moler las muestras se utilizó el equipo homogeneizador ULTRA-TURRAX® modelo T 25 digital – IKA (Staufen, Alemania). Por su parte, el análisis de la componente aromática se efectuó a través de un Cromatógrafo de gases Agilent 7890B acoplado a un espectrómetro de masas 134 Agilent 5977 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA).

Métodos

Tratamientos y diseño experimental

De manera independiente para cada variedad, se estableció un diseño de bloques completamente aleatorizado (DBCA) con estructura de parcelas divididas, compuesto de 5 hileras con 3 plantas en cada caso. Cada hilera representó un bloque y contuvo a los dos tratamientos implementados más el control (Figura 1). El primer factor correspondió a los manejos agronómicos implementados 10 días antes de ocurrido el envero (niveles de carga), mientras que el segundo factor respondió al tiempo de evaluación, siendo las distintas mediciones realizadas en envero y cada 7 días aproximadamente hasta la cosecha. La unidad experimental de este ensayo fue a una planta, mientras que la unidad muestral estuvo representada por las bayas que fueron extraídas para ser sometidas a los distintos análisis de laboratorio.

Los tratamientos implementados para este estudio fueron:

- **T0:** Control (Sin reducción de carga)
- **T1:** Raleo de racimos. Reducción de la carga frutal de las vides con la remoción de racimos completos, en una proporción cercana al 25%.
- **T2:** Raleo de racimos. Reducción de la carga frutal de las vides con la remoción de racimos completos, en una proporción cercana al 50%.

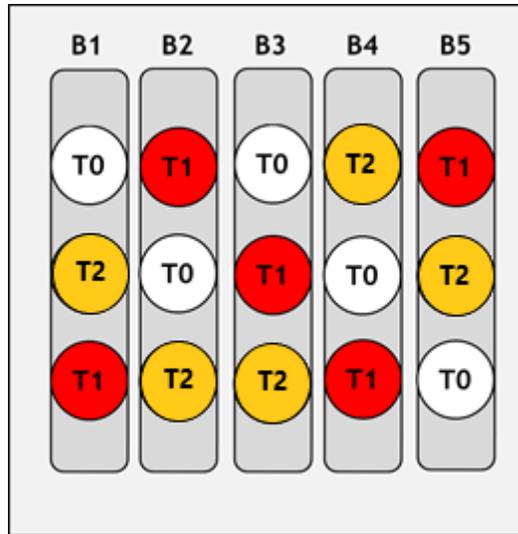


Figura 1. Distribución de los tratamientos en los bloques (hileras).

Manejo del experimento

Se procedió a buscar un sector en cada parrón que cumpliera con homogeneidad y una lejanía de los bordes adecuada (5 plantas desde el borde). Se marcaron las plantas con cintas de colores según el tratamiento: T0 con cinta blanca; T1 con cinta roja y T2 con cinta amarilla, siguiendo el diseño experimental antes establecido (Figura 1). Para cada planta se contó la cantidad de racimos que poseía para así poder asegurar una correcta aplicación de los tratamientos. Estos fueron implementados aproximadamente 10 días antes del envero de las bayas.

La toma de muestra se realizó desde el envero y, en promedio, cada 7 días hasta la cosecha de la misma (Cuadro 1). Por cada fecha de muestreo se recolectaron 60 bayas al azar con pedicelo por tratamiento, desde diferentes zonas de la planta. Cada baya se separó de su racimo cortando el pedicelo lo más cerca posible de la baya, para limitar la pérdida de volumen. Posteriormente dichas bayas fueron transportadas en bolsas herméticas marcadas con un identificador, dentro de un contenedor frío (aprox. a 4°C) al Departamento de Agroindustria y Enología de la Universidad de Chile, donde fueron congeladas a -20°C para posteriormente ser procesadas según los análisis correspondientes.

Cuadro 1. Fechas de muestreo.

Fecha de muestreo	Fecha
1	20 de enero del 2022
2	27 de enero del 2022
3	03 de febrero del 2022
4	11 de febrero del 2022
5	17 de febrero del 2022
6	25 de febrero del 2022

Variables medidas

Los siguientes análisis fueron realizados sobre muestras de las bayas mencionadas en el procedimiento, las cuales fueron colectadas desde las distintas zonas de los racimos seleccionados por cada tratamiento.

1. Peso de bayas. Se obtuvo con la selección de 10 bayas al azar por muestra, las cuales fueron pesadas mediante una balanza digital.

2. Diámetro y longitud de bayas. A las mismas 10 bayas seleccionadas para el análisis anterior de Peso de bayas se les midió el diámetro ecuatorial y la longitud mediante un Pie de metro. Se efectuó un seguimiento desde post-verano hasta cosecha.

3. Variables químicas generales: Las variables sólidos-solubles, acidez total y pH se midieron 1 vez a la semana, desde verano hasta cosecha. Dichas mediciones se llevaron a cabo a partir de 15 mL de mosto obtenido desde las bayas, el cual fue realizado para cada muestra mediante trituración mecánica y posterior centrifugación, para finalmente ser almacenadas en tubos Falcon para luego realizar las mediciones respectivas.

3.1. Sólidos solubles. Su medición fue realizada a través de un refractómetro digital manual Arquimed, ajustando el cero con agua destilada (Bordeau y Scarpa, 1998). Se efectuó un seguimiento en todas las fechas de muestreo.

3.2. Acidez total. Se determinó mediante titulación con NaOH en los 15 mL de mosto obtenidos desde las bayas. Posteriormente los gastos en mL de NaOH se transformaron a g equivalentes NaOH para así determinar los g equivalentes de ácido tartárico/L mediante la siguiente fórmula resumida (Bordeau y Scarpa, 1998):

$$\text{g equivalentes de ácido tartárico/L} = \frac{\text{mL NaOH} \times \text{Normalidad NaOH} \times \text{masa de 1 eq de ácido tartárico}}{\text{Cantidad de mosto (mL)}}$$

**Masa de 1 equivalente de ácido tartárico = 75,05g (ácido diprótico)*

3.3. pH. Se midió con un potenciómetro Hanna modelo pH 21. (Bordeau y Scarpa, 1998).

4. Composición aromática: Se utilizaron 5 bayas por muestra, las cuales fueron trituradas durante 1 minuto utilizando el equipo homogeneizador Ultraturax, hasta que se obtuvo un mosto homogéneo. Posteriormente, en tubos Falcon se centrifugó cada muestra de mosto por 5 minutos a 3000 RPM para hacer decantar las partes sólidas. Una vez completado lo anterior, con una micropipeta se extrajeron 5 mL desde la fase líquida de cada muestra, los cuales se depositaron en un vial junto con 10 µL de patrón Interno (2-pentanol-4-metil) al 0,1%. Los viales con las muestras se acomodaron en la bandeja del inyector automático del equipo de Cromatografía de gases.

Por día se analizaron lotes de 12 muestras cada uno, evitando un número mayor para prevenir alteraciones en las últimas muestras analizadas de cada lote. Los cromatogramas obtenidos fueron cuantificados y perfilados mediante el Programa computacional “*Data Analysis*” de Agilent Technologies, junto con la biblioteca digital de NIST (*National Institute of Standard and Technology*, USA), los resultados fueron traspasados a un documento Excel para su posterior análisis.

Para llevar a cabo una adecuada interpretación y comparación entre los resultados, se utilizó como medida de cuantificación el “Área Relativa” que consiste en una relación entre el área obtenida de un compuesto aromático con el área obtenida de los 10 µL de patrón interno agregados a la muestra, según la siguiente fórmula:

$$\text{Área Relativa} = \frac{\text{Área Compuesto}}{\text{Área Patrón Interno}} \times 100$$

Análisis estadístico

El modelo estadístico para el análisis de las variables generales (peso, diámetro y largo de bayas, sólidos solubles, pH y acidez titulable) fue en bloques completos al azar con estructura de parcelas divididas:

$$Y_{ijk} = \mu + X_i + T_j + (XT)_{ij} + \beta_k + P_{i(k)} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} : Obs. de la unidad experimental
- μ : Media general
- B_k : Efecto de los bloques
- X_i : Efecto del tratamiento
- T_j : Efecto del momento de medición
- $(XT)_{ij}$: Efecto de la interacción del tratamiento y el tiempo
- $P_{i(k)}$: Efecto de la parcela principal
- ε_{ijk} : Error de la subparcela

Mientras tanto, el modelo estadístico para el análisis de los resultados de las mediciones de la composición aromática fue en bloques completos al azar sin estructura factorial:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} : variable respuesta
- μ : media general
- τ_i : efecto del i-ésimo tratamiento
- β_j : efecto del j-ésimo bloque
- ε_{ij} : error experimental en la unidad j del tratamiento i

Por su parte, los datos recopilados desde las distintas mediciones fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANDEVA), y cuando existieron diferencias estadísticamente significativas en la interacción o en su defecto, en los factores actuando de manera independiente, se utilizó la prueba de comparaciones múltiples LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5 %. El programa estadístico utilizado para procesar los datos recopilados fue Infostat (UNC, Argentina).

RESULTADOS

- 1. Peso de bayas.** Los resultados de las mediciones de peso de bayas según variedad son mostrados a continuación.

Variedad Timco™

Desde enero hasta cosecha se efectuó un seguimiento del peso de bayas. En este se pudo apreciar que desde la F2 hasta cosecha (F6), fue el tratamiento control o T0 el cual presentó un mayor peso de bayas, finalizando con un total de 131,32 g respecto a los 124,76 g y los 125,48 g que presentaron los tratamientos T1 y T2 en cosecha, respectivamente.

Por su parte, al comparar las medias de los tres tratamientos, se pudo evidenciar que de forma independiente estos mostraron diferencias significativas para la variedad Timco™. Principalmente, fue el tratamiento T0 que presentó una mayor media con 118,88 g, respecto a T2 y T1 que obtuvieron medias de 113,99 g y 113,60 g, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto del nivel de carga sobre el peso de 10 bayas, var. Timco™.

Tratamiento	Medias	E.E.	
T0	118,88	2,27	A
T1	113,67	2,27	B
T2	113,99	2,27	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según test de LSD de Fisher.
E.E.: error estándar

Por otro lado, al analizar el efecto que poseía la interacción entre los tratamientos y las fechas de muestreo, se pudo determinar que no se presentaron diferencias significativas, tal como se observa en el Anexo 1.

Variedad Crimson Seedles

En tanto, para la variedad Crimson Seedles al hacer una comparación general de las medias de los tres tratamientos y el efecto que cada uno tenía de forma independiente, se presentaron resultados que evidenciaron la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos T0 y T2, teniendo el primero una media mayor, la cual correspondió a 81,14 g, respecto a los 74,90 g de media que presentó el segundo tratamiento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto del nivel de carga sobre el peso de 10 bayas, var. Crimson Seedles.

Tratamiento	Medias	E.E.		
T0	81,14	1,27	A	
T1	78,82	1,27	A	B
T2	74,90	1,27		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según test de LSD de Fisher.
E.E.: error estándar

Por su parte, al evaluar la interacción que tuvieron los tres tratamientos y las respectivas fechas de muestreo, se pudo evidenciar que no existieron diferencias significativas. El peso de 10 bayas en la madurez comercial osciló entre los 80,72 gramos (T2) y los 87,50 gramos (T0) (Anexo 2).

Variedad Sweet Celebration™

Para la variedad Sweet Celebration™ se apreció un aumento del peso de bayas sostenido hasta F3, presentándose una desaceleración en el aumento de esta variable para los 3 tratamientos en la F4. El tratamiento control o T0 fue el cual presentó un mayor peso de bayas a cosecha, totalizando 108,33 g en comparación a los tratamientos T1 y T2 que obtuvieron pesos de 10 bayas equivalentes a 104,81 g y 103,97 g respectivamente.

Al comparar el efecto que tuvieron los tratamientos de forma independiente, se pudo apreciar que existieron diferencias significativas, en donde fue T0 que obtuvo una mayor media, equivalente a 99,56 g, en comparación a T1 y T2 que obtuvieron medias de 94,67 g y 94,66 g, respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto del nivel de carga sobre el peso de 10 bayas, var. Sweet Celebration™.

Tratamiento	Medias	E.E.		
T0	99,56	1,79	A	
T1	94,67	1,79		B
T2	94,66	1,79		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según test de LSD de Fisher.
E.E.: error estándar

En cambio, al comparar el efecto de los tratamientos en interacción con las distintas fechas de muestreo no se presentaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos (Anexo 3).

2. Diámetro y largo de bayas. A continuación, se presentan los datos obtenidos desde las mediciones de diámetro y longitud de bayas efectuadas desde envero hasta cosecha para las tres variedades del estudio.

Variedad Timco™

Al analizar la variable largo de bayas en la variedad Timco™, se pudo apreciar que al establecer la comparativa entre las medias de los tres tratamientos de forma independiente, no se observaron diferencias significativas entre estos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto del nivel de carga sobre el largo de bayas, var. Timco™

Tratamiento	Medias	E.E.
T0	29,99	0,2 A
T1	29,67	0,2 A
T2	29,65	0,2 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según test de LSD de Fisher.

E.E.: error estándar

Finalmente, al evaluar si la interacción entre los distintos tratamientos y las fechas de muestreo apreció que no existieron diferencias significativas (Anexo 4).

Por su parte, la variable diámetro de bayas mostró un comportamiento similar al largo, finalizando el T0 con una mayor media al momento de la última fecha de muestreo. En base a esto, al comparar las medias de los tres tratamientos y el efecto que estos poseían de manera independiente se pudo ver que existieron diferencias significativas entre los T0 y T1, obteniendo estas medias de 24,45 mm y 23,90 mm, respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto del nivel de carga sobre el diámetro de bayas, var. Timco™

Manejo	Medias	E.E.
T0	24,45	0,18 A
T1	23,9	0,18 B
T2	24,05	0,18 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según test de LSD de Fisher.

E.E.: error estándar

En tanto, al comparar el efecto que posee la interacción entre las distintas fechas de muestreo y los 3 tratamientos implementados, se pudo apreciar que no se apreciaron diferencias significativas entre estos en ningún momento de la investigación (Anexo 5).

Variedad Crimson Seedles

Respecto a la variable largo de bayas para la variedad Crimson Seedles, se pudo determinar que al comparar los 3 tratamientos el tratamiento control mostró la mayor media a cosecha, la cual fue de 27,83 mm, por sobre los 27,51 mm de T1 y los 26,92 mm de T2. En este aspecto, los tratamientos T0 y T2 mostraron diferencias significativas entre sus medias al ser comparados de forma independiente (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto del nivel de carga sobre el largo de bayas, var. Crimson Seedles.

Tratamiento	Medias	E.E.		
T0	27,83	0,2	A	
T1	27,51	0,2	A	B
T2	26,92	0,2		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según test de LSD de Fisher.
E.E.: error estándar

En tanto, al analizar el efecto que poseía la interacción de los tratamientos con las fechas de muestreo, ninguno de los tres tratamientos mostró diferencias significativas, ni tampoco lo hicieron en ninguna de las fechas anteriores de muestreo (Anexo 6).

Al momento de analizar los datos de la variable diámetro de bayas en la variedad Crismon Seedles se pudo apreciar que en este caso las medias de los tratamientos T0 y T2 presentaron diferencias significativas. El tratamiento T0 mostró la mayor media, la cual correspondió a 20,18 mm. Por su parte, T2 obtuvo la menor media con un valor de 19,73 mm (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto del nivel de carga sobre el diámetro de bayas, var. Crimson Seedles.

Tratamiento	Medias	E.E.		
T0	20,18	0,12	A	
T1	20,09	0,12	A	B
T2	19,73	0,12		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según test de LSD de Fisher.
E.E.: error estándar

Asimismo, al evaluar la interacción existente entre los tratamientos y las distintas fechas de muestreo se pudo observar que en ninguna de las fechas de muestreo existieron diferencias significativas entre las medias de los tres tratamientos (Anexo 7). También, se obtuvo que fue el tratamiento control o T0 el que logró la mayor media a cosecha, con un valor equivalente a 20,95 mm por sobre T1 que obtuvo 20,77 mm y T2 que obtuvo 20,24 mm.

Variedad Sweet Celebration™

Al realizar la comparación entre el efecto que tuvieron de forma independiente los tres tratamientos implementados, se apreció que para la variable largo de bayas dentro de la variedad Sweet Celebration™ fue el tratamiento T0 obtuvo la mayor media con 25,58 mm por sobre los valores obtenidos por T1 (25,03 mm) y T2 (25,31 mm). Estas diferencias presentaron significancia entre los tratamientos T0 y T1 según la prueba de comparaciones múltiples de LSD de Fisher (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto del nivel de carga sobre el variable largo de bayas, var. Sweet Celebration™.

Tratamiento	Medias	E.E.		
T0	25,58	0,18	A	
T1	25,03	0,18		B
T2	25,31	0,18	A	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según test de LSD de Fisher.
E.E.: error estándar

Asimismo, al analizar el efecto que tuvo la interacción entre las fechas de muestreo y los tratamientos, no se apreciaron diferencias significativas en ningún momento del ensayo (Anexo 8).

En tanto, al analizar la variable diámetro de bayas se pudo observar que el efecto que tuvieron los tratamientos de forma independiente denotó diferencias, específicamente fue el tratamiento control o T0 el cual obtuvo la mayor media, con un valor equivalente a 23,95 mm por sobre la media de T1 que obtuvo 23,58 mm y T2 que obtuvo 23,42 mm. Estas diferencias presentaron significancia según la prueba de comparaciones múltiples de LSD de Fisher (Cuadro 10)

Cuadro 10. Efecto del nivel de carga sobre el diámetro de bayas, var. Sweet Celebration™.

Tratamiento	Medias	E.E.		
T0	23,95	0,18	A	
T1	23,58	0,18	A	B
T2	23,42	0,18		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según test de LSD de Fisher.
E.E.: error estándar

Finalmente, al analizar el efecto que tuvo la interacción entre los factores de fecha de muestreo y tratamientos, no se encontraron diferencias significativas, tal como se puede ver en el Anexo 9.

- 3. Variables químicas generales.** Los resultados de las mediciones de las variables sólidos solubles, acidez total y pH se muestran a continuación de forma separada para cada una de las tres variedades estudiadas.

Variedad Timco™

Sólidos solubles. Desde enero hasta cosecha se efectuó un seguimiento del contenido de sólidos solubles de las bayas. Se pudo apreciar que desde la primera fecha de muestreo (F1), y hasta cosecha (F6), el tratamiento control (T0) mostró una concentración de sólidos solubles ligeramente menor a los otros dos tratamientos (T1 y T2). Además, los datos mostraron un aumento constante durante el transcurso de las fechas de muestreo en la concentración de sólidos solubles de los tres tratamientos (Anexo 10).

Al momento de comparar las medias por tratamientos, se pudo observar que existieron diferencias significativas. Fueron los tratamientos T1 y T2 los cuales obtuvieron una concentración de sólidos solubles mayor, evidenciando medias de 15,58° Brix y 15,70° Brix, respectivamente. Ambos tratamientos mostraron diferencias significativas al tratamiento control T0, el cual obtuvo una media de 14,87° Brix (Cuadro 11).

Cuadro 11. Efecto del nivel de carga sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix), var. Timco™.

Tratamiento	Medias	E.E.	
T2	15,70	0,21	A
T1	15,58	0,21	A
T0	14,87	0,21	B

*Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher. E.E.: error estándar

Acidez total. La variable acidez total mostró una disminución en su valor hacia las últimas fechas evaluadas, en donde el tratamiento T2 mostró el menor valor a cosecha con 4,60 g equivalentes de ácido tartárico/L (Anexo 10).

Cuando se compararon los tres tratamientos de forma independiente, se logró determinar que los tratamientos T1 y T0 obtuvieron las medias más altas para esta variable, mostrando diferencias significativas respecto al tratamiento T2 (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto del nivel de carga sobre la acidez total (g equivalentes de ácido tartárico/L), var. Timco™.

Tratamiento	Medias	E.E.	
T2	9,40	0,02	B
T1	10,00	0,02	A
T0	9,90	0,02	A

*Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher. E.E.: error estándar

pH. El pH de las bayas varió de forma inversamente proporcional a la acidez total, aumentando sus valores hacia la última fecha de muestreo (F6). Fue T2 el cual mostró una media mayor a cosecha, la cual fue equivalente a 3,61 (Anexo 10).

Por su parte, al comparar el efecto que tuvieron los distintos tratamientos de manera independiente se pudo observar que fue T2 el cual presentó una mayor media, representando diferencias significativas respecto a T1, pero no así ante el tratamiento control (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto del nivel de carga sobre el pH, var. Timco™.

Tratamiento	Medias	E.E.	
T2	3,34	0,01	A
T1	3,31	0,01	B
T0	3,32	0,01	A B

*Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher. E.E.: error estándar

Variedad Crimson Seedles

Sólidos solubles. Similar al caso de Timco™, la variedad Crimson Seedles mostró un aumento constante en la concentración de sólidos solubles con el avanzar de las fechas de muestreo. A cosecha fue el tratamiento T2 el cual obtuvo la mayor concentración de azúcares, con un valor de 18,50° Brix, por sobre T1 y T0 que obtuvieron 18,00° Brix y 17,70° Brix, respectivamente (Anexo 11).

En base a esto, al establecer una comparación del efecto que poseían los tratamientos actuando de forma independiente sobre las bayas, se obtuvo que existieron diferencias significativas entre T2 que obtuvo una mayor media en comparación a los tratamientos T1 y T0 (Cuadro 14).

Cuadro 14. Efecto del nivel de carga sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix), var. Crimson Seedles.

Tratamiento	Medias	E.E.	
T2	15,63	0,1	A
T1	15,20	0,1	B
T0	15,27	0,1	B

*Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher. E.E.: error estándar

Acidez total. Por su parte, al momento de analizar la variable de acidez total todos los tratamientos mostraron una clara disminución en sus valores con el avanzar del tiempo. Los tratamientos T0 y T2 mostraron una media equivalente a 7,20 g equivalentes de ácido tartárico/L en la cosecha, y T1 mostró la menor media con un valor de 6,60 g equivalentes de ácido tartárico/L (Anexo 11).

En base a lo anterior, al establecer una comparación para identificar si alguno de los tres tratamientos se comportaba de forma diferente a los demás se logró observar que el tratamiento T0 o control mostró un mayor valor de acidez total, y este tuvo diferencias significativas respecto al tratamiento T1 (Cuadro 15).

Cuadro 15. Efecto del nivel de carga sobre la acidez total (g equivalentes de ácido tartárico/L), var. Crimson Seedles.

Tratamiento	Medias	E.E.		
T2	10,60	0,01	A	B
T1	10,40	0,01		B
T0	10,80	0,01	A	

*Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher. E.E.: error estándar

pH. Para el caso del pH en la variedad Crimson Seedles, se observó que los valores obtenidos fueron aumentando con el avanzar de la maduración, lo cual concluyó con T1 mostrando una mayor media en cosecha (F6) equivalente a 3,52 (Anexo 11).

En este contexto, al analizar el efecto que tuvieron los tratamientos de forma independiente, se pudo identificar que los tratamientos T1 y T2 mostraron valores mayores de pH en comparación a la media obtenida por T0. Estas diferencias mostraron significancia respecto a la prueba de comparativas múltiples de LSD de Fisher (Cuadro 16).

Cuadro 16. Efecto del nivel de carga sobre el pH, var. Crimson Seedles.

Tratamiento	Medias	E.E.		
T2	3,24	0,01	A	
T1	3,25	0,01	A	
T0	3,21	0,01		B

*Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher. E.E.: error estándar

Asimismo, al evaluar la evolución que presentaron los tratamientos en relación a las distintas fechas de muestreo se pudo establecer que en F2 fueron los tratamientos T1 y T2 los cuales obtuvieron mayores medias de pH, en relación al tratamiento control o T0. Por su parte, en la F5 el tratamiento T2 obtuvo una media mayor respecto a T0. Finalmente, al analizar la F6 (cosecha), fue el tratamiento T1 que obtuvo una media mayor respecto a los otros dos tratamientos (Figura 2).

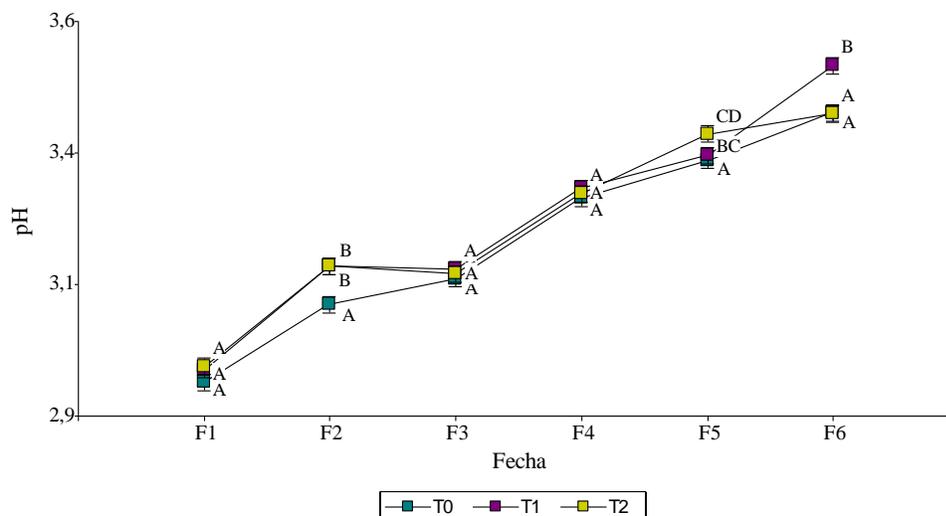


Figura 2. Evolución del pH por fecha de muestreo de los tres tratamientos implementados, en la var. Crimson Seedles. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.

Variedad Sweet Celebration™

Sólidos solubles. Para la variedad Sweet Celebration™, se pudo observar que, en el caso de la concentración de sólidos solubles, el tratamiento T2 presentó en todas las fechas valores más altos en sus medias, al ser comparado con los otros tratamientos (Anexo 12). Sin embargo, se observó que estas diferencias no fueron significativas (Cuadro 17).

Cuadro 17. Efecto del nivel de carga sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix), var. Sweet Celebration™.

Tratamiento	Medias	E.E.
T2	14,80	0,16 A
T1	14,48	0,16 A
T0	14,48	0,16 A

*Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher. E.E.: error estándar

Acidez total. En el análisis de la variable acidez total no se observaron diferencias significativas entre las medias de los tres tratamientos (Cuadro 18).

Cuadro 18. Efecto del nivel de carga sobre la acidez total (g equivalentes de ácido tartárico/L), var. Sweet Celebration™.

Tratamiento	Medias	E.E.
T2	12,00	0,02 A
T1	12,20	0,02 A
T0	12,20	0,02 A

*Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher. E.E.: error estándar

pH. Para la variable pH en la variedad Sweet Celebration™ fue el tratamiento T2 el cual obtuvo una mayor media a cosecha, la cual fue equivalente a 3,51. Sin embargo, al establecer una comparativa entre las medias obtenidas a lo largo del presente estudio, ninguno de los tratamientos mostró diferencias significativas para esta variedad, similar a lo observado en las variables sólidos solubles y acidez total (Cuadro 19).

Cuadro 19. Efecto del nivel de carga sobre el pH, var. Sweet Celebration™.

Tratamiento	Medias	E.E.
T2	3,29	0,01 A
T1	3,26	0,01 A
T0	3,26	0,01 A

*Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher. E.E.: error estándar

Composición aromática

Al analizar los compuestos volátiles de las bayas de las tres variedades en estudio en la última fecha de muestreo, correspondiente a madurez comercial, se encontraron distintos compuestos los cuales pertenecían a las familias de los alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, furanos, hidrocarburos aromáticos y terpenos. Se pudo identificar que, para las tres variedades estudiadas, la familia de compuestos que presentó una mayor abundancia fue la de los aldehídos, representando el 52,2% en la variedad Sweet Celebration™, un 60,1% en la variedad Timco™ y un 67,2% en la variedad Crimson Seedles (Figura 3).

En tanto, la segunda familia que mostró una mayor abundancia en las tres variedades estudiadas fue la de los alcoholes, representando porcentajes que fluctuaban entre los 13,7% para Sweet Celebration™ y los 19,9% para Crimson Seedles. En tanto, otra familia importante para el caso de la variedad Sweet Celebration™ fueron los terpenos, los cuales representaron un 11,7% del total de compuestos identificados, posicionándose como la tercera familia con mayor abundancia (Figura 3).

En este aspecto, la variedad Sweet Celebration™ fue la que presentó un mayor reconocimiento de compuestos, con un total de 30. Por su parte, para la variedad Timco™ se identificaron 21 compuestos y para la variedad Crimson Seedles un total de 19 compuestos aromáticos.

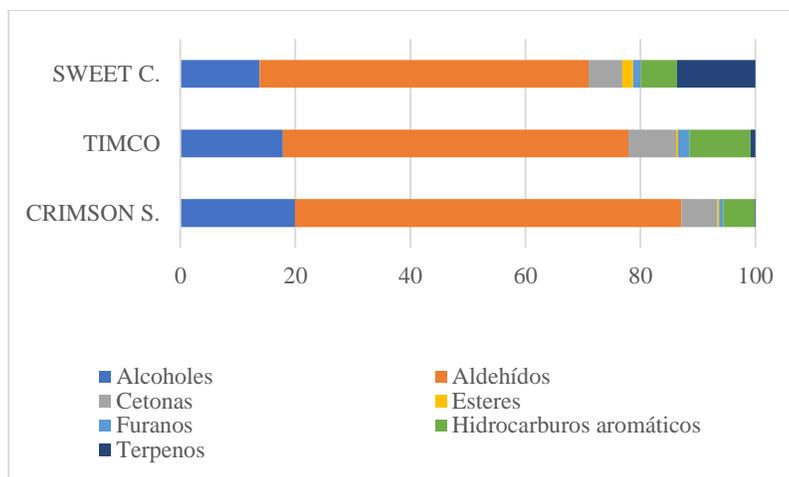


Figura 3. Proporción según abundancia (área relativa) de diferentes familias integrantes de la componente aromática según variedad

Variedad Timco™

Al momento de la madurez de cosecha dentro de la variedad Timco™, el grupo químico que presentó una mayor cantidad de compuestos identificados fueron los alcoholes (6), seguidos por los aldehídos (5), hidrocarburos aromáticos (4), cetonas (3), ésteres (1), furanos (1) y terpenos (1).

Al analizar el efecto que tuvieron los tratamientos de regulación de carga en sus distintas proporciones sobre esta variedad, se pudo establecer que para ninguna de las familias identificadas se presentaron diferencias significativas apreciables.

Sin embargo, al momento de analizar los compuestos de forma independiente y evaluar si estos fueron influenciados por alguno de los tratamientos, se pudo establecer que el compuesto 1-butanol, 3-metil- perteneciente a la familia de los alcoholes, mostró diferencias significativas en sus medias por la influencia de alguno de los tratamientos. En este aspecto, se observó que dicho compuesto se mostró mayormente influenciado por el tratamiento T2, con el cual mostró la mayor media, presentando diferencias significativas respecto al valor obtenido por el tratamiento control (Cuadro 20).

Cuadro 20. Compuestos aromáticos identificados según tratamiento para variedad Timco™ en madurez comercial, junto a sus promedios \pm desviación estándar expresados en área relativa de patrón interno.

	Compuestos aromáticos	Descriptor aromático	T0	T1	T2
Alcoholes	1-Pentanol	Afrutado	0,05 \pm 0,05 a	0,07 \pm 0,06 a	0,07 \pm 0,07 a
	2-Penten-1-ol, (Z)-	Verde	0,13 \pm 0,03 a	0,14 \pm 0,06 a	0,13 \pm 0,05 a
	1-Hexanol	Resina / Floral / Verde	6,53 \pm 2,16 a	4,61 \pm 3,08 a	4,76 \pm 1,32 a
	3-Hexen-1-ol, (Z)-	Césped	0,7 \pm 0,29 a	0,6 \pm 0,36 a	0,56 \pm 0,08 a
	2-Hexen-1-ol, (E)-	Verde / Hoja / Nuez	5,42 \pm 2,24 a	2,71 \pm 2,47 a	3,83 \pm 2,5 a
	1-Butanol, 3-methyl-	Fusel / Alcohólico	0,18 \pm 0,08 b	0,24 \pm 0,07 ab	0,28 \pm 0,04 a
Aldehídos	Pentanal	Almendra / Malta / Picante	0,49 \pm 0,34 a	0,43 \pm 0,33 a	0,51 \pm 0,42 a
	Hexanal	Césped / Sebo / Grasa	18,36 \pm 6,85 a	29,29 \pm 35,15 a	19,43 \pm 12,51 a
	2-Hexenal, (E)-	Verde / Hoja	13,38 \pm 5,26 a	17,03 \pm 20,27 a	11,12 \pm 8,78 a
	2-Heptenal, (Z)-	Acre / Vegetal / Jabón graso	0,09 \pm 0,07 a	0,08 \pm 0,08 a	0,07 \pm 0,07 a
	Decanal	Floral / Graso	0 \pm 0 a	0,01 \pm 0,01 a	0,01 \pm 0,03 a
Cetonas	Methyl Isobutyl Ketone	Verde / Hierbas / Frutal	1,18 \pm 0,12 a	1,09 \pm 0,23 a	1,2 \pm 0,10 a
	2-Hexanone, 4-methyl-	Floral / Afrutado	0,47 \pm 0,08 a	0,41 \pm 0,02 a	0,40 \pm 0,04 a
	4-Heptanone, 2,6-dimethyl-	Afrutado / Verde	3,08 \pm 0,47 a	3,47 \pm 0,90 a	2,80 \pm 0,63 a
Ésteres	Hexanoic acid, ethyl ester	Afrutado	0,16 \pm 0,06 a	0,24 \pm 0,15 a	0,17 \pm 0,04 a
Furanos	2(3H)-Furanone, dihydro-4,4,5,5-tetramethyl-	Cremoso / Graso / Caramelo	1,15 \pm 0,11 a	1,18 \pm 0,19 a	1,06 \pm 0,16 a
Hidrocarburos aromáticos	Ethylbenzene	Dulce / Gasolina	0,30 \pm 0,22 a	0,25 \pm 0,15 a	0,21 \pm 0,17 a
	o-Xylene	Dulce / Geranio / Floral	0,23 \pm 0,17 a	0,19 \pm 0,11 a	0,16 \pm 0,14 a
	p-Xylene	Dulce	0,60 \pm 0,46 a	0,47 \pm 0,28 a	0,42 \pm 0,37 a
	Mesitylene	Dulce	4,14 \pm 1,60 a	6,90 \pm 4,08 a	4,49 \pm 2,61 a
Terpenos	1-Oxaspiro [4.5]dec-6-ene, 2,6,10,10-tetramethyl-	Verde / Mentol / Madera	0,54 \pm 0,15 a	0,47 \pm 0,19 a	0,4 \pm 0,15 a

*Promedios con una letra en común de forma horizontal no presentan diferencias estadísticamente significativas (P valor > 0,05).

Variedad Crimson Seedles

Respecto a la componente aromática al momento de la cosecha en la variedad Crimson Seedles, se pudieron identificar un total de 19 compuestos, entre los cuales se encuentran 6 alcoholes, 6 aldehídos, 3 cetonas, 1 éster, 1 furano, 1 hidrocarburo aromático y 1 terpeno.

Al momento de estudiar el efecto que tuvieron los distintos tratamientos sobre las familias de compuestos aromáticos para esta variedad, no se pudieron encontrar diferencias estadísticamente significativas en las medias obtenidas. Sin embargo, al analizar si los tratamientos tuvieron efectos de forma individual en los compuestos de las distintas familias, si se logró identificar diferencias estadísticamente significativas.

En este aspecto, uno de los compuestos aromáticos que mostró diferencias entre tratamiento fue el hexanal, perteneciente a la familia de los aldehídos. Fue el tratamiento T1 el cual obtuvo una mayor área relativa (86,64) y que estadísticamente presentó significancia respecto

al tratamiento T2, el cual obtuvo un área relativa de 47,26. Sin embargo, estas diferencias significativas no se presentaron respecto al tratamiento control (Cuadro 21).

Por su parte, otro de los compuestos que evidenció diferencias entre las medias de los tres tratamientos fue la 2-Hexanona, perteneciente a la familia de las cetonas. En este sentido, fue el tratamiento T2 el cual obtuvo la mayor área relativa, la cual fue equivalente a 0,96 y que fue significativamente mayor al tratamiento T1, el cual obtuvo un área relativa de 0,72. Estas diferencias al igual que en el caso del compuesto hexanal, no fueron estadísticamente significativas respecto al tratamiento T0 (Cuadro 21).

Cuadro 21. Compuestos aromáticos identificados según tratamiento para variedad Crimson Seedles en madurez comercial, junto a sus promedios \pm desviación estándar expresados en área relativa de patrón interno.

	Compuestos aromáticos	Descriptor aromático	T0	T1	T2
Alcoholes	1-Butanol, 3-methyl-	Fusel / Alcohólico	0,8 \pm 1,11 a	0,35 \pm 0,13 a	0,27 \pm 0,07 a
	1-Hexanol	Resina / Floral / Verde	19,30 \pm 5,93 a	24,52 \pm 7,32 a	24,36 \pm 6,40 a
	3-Hexen-1-ol	Verde	0,1 \pm 0,04 a	0,12 \pm 0,06 a	0,13 \pm 0,02 a
	3-Hexen-1-ol, (Z)-	Césped	2,17 \pm 0,35 a	2,39 \pm 0,24 a	2,16 \pm 0,26 a
	2-Hexen-1-ol, (E)-	Verde / Hoja / Nuez	8,66 \pm 1,74 a	11,01 \pm 3,14 a	10,35 \pm 3,53 a
	1-Octanol	Almendra / Grasa / Floral	0,16 \pm 0,05 a	0,23 \pm 0,14 a	0,15 \pm 0,06 a
Aldehídos	Pentanal	Almendra / Malta / Picante	0,77 \pm 0,15 a	0,87 \pm 0,25 a	0,70 \pm 0,16 a
	2-Butenal, (E)-	Floral	0,89 \pm 0,13 a	0,60 \pm 0,33 a	0,65 \pm 0,36 a
	Hexanal	Césped / Sebo / Grasa	62,22 \pm 37,85 ab	86,64 \pm 22,31 a	47,26 \pm 18,24 b
	2-Hexenal, (E)-	Verde / Hoja	49,28 \pm 34,09 a	64,77 \pm 24,44 a	37,31 \pm 14,06 a
	Nonanal	Graso / Cítrico / Verde	8,66 \pm 1,74 a	11,01 \pm 3,14 a	9,54 \pm 5,30 a
	2,4-Hexadienal, (E, E)-	Verde	1,46 \pm 1, 27 a	1,97 \pm 0,61 a	0,84 \pm 0,60 a
Cetonas	2-Hexanona	-	0,88 \pm 0,10 ab	0,72 \pm 0,12 b	0,96 \pm 0,17 a
	2-Hexanona, 4-methyl-	Floral / Afrutado	0,73 \pm 0,46 a	0,38 \pm 0,15 a	0,57 \pm 0,30 a
	4-Heptanona, 2,6-dimethyl-	Afrutado / Verde	4,55 \pm 1,77 a	5,01 \pm 0,35 a	4,41 \pm 0,61 a
Ésteres	Hexanoic acid, ethyl ester	Afrutado	0,50 \pm 0,21 a	0,38 \pm 0,17 a	0,60 \pm 0,27 a
Furanos	2(3H)-Furanone, dihydro-4,4,5,5-tetramethyl-	Creoso / Graso / Caramelo	1,33 \pm 0,33 a	1,21 \pm 0,07 a	1,30 \pm 0,11 a
Hidrocarburos aromáticos	Mesitylene	Dulce	10,48 \pm 6,86 a	10,68 \pm 1,91 a	9,29 \pm 3,64 a
Terpenos	1-Oxaspiro [4.5]dec-6-ene, 2,6,10,10-tetramethyl-	Verde / Mentol / Madera	0,21 \pm 0,06 a	0,22 \pm 0,07 a	0,22 \pm 0,08 a

*Promedios con una letra en común de forma horizontal no presentan diferencias estadísticamente significativas (P valor > 0,05).

Variedad Sweet Celebration™

Por su parte, en la variedad Sweet Celebration™ se identificaron distintos compuestos al momento de la cosecha, los que pertenecían a las siguientes familias: alcoholes (10), aldehídos (6), cetonas (4), ésteres (2), furanos (1), hidrocarburos aromáticos (1) y terpenos (6).

A continuación, se muestran los resultados que obtuvieron diferencias significativas por acción de alguno de los tratamientos implementados. Dentro de las familias que respondieron significativamente a los tratamientos implementados estuvieron los alcoholes y los terpenos.

Alcoholes

Dentro de la analítica de la componente aromática de la variedad Sweet Celebration™, se pudo apreciar que la familia de los alcoholes no respondió de forma significativa a los tratamientos. Sin embargo, al momento de analizar la abundancia de cada compuesto integrante de esta familia, se pudo observar que el compuesto 3-hexen-1-ol, (Z)- respondió de forma significativa ante los tratamientos implementados. Específicamente, fue el tratamiento T1 el cual obtuvo la mayor media, la cual presentó diferencias estadísticamente significativas principalmente con el tratamiento control o T0 (Cuadro 22).

Terpenos

Por su parte, la otra familia de compuestos aromáticos que presentó diferencias significativas en sus áreas relativas la hora de comparar las medias de los tres tratamientos fue la de los terpenos.

En este aspecto, fue el tratamiento T2 el cual obtuvo una media mayor, la cual logró un área relativa de 11,84. Esto representó que dicho tratamiento fuera significativamente mayor al tratamiento control que obtuvo una media de 8,94 (Figura 4).

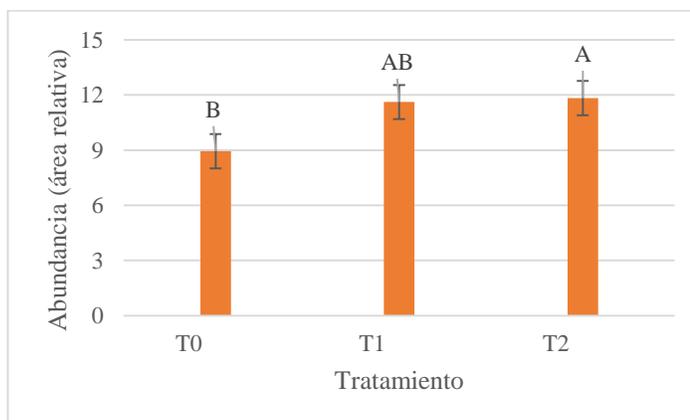


Figura 4. Abundancia (área relativa) de terpenos según tratamiento var. Sweet Celebration™. Diferentes letras indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.

Dentro de esta familia, los compuestos que mostraron áreas relativas que respondieron significativamente a alguno de los tratamientos implementados fueron el D-Limoneno y el geraniol. El primero respondió positivamente al tratamiento T1, logrando la mayor media respecto al tratamiento control. Mientras tanto, el compuesto geraniol mostró un comportamiento afín con los tratamientos T1 y T2, los cuales mostraron medias con mayores valores respecto al tratamiento control (Cuadro 22).

Cuadro 22. Compuestos aromáticos identificados según tratamiento para variedad Sweet Celebration™ Seedles en madurez comercial, junto a sus promedios \pm desviación estándar expresados en área relativa de patrón interno.

	Compuestos volátiles	Descriptor aromático	T0	T1	T2
Alcoholes	1-Butanol, 3-methyl-	Fusel / Alcohólico	0,20 \pm 0,02 a	0,29 \pm 0,10 a	0,25 \pm 0,12 a
	1-Hexanol	Resina / Floral / Verde	3,63 \pm 1,42 a	7,95 \pm 5,13 a	6,79 \pm 3,75 a
	3-Hexen-1-ol	Verde	0,07 \pm 0,03 a	0,13 \pm 0,08 a	0,13 \pm 0,07 a
	3-Hexen-1-ol, (Z)-	Césped	0,22 \pm 0,04 b	0,31 \pm 0,03 a	0,28 \pm 0,10 ab
	2-Hexen-1-ol, (E)-	Verde / Hoja / Nuez	1,00 \pm 0,76 a	2,29 \pm 1,75 a	1,78 \pm 0,87 a
	6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate	-	0,08 \pm 0,08 a	0,11 \pm 0,08 a	0,12 \pm 0,08 a
	2-Nonen-1-ol	Afrutado / Grasa / Dulce	0,36 \pm 0,15 a	0,42 \pm 0,17 a	0,48 \pm 0,27 a
	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	Cítrico / Floral / Madera	0,24 \pm 0,08 a	0,37 \pm 0,18 a	0,39 \pm 0,10 a
	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	-	1,08 \pm 0,27 a	1,74 \pm 0,73 a	1,57 \pm 0,27 a
	2,4-Pentadien-1-ol, 3-pentyl-, (2Z)-	-	0,19 \pm 0,05 a	0,26 \pm 0,09 a	0,26 \pm 0,08 a
Aldehídos	Pentanal	Almendra / Malta / Picante	1,01 \pm 0,32 a	1,20 \pm 0,18 a	1,13 \pm 0,36 a
	Hexanal	Césped / Sebo / Grasa	21,20 \pm 6,10 a	19,35 \pm 6,59 a	19,65 \pm 14,28 a
	2-Hexenal, (E)-	Verde / Hoja	9,81 \pm 2,34 a	12,30 \pm 3,14 a	10,14 \pm 1,82 a
	2-Heptenal, (Z)-	Acre / Vegetal / Jabón graso	0,12 \pm 0,07 a	0,16 \pm 0,08 a	0,13 \pm 0,05 a
	2-Nonenal, (E)-	Grasa / Verde	0,94 \pm 0,47 a	0,72 \pm 0,54 a	0,46 \pm 0,14 a
	2,6-Nonadienal, (E,Z)-	Verde	1,94 \pm 0,71 a	1,39 \pm 0,57 a	1,76 \pm 0,58 a
Cetonas	3-Buten-2-one, 3-methyl-		0,12 \pm 0,06 a	0,11 \pm 0,04 a	0,11 \pm 0,03 a
	Methyl Isobutyl Ketone	Verde / Hierbas / Afrutado	1,17 \pm 0,08 a	1,11 \pm 0,13 a	1,16 \pm 0,05 a
	2-Hexanone, 4-methyl-	Floral / Afrutado	0,43 \pm 0,02 a	0,40 \pm 0,03 a	0,41 \pm 0,02 a
	4-Heptanone, 2,6-dimethyl-	Afrutado / Verde	3,21 \pm 0,98 a	2,75 \pm 0,60 a	2,81 \pm 0,67 a
Esteres	2-Propenoic acid, butyl ester	-	1,26 \pm 1,42 a	1,84 \pm 1,38 a	0,95 \pm 1,29 a
	Octanoic acid, ethyl ester	Afrutado	0,17 \pm 0,06 a	0,07 \pm 0,03 a	0,11 \pm 0,15 a
Furanos	2(3H)-Furanone, dihydro-4,4,5,5-tetramethyl-	Cre moso / Graso / Caramelo	1,10 \pm 0,19 a	0,99 \pm 0,13 a	1,00 \pm 0,13 a
Hidrocarburos aromáticos	Mesitylene	Dulce	5,67 \pm 3,35 a	4,25 \pm 1,82 a	5,09 \pm 2,89 a
Terpenos	D-Limonene	Cítrico / Menta	0,33 \pm 0,05 b	0,43 \pm 0,06 a	0,41 \pm 0,09 ab
	Eucalyptol	Menta / Dulce	0,16 \pm 0,10 a	0,17 \pm 0,08 a	0,12 \pm 0,08 a
	o-Cymene	Cítrico fresco / Especies leñosas	0,64 \pm 0,18 a	0,76 \pm 0,09 a	0,80 \pm 0,15 a

	1-Oxaspiro [4.5]dec-6-ene, 2,6,10,10-tetramethyl-	Verde / Mentol / Madera	0,45 ± 0,10 a	0,49 ± 0,22 a	0,57 ± 0,09 a
	Geraniol	Rosa / Geranio	6,99 ± 0,74 b	9,27 ± 2,25 a	9,42 ± 1,12 a
	3-Carene	Dulce / Cítrico	0,38 ± 0,11 a	0,49 ± 0,05 a	0,51 ± 0,16 a

*Promedios con una letra en común de forma horizontal no presentan diferencias estadísticamente significativas (P valor > 0,05).

DISCUSIÓN

La carga frutal excesiva muchas veces reduce la calidad de las bayas, generando problemas de coloración, disminución de la acumulación de sólidos solubles y retrasando incluso la maduración (Choi *et al.*, 2021). El raleo de racimos es un manejo agronómico ampliamente utilizado para regular el equilibrio fuente-sumidero, el cual se implementa principalmente buscando mejorar aspectos cualitativos de las bayas, a través de una mayor síntesis de metabolitos secundarios (Alem *et al.*, 2019; Choi *et al.*, 2021).

A continuación, se revisarán los resultados de las variables peso de 10 bayas, largo y diámetro de bayas, variables generales (sólidos solubles, pH y acidez total) y componente aromática en las tres variedades estudiadas.

Peso, largo y diámetro de bayas

Para las variables peso de 10 bayas, largo y diámetro de bayas se obtuvieron resultados similares en las tres variedades evaluadas en esta investigación, en donde se pudo apreciar que en todos los casos fue el tratamiento control (T0) el cual presentó una mayor media a cosecha. Dichos resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas con los otros dos tratamientos para el peso de 10 bayas (Cuadros 2, 3 y 4), largo de bayas (Cuadros 5, 7 y 9) y diámetro de bayas (Cuadros 6, 8 y 10).

Tal como se mencionó, los tratamientos T1 y T2 no tuvieron efectos significativos respecto a T0, siendo este último el cual obtuvo las mayores medias para las variables antes descritas. Lo anterior puede haber estado ligado al momento en que se implementaron los tratamientos, ya que según Osborne *et al.* (2008) la efectividad de este tipo de tratamiento va disminuyendo cuando su aplicación se retrasa. Por su parte, en el estudio realizado por Xi *et al.* (2020) se observó que, ante tratamientos de reducción de carga en conjunto a manejos de anillado, el peso de bayas no mostró diferencias significativas para ninguno de los casos en las etapas de maduración. Estos resultados fueron similares a los obtenidos en estudios previos de Koshita *et al.* (2011) y de Xi *et al.* (2020), en donde tampoco se evidenciaron respuestas del peso de bayas ante manejos de raleos de racimos.

Lo anterior difiere con los resultados obtenidos por El-Razek *et al.* (2010), en donde se evaluó el efecto del raleo de bayas en conjunto a la remoción de hojas. En este aspecto estos autores demostraron que la reducción de la carga frutal efectuada inmediatamente una vez ocurrido el envero sí tenía efectos en las bayas, aumentando el tamaño y el peso de las uvas para la variedad Crimson Seedles, contrario a lo observado en este estudio.

También se presentaron diferencias a lo descrito en una investigación llevada a cabo por Choi *et al.* (2021) en donde se evaluó el raleo de bayas efectuado en post floración, en proporciones de 30% y 50%. En este caso se comprobó que el tamaño de las bayas sí respondió de forma significativa a los tratamientos implementados, logrando mayores calibres en los casos que se efectuó la reducción de carga. Lo anterior podría estar ligado al momento en el que se efectuaron ambos tratamientos, el cual fue anterior en el tiempo respecto al realizado en este estudio.

Variables químicas generales

Sólidos solubles

Al momento de evaluar la concentración de sólidos solubles se pudo apreciar que tanto para la variedad Crimson Seedles como para Timco™ los tratamientos de reducción de carga mostraron una acumulación de azúcares significativamente mayor al tratamiento control. Específicamente en el caso de la variedad Timco™, tanto T1 como T2 mostraron en promedio mayores contenidos azúcares respecto a T0. Por su parte, para la variedad Crimson Seedles solamente el tratamiento T2 mostró una media significativamente mayor al tratamiento control (Cuadros 11 y 14).

Respecto a esta variable según lo visto en el estudio de Xi *et al.* (2020) en donde se evaluó la respuesta de la uva de la variedad 'Jumeigui' ante los manejos de raleo de racimos y anillado se obtuvo que ambos tratamientos, y en especial el raleo de racimos aumentaron los sólidos solubles totales (SST) en comparación al tratamiento control, representando al momento de la madurez un aumento del 12,7% del contenido SST.

Por su parte, en otra investigación llevada a cabo por Choi *et al.* (2021) en donde se evaluó el raleo de bayas en proporciones de 30% y 50%, se pudo apreciar que estos manejos tuvieron efectos significativos para la cantidad de SST, específicamente, aumentando la concentración de SST en ambos casos, siendo el tratamiento de reducción de carga de un 50% el que mostró mayores tasas de aumento. Lo anterior corroboraría la respuesta que tuvieron los tratamientos de reducción de la carga frutal respecto al aumento de los SST.

Acidez total y pH

Al igual que para lo observado en la variable sólidos solubles, en el caso de la variable acidez total se pudo apreciar diferencias significativas entre los tratamientos que se presentaron solo en las variedades Timco™ y Crimson Seedles. En el caso de la variedad Timco™ fue el tratamiento T2 que representaba un 50% de la reducción de la carga frutal el que mostró una media menor de esta variable a cosecha, la cual fue estadísticamente significativa. A su vez, dentro de lo observado para la variedad Crimson Seedles, se apreció que el tratamiento T1 que correspondía a un 25% de la reducción de la carga, mostró los valores más bajos de acidez total a cosecha, los cuales también tuvieron significancia.

Por su parte, similar a los casos observados en los resultados de acidez total fue lo presentado por la variable pH, en relación a que solo las variedades Timco™ y Crimson Seedles respondieron de forma significativa a la intervención de los tratamientos de reducción de carga frutal. En este contexto, la variedad Timco™ mostró mayor afinidad con la el tratamiento T1, el cual fue significativamente diferente al tratamiento control, mostrando el valor menor de pH. Por otro lado, para el caso de la variedad Crimson Seedles ambos tratamientos de reducción de carga frutal mostraron diferencias significativas con el tratamiento de control, obteniendo medias más altas que T0.

Lo anterior coincide con los resultados descritos por Xi *et al.* (2020) en donde tratamientos que involucraron reducción de carga en uvas de la variedad 'Jumeigui' a través de raleo mostraron una disminución significativa de la acidez total y un aumento del pH al momento de la madurez comercial respecto al tratamiento control que no involucraba ningún tipo de intervención.

Similar fue lo observado en la investigación de Choi *et al.* (2021) en donde los tratamientos implementados estuvieron asociados a raleos de bayas en un 30% y 50% en uvas de la variedad Shine Muscat. Ambos tratamientos mostraron una disminución de la acidez total, y, por consiguiente, aumentos en los valores de pH, lo cual se presentó en mayor proporción para el manejo de raleo de bayas equivalente a un 50% de la carga frutal.

Lo antes descrito tanto para acidez total como para pH difiere a lo observado en el estudio realizado por Romo (2017), en donde se evaluaron 4 tratamientos de raleo distintos (nulo, ligero, medio y severo) en la variedad Crimson Seedles. En este caso no se apreciaron diferencias significativas al momento de evaluar las variables pH y acidez total, lo cual coincide solo con los resultados obtenidos en la variedad Sweet Celebration™ dentro de este trabajo investigativo. Esto puede hacer inferir que las variedades responden de forma distinta ante los manejos de reducción de la carga frutal.

Similar a lo anteriormente expuesto fueron los resultados que obtuvieron Basile *et al.* (2018) en su estudio sobre la variedad Sugrathirteen®, la cual es una variedad negra. Dichos autores evaluaron tratamientos de raleo solos y en conjunto a manejos de anillado. Sus resultados mostraron que para el caso de los tratamientos que solo poseían una disminución de la carga frutal, no se presentaban diferencias significativas en las variables sólidos solubles, acidez total y pH. Sin embargo, cuando el tratamiento de raleo se acompañaba con un manejo de anillado si se obtenían diferencias significativas en las variables antes mencionadas, sobre todo la concentración de sólidos solubles, la cual se afectaba positivamente.

Composición aromática

Al momento de analizar los resultados de la componente aromática, se pudo apreciar en primera instancia que los compuestos identificados y sus respectivas concentraciones, variaron dependiendo de la variedad estudiada. Tal como relatan los estudios de Liu *et al.* (2017) y Koundouras (2018), entre los elementos que pueden interferir en la composición aromática de las bayas destacan los elementos ambientales, tipos de manejos e incluso, características propias de cada variedad.

Se logró caracterizar la componente aromática en las tres variedades estudiadas, en donde la variedad Sweet Celebration™ fue la que presentó un mayor número de compuestos (30), seguido por la variedad Timco™ en la cual de lograron identificar 21 compuestos y en último lugar se posicionó la variedad Crimson Seedles con 19 compuestos identificados (Cuadros 20, 21 y 22). En relación a esto, la cantidad de compuestos aromáticos identificados en las variedades Crimson Seedles y Timco™ es menor a los encontrados por ejemplo en el estudio efectuado por de Maoz *et al.* (2017), en donde se lograron identificar 43 compuestos volátiles

o a lo descrito en la investigación de Úbeda *et al.* (2020), en donde se lograron identificar 41 compuestos totales para las variedades Crimson Seedles y Timco™.

En este contexto, las familias que expresaron mayores concentraciones fueron los aldehídos y los alcoholes, ambas pertenecientes al grupo de moléculas del tipo C₆ derivados de los ácidos grasos insaturados linoleico y linolénico (Wu *et al.*, 2016; Úbeda *et al.*, 2020). Estos compuestos están asociados principalmente a caracteres aromáticos a hojas verdes y, además, han sido descritos como los compuestos más activos en bayas de uva de mesa, contribuyendo de forma significativa al aroma percibido en esta fruta (Wu *et al.*, 2016).

A continuación, se presentan los principales resultados que mostraron diferencias estadísticamente significativas en las tres variedades estudiadas.

Alcoholes

Respecto a la familia de los alcoholes, los cuales están asociados a la producción de caracteres aromáticos de hojas verdes (Wu *et al.*, 2016) se pudo observar que fueron la segunda familia de compuestos más abundantes para las tres variedades estudiadas, siendo en la variedad Crimson Seedles donde mostraron una mayor abundancia, equivalente al 19,9% del total de compuestos identificados (Figura 3). Sin embargo, para ninguna de las tres variedades existieron diferencias significativas en respuesta a los tratamientos implementados.

Al momento de analizar el comportamiento de cada compuesto, y, dejando de lado al etanol, el cual se relaciona con el avance natural de la maduración de la fruta y la sobre maduración (Úbeda *et al.*, 2020), se pudo apreciar que el alcohol que presentó una mayor abundancia en las 3 variedades fue el 1-hexanol. Asimismo, se pudieron encontrar diferencias significativas en los compuestos 1-butanol, 3-metil- en la variedad Timco™ y el 3-hexen-1-ol, (Z)- en la variedad Sweet Celebration™. Ambos compuestos mostraron abundancias significativamente mayores en comparación al tratamiento control T0 (Cuadros 20 y 22)

Lo anterior coincide con lo descrito en la investigación de por Choi *et al.* (2021) en donde fueron cuatro los alcoholes que predominaron en la composición de esta familia, entre los cuales se encontraron el (E)-2-hexen-1-ol, (E)-3-hexen-1-ol, (Z)-3-hexen-1-ol y 1-hexanol. Tres de los cuatro compuestos antes mencionados coincidieron con los compuestos de mayores concentraciones identificados para las tres variedades estudiadas en esta investigación (Cuadros 20, 21 y 22).

Por su parte, en el estudio realizado por Xi *et al.* (2020) se pudo apreciar que la reducción de la carga frutal a través del raleo de racimos tuvo efectos sobre los alcoholes, específicamente sobre el compuesto 1-octen-3-ol mostró una mayor tasa de concentración en respuesta al tratamiento del raleo, la cual fue significativamente mayor al tratamiento control. Esta evidencia, en conjunto con lo que se pudo observar en el presente estudio, indicaría que una reducción de la carga frutal promovería el aumento de las concentraciones de algunos compuestos aromáticos de la familia de los alcoholes en las variedades Timco™ y Sweet Celebration™.

Aldehídos

En relación a la familia de los aldehídos, estos compuestos fueron los que presentaron una mayor abundancia porcentualmente hablando, con mayores áreas relativas para las tres variedades estudiadas al momento de la cosecha. Es así, que para la variedad Crimson Seedles, por ejemplo, esta familia representó un 67,2% del total de compuestos identificados. En tanto para las variedades Timco™ y Sweet Celebration™, los aldehídos obtuvieron áreas relativas equivalentes al 60,1% y 57,2% del total de compuestos diferenciados, respectivamente.

Tanto para Crimson Seedles como para Sweet Celebration™, los compuestos de la familia de los aldehídos que presentaron una mayor abundancia fueron el hexanal y el 2-hexenal, (E). En este contexto, para el caso de Crimson Seedles se pudo observar que el tratamiento T1, que representaba una remoción de racimos enteros en una proporción de un 25%, mostró la abundancia más alta del compuesto hexanal, lo cual evidenció una diferencia estadísticamente significativa respecto al tratamiento T2 (Cuadro 21). Sin embargo, esta diferencia no se apreció ante el tratamiento control, por lo cual, se podría inferir que para esta familia de compuestos aromáticos no sería beneficioso un manejo que reduzca la carga frutal, sobre todo en una proporción alta similar a lo efectuado con el tratamiento T2.

Lo anterior es contrario a lo descrito en un estudio realizado por (Xi *et al.*, 2020), en donde los autores evaluaron entre otros aspectos, la respuesta que tuvo la componente aromática de bayas de uva de mesa de la variedad “Jumeigui” ante manejos agronómicos como el anillado o el raleo de racimos. En dicha investigación, al evaluar los compuestos aromáticamente activos (OAV>1) que se presentaron con una mayor concentración al momento de la cosecha, se pudieron identificar entre otros, el hexanal, (Z) -3-hexenal, (E) -2-hexenal y (E) -2-hexenol, siendo el primero el compuesto más abundante y activo que se acumuló en niveles más altos en ambos tipos de manejo respecto a un control que no presentaba ninguna intervención.

Asimismo, algo similar se apreció en la investigación de Choi *et al.* (2021) que evaluó entre otros tratamientos, la respuesta ante la reducción de carga a través de la eliminación de bayas en proporciones de un 30% y un 50%. Se logró estimar que para el grupo químico de los aldehídos los tres compuestos más abundantes y con actividad odorante fueron el (Z) -3-hexenal, (E) -2-hexenal y hexanal. En este aspecto, fue el tratamiento que representaba una remoción de bayas en una proporción de un 50% el cual mostró mayores concentraciones de los compuestos de dicha familia, principalmente del hexanal.

Todo lo anterior sugeriría que para a familia de los aldehídos, la reducción de la carga frutal puede tener distintos efectos, ya sea, aumentando las concentraciones de estos compuestos en algunos casos, como también reduciéndolas en otros. Esto se explica ya que las variedades involucradas en los distintos estudios son diferentes, por lo cual se infiere que el factor varietal tiene una gran importancia en la respuesta de la expresión aromática de los aldehídos.

Terpenos

Por su parte, la familia de los terpenos está asociada a compuestos ligados a aromas florales y afrutados (Choi *et al.*, 2020). En este contexto, esta familia de compuestos presentó mayor abundancia en la variedad Sweet Celebration™, representando un 11,7% del total de compuestos identificados. Por su parte, para las variedades Timco™ y Crimson Seedles los terpenos solo representaron un 0,5% y un 0,1%, respectivamente.

Dentro de la variedad Sweet Celebration™ se pudo apreciar que el tratamiento T2 que representaba la reducción de la carga frutal en una proporción de un 50%, mostró una abundancia significativamente mayor al tratamiento control (Figura 4). Inclusive, la mayoría de los compuestos de esta familia mostraron aumentos en sus concentraciones ante la reducción de la carga frutal tanto para T1 como para T2, al momento de lograr la madurez comercial. Lo anterior sugeriría, por ejemplo, que una reducción de la carga frutal en una proporción alta equivalente a un 50% de la fruta, aumentaría la concentración de esta familia de compuestos aromáticos.

En este aspecto, dentro de los distintos compuestos identificados para la variedad Sweet Celebration™, el D-limoneno y geraniol mostraron aumentos significativos ante la reducción de la carga frutal. El D-limoneno mostró una respuesta positiva ante el tratamiento T1, mientras que el compuesto geraniol, el cual representó cerca del 80% de la abundancia dentro de los terpenos, mostró aumentos significativos para ambos tratamientos de reducción de carga implementados respecto al tratamiento control (Cuadro 22). Este último compuesto está asociado dentro de los principales compuestos aromáticos relacionados a la uva moscatel (Ruiz-García *et al.*, 2014).

Lo anterior se asemeja lo descrito en el estudio de Kok (2011), donde se evaluó el efecto del raleo de racimos pre y post envero sobre la composición de las bayas y los niveles de monoterpenos uva de la variedad Sauvignon Blanc. En dicha investigación se obtuvieron aumentos significativos en los contenidos de los terpenos, específicamente en el manejo de caga implementado una semana antes del envero. Esto indicaría que para dicha familia de compuestos aromáticos no solo es importante la proporción en la cual se efectúe el ajuste de carga, sino también, el momento en el que se realice dicho manejo.

En relación a lo previamente expuesto, en un estudio realizado por Xi *et al.* (2020) en donde se evaluó la respuesta de la componente aromática ante manejos como el anillado y el raleo de racimos, se pudo apreciar que la familia de los terpenos mostró diferencias estadísticamente significativas en la maduración, respecto a los tratamientos implementados. Específicamente, el compuesto linalol fue el terpeno que respondió de mayor forma a un tratamiento que involucró una reducción de carga en combinación a un manejo de anillado.

La respuesta ante el tratamiento antes mencionado involucró un aumento porcentual equivalente a un 37,4% del compuesto, mientras que un tratamiento en el cual solo se efectuó reducción de carga frutal en una proporción de 50% se observó un aumento de un 28,6%. Otros compuestos que mostraron un aumento significativo fueron el D-limoneno, el geraniol

y el óxido de cis-linalol, de los cuales los 2 primeros también mostraron aumentos significativos en la presente investigación para la variedad Sweet Celebration™.

Por su parte, en la investigación efectuada por Úbeda *et al.* (2020) para el caso de algunas variedades de uva de mesa de coloración roja estudiadas, entre ellas Timco™, coincidió que el terpeno con mayor expresión fue el geraniol, seguido por el limoneno. Lo anterior se asemeja a lo observado en la variedad Sweet Celebration™ de este estudio, donde el geraniol fue el compuesto aromático de la familia de los terpenos que presentó una mayor abundancia al momento de la madurez comercial y que por ende con fines cuantitativos fue el más relevante, el cual respondió mostrando concentraciones más altas ante ambos tratamientos de reducción de carga frutal respecto al control.

CONCLUSIONES

Para las condiciones experimentales del presente trabajo es posible concluir que:

Se logró cumplir el objetivo planteado, pudiendo caracterizar la composición aromática de las bayas de uva de mesa de las variedades estudiadas, en donde se pudo observar que dichas variedades presentaban distintas cantidades de compuestos volátiles identificados. Fue la variedad Sweet Celebration™ la que mostró una mayor cantidad de compuestos identificados.

Por su parte, las variedades respondieron de forma distinta ante los manejos de reducción de la carga frutal ensayados. Se pudo observar que la variedad Sweet Celebration™ fue la que mostró una mayor respuesta a la implementación de los tratamientos de reducción de carga frutal, principalmente revelando aumentos en las abundancias por parte de algunas familias de compuestos aromáticos estudiados, como también en la expresión individual de dichos compuestos.

Se cumple parcialmente la hipótesis ya que un ajuste de carga que aumente la relación fuente/sumidero, incrementa la componente aromática en bayas de variedades rojas de uva de mesa, pero no en todas las familias de compuestos volátiles, ni en todos los compuestos estudiados de forma individual, por lo cual, es necesario determinar la importancia y el rol que juega cada familia de compuestos aromáticos en la expresión aromática de las distintas variedades estudiadas.

LITERATURA CITADA

- Alem, H., P. Rigou, R. Schneider, H. Ojeda, and L. Torregrosa. 2019. Impact of agronomic practices on grape aroma composition: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(3), 975-985.
- Aliquó, G., A. Catania, y G. Aguado. 2010. La poda de la vid. Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Lujan de Cuyo, Argentina. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Gustavo-Aliquo/publication/335636085_LA_PODA_DE_LA_VID/links/5d724cac299bf1cb808add32/LA-PODA-DE-LA-VID.pdf
- Almanza, P. 2005. El follaje y su función en la calidad de la producción vitícola. *Revista Cultura científica*, (3), 25-29.
- Aragüez, I., and V. Valpuesta Fernández. 2013. Metabolic engineering of aroma components in fruits. *Biotechnology journal*, 8(10), 1144-1158.
- ASOEX. 2021. Temporada 2020-2021: Más de 536 toneladas de uvas de mesa exportó Chile al mundo. Asociación de Exportadores de Frutas de Chile (ASOEX), Santiago, Chile. Disponible en <https://www.asoex.cl/component/content/article/25-noticias/972-temporada-2020-2021-mas-de-536-toneladas-de-uvas-de-mesa-exporto-chile-al-mundo.html> (Consultado en noviembre de 2023)
- ASOEX. 2022. Anuario Uva de Mesa 2022: “Pese a la contingencia, exportaciones de uva de mesa chilenas tuvieron un 12% de aumento respecto al ejercicio anterior”. Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G. (ASOEX), Santiago, Chile. Disponible en <https://www.asoex.cl/component/content/article/25-noticias/1152-anuario-uva-de-mesa-2022-pese-a-la-contingencia-exportaciones-de-uvas-de-mesa-chilenas-tuvieron-un-12-de-aumento-respecto-al-ejercicio-anterior.html> (Consultado en noviembre de 2023).
- Basile, T., V. Alba, G. Gentilesco, M. Savino, and L. Tarricone. 2018. Anthocyanins pattern variation in relation to thinning and girdling in commercial Sugrathirteen® table grape. *Scientia horticulturae*, 227, 202-206.
- Bordeu, E., y J. Scarpa. 1998. Análisis químico del vino. Santiago, Chile. Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Bubola, M., D. Persuric, and K. Ganic. 2011. Impact of cluster thinning on productive characteristics and wine phenolic composition of cv. Merlot. *Journal of food agriculture & environment*, 9(1), 36-39.
- Callejas, R., M. Benavente, B. Toro, y C. Peppi. 2013. Adaptación de la poda y ajuste de carga para maximizar los rendimientos de uva de mesa. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 45(2), 129-139.

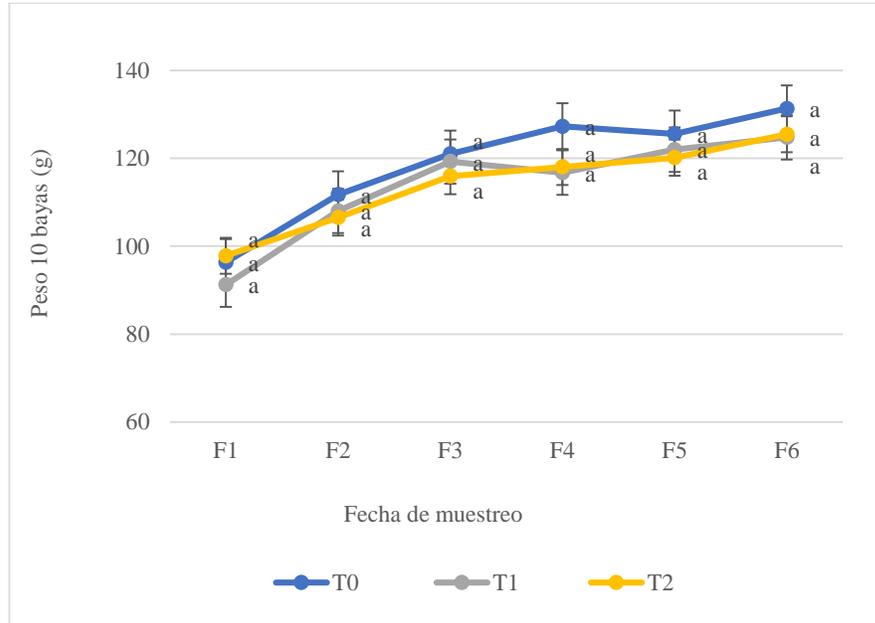
- Choi, O., H. Lee, J. Park, D. Im, Y. Hur, and J. Kim. 2020. Changes in biochemical and volatile flavor compounds of Shine Muscat at different ripening stages. *Applied Sciences*, 10(16), 5661.
- Choi, O., D. Im, J. Park, H. Lee, J. Kim, and Y. Hur. 2021. Effects of berry thinning on the physicochemical, aromatic, and sensory properties of Shine Muscat grapes. *Horticulturae*, 7(11), 487.
- El-Razek, A. 2010. Effect of defoliation and fruit thinning on fruit quality of Crimson Seedless' grape. *Res. J. Agriculture and Biological Sciences*, 6, 289-295.
- Ghaste, M., L. Narduzzi, S. Carlin, U. Vrhovsek, V. Shulaev, and F. Mattivi. 2015. Chemical composition of volatile aroma metabolites and their glycosylated precursors that can uniquely differentiate individual grape cultivars. *Food Chemistry*, 188, 309-319.
- González-Barreiro, C., R. Rial-Otero, B. Cancho-Grande, and J. Simal-Gándara. 2015. Wine aroma compounds in grapes: A critical review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(2), 202-218.
- González-García, L. D. C., Báez-Sañudo, R., Mercado-Ruiz, J. N., y García-Robles, J. M. 2020. Prácticas para el desarrollo del color en uvas de mesa de variedades coloridas: una revisión. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 21(2).
- Ji, H., L. Wang, D. Wang, B. Shi, P. Liu, Z. Liu, and B. Wang. 2019. Effects of different color paper bags on aroma development of Kyoho grape berries. *Journal of integrative agriculture*, 18(1), 70-82.
- Kok, D. 2011. Influences of pre-and post-veraison cluster thinning treatments on grape composition variables and monoterpene levels of *Vitis vinifera* L. cv. Sauvignon Blanc. *J Food Agric Environ*, 9(1), 22-26.
- Koshita, Y., T. Yamane, H. Yakushiji, A. Azuma, and N. Mitani, 2011. Regulation of skin color in 'Aki Queen' grapes: Interactive effects of temperature, girdling, and leaf shading treatments on coloration and total soluble solids. *Scientia Horticulturae*, 129(1), 98-101.
- Koundouras, S. 2018. Environmental and viticultural effects on grape composition and wine sensory properties. *Elements: An International Magazine of Mineralogy, Geochemistry, and Petrology*, 14(3), 173-178.
- Liu, J., X.L. Zhu, N. Ullah, and Y.S. Tao. 2017. Aroma glycosides in grapes and wine. *Journal of food science*, 82(2), 248-259.
- Maoz, I., T. Kaplunov, D. Beno-Muaalem, E. Lewinsohn, and A. Lichter. 2017. Variability in volatile composition of Crimson Seedless (*Vitis vinifera*) in association with maturity at harvest. *American Journal of Enology and Viticulture* 69:125-132.
- Matus, M., J. Rodríguez, y M. Ocvirk. 2006. Raleo de racimos en *Vitis vinifera* cv. Malbec. Efecto sobre los componentes del rendimiento y la composición polifenólica de las bayas. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 38(1), 105-112.

- Muñoz, R., J. Pérez, P. Pszczolkowski, y E. Bordeu. 2002. Influencia del nivel de carga y microclima sobre la composición y calidad de bayas, mosto y vino de Cabernet-Sauvignon. *Cien. Inv. Agr.* 29(2), 115-125.
- Osborne, J. L., and T. Robinson. 2008. Chemical peach thinning: understanding the relationship between crop load and crop value. *New York Fruit Quarterly*, 16(4), 19-23.
- Pastore, C., S. Zenoni, M. Fasoli, M. Pezzotti, G. Tornielli, and I. Filippetti. 2013. Selective defoliation affects plant growth, fruit transcriptional ripening program and flavonoid metabolism in grapevine. *BMC Plant Biol* 13, (30):1-16.
- Rodríguez, F., A. Vigil, L. Reginato, R. Urvieta, y F. Buscema. 2011. Efecto del nivel de raleo de racimos en la concentración polifenólica en vino malbec. *Revista de enología*, (125): - 1.
- Romo, E. 2017. Técnicas sostenibles para la mejora del color en uva de mesa 'Crimson Seedless' cultivada bajo malla. Almería, España. Disponible en https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/6677/17142_-Romo%20Calder%C3%B3n,%20Enrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Consultado en enero de 2024).
- Ruiz-García, L., P. Hellín, P. Flores, and J. Fenoll. 2014. Prediction of Muscat aroma in table grape by analysis of rose oxide. *Food Chemistry*, 154, 151-157.
- SimFRUIT. 2023. Temporada de uva de mesa chilena 2022-2023: Industria inicia nueva etapa, sus nuevas variedades llegaron al 55% de sus exportaciones y proyectan llegar a 70% en menos de 3 años. Santiago, Chile. Disponible en: <https://www.simfruit.cl/temporada-de-uva-de-mesa-chilena-2022-2023-industria-inicia-nueva-etapa-sus-nuevas-variedades-llegaron-al-55-de-sus-exportaciones-y-proyectan-llegar-a-70-en-menos-de-3-anos/>.(Consultado el 5 de noviembre de 2023).
- South Pacific Logistics. 2023. Perú supera a Chile como el principal exportador de uvas del hemisferio sur. Santiago, Chile. Disponible en <https://web.splogistics.com/blog/post/966/peru-supera-a-chile-como-el-principal-exportador-de-uvas-del-hemisferio-sur>. (Consultado el 5 de noviembre de 2023)
- Torres, A. 2017. Manual del cultivo de uva de mesa. N° 18. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile.
- Úbeda, C., M. Gil., L. Villalobos-González, C. Gómez, C. Pastenes, y A. Peña-Neira. 2020. Ripening and storage time effects on the aromatic profile of new table grape cultivars in Chile. *Molecules*, 25(24), 5790.
- United States Department of Agriculture. 2022. Fresh Apples, Grapes, and Pears: World Markets and Trade. Foreign Agricultural Service, 1-10.

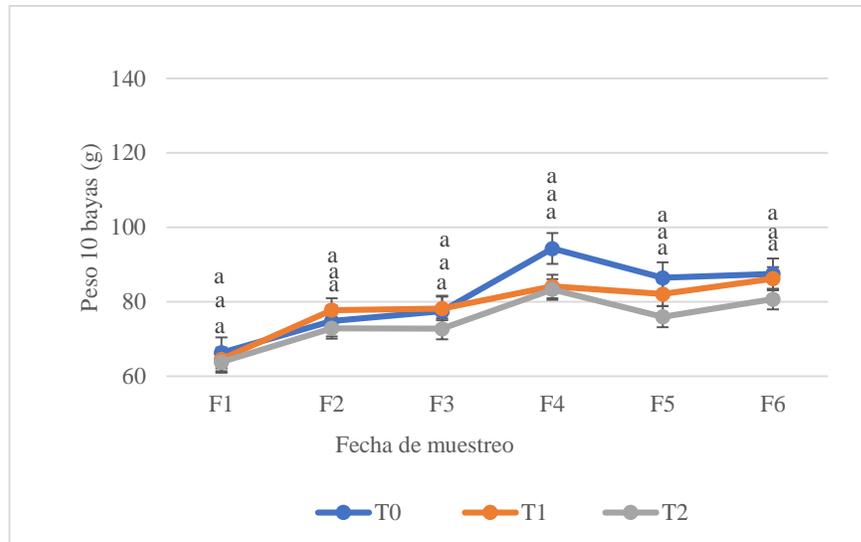
- Urzúa, G., R. Callejas, y G. Reginato. 2017. Evaluación de reguladores de crecimiento como raleadores en racimos de 'Thompson Seedless'. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 49(1), 1-14.
- Wu, Y., S. Duan, L. Zhao, Z. Gao, M. Luo, S. Song, W. Xu., C. Zhang., C. Ma and S. Wang. 2016. Aroma characterization based on aromatic series analysis in table grapes. *Scientific reports*, 6(1) -16.
- Wu, Y., W. Zhang, W. Yu, L. Zhao, S. Song, W. Xu., C. Zhang., C. Ma and S. Wang. 2019. Study on the volatile composition of table grapes of three aroma types. *Lwt*, 115, 9.
- Xi, X., Q. Zha, Y. He, Y. Tian, and A. Jiang. 2020. Influence of cluster thinning and girdling on aroma composition in 'Jumeigui' table grape. *Scientific reports*, 10(1):,1-10

ANEXOS

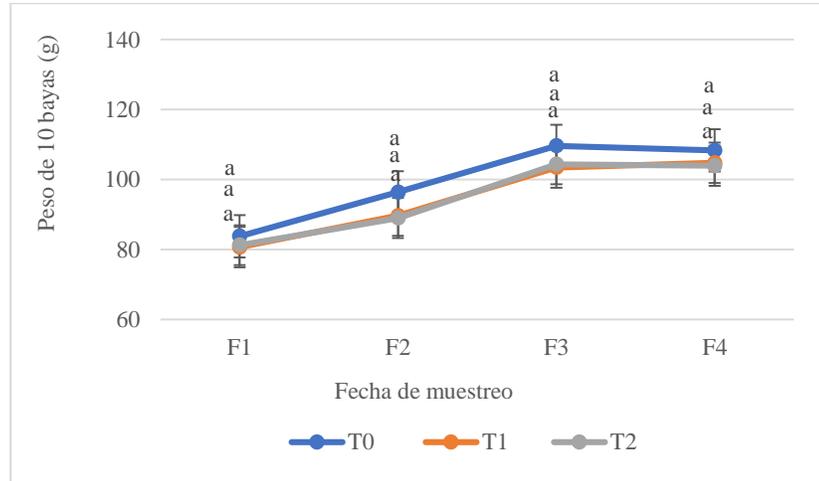
Anexo 1. Evolución del Peso de 10 bayas expresado en gramos, según fecha de muestreo var. Timco™. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher



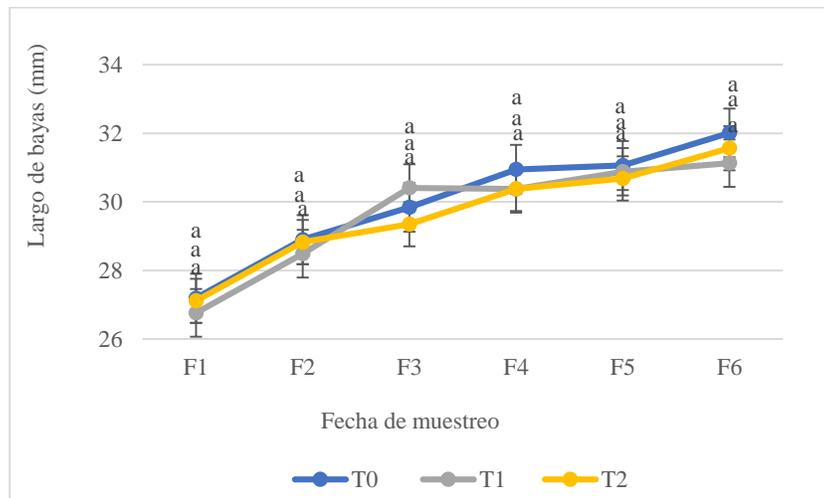
Anexo 2. Evolución del Peso de 10 bayas expresado en gramos, según fecha de muestreo var. Crimson Seedles. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.



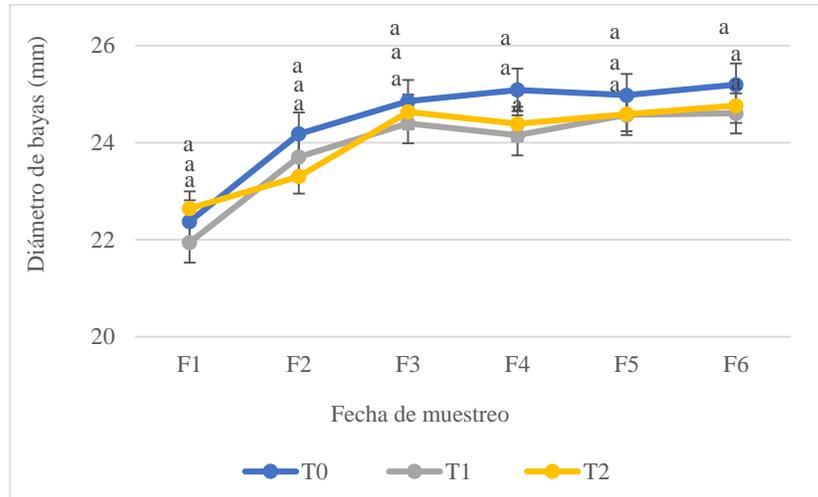
Anexo 3. Evolución del Peso de 10 bayas expresado en gramos, según fecha de muestreo var. Sweet Celebration™. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.



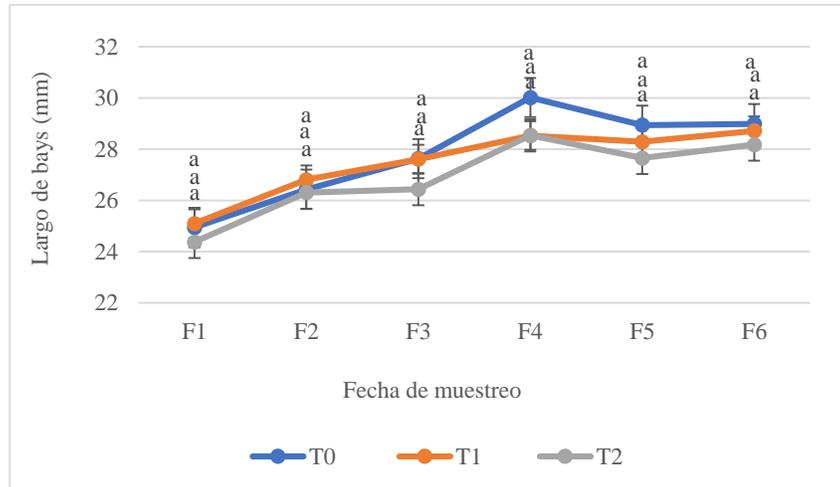
Anexo 4. Evolución del largo de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Timco™. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.



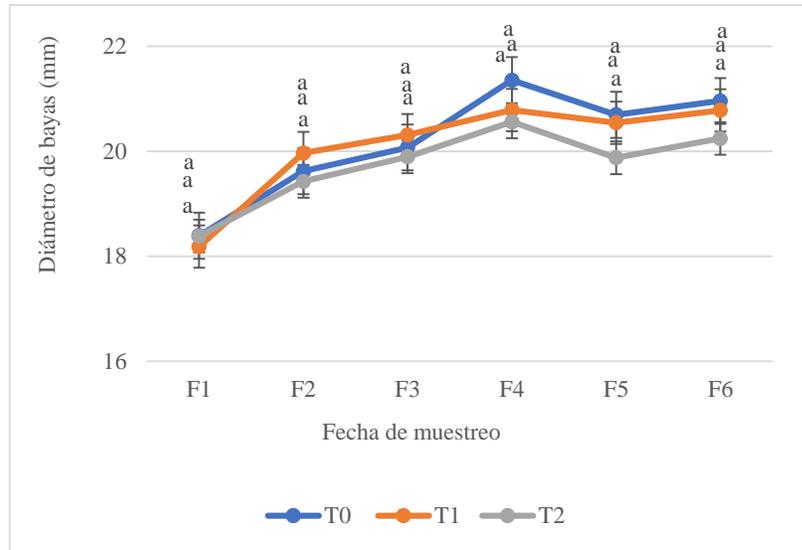
Anexo 5. Evolución del diámetro de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Timco™. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.



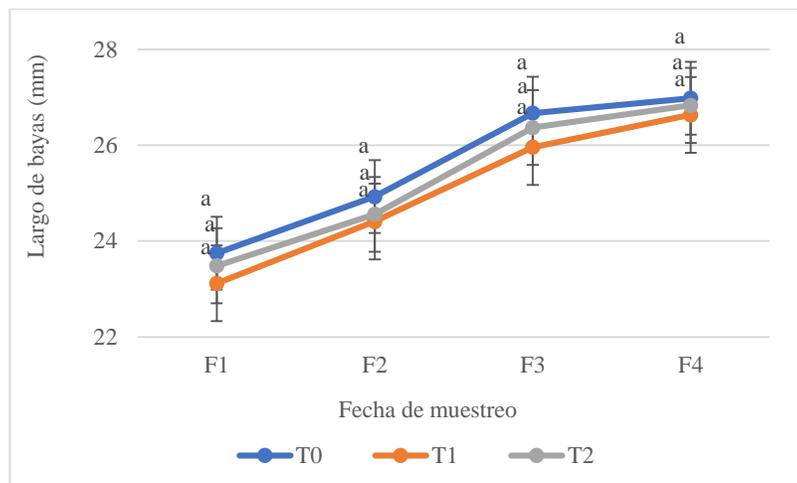
Anexo 6. Evolución del largo de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Crimson Seedles. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.



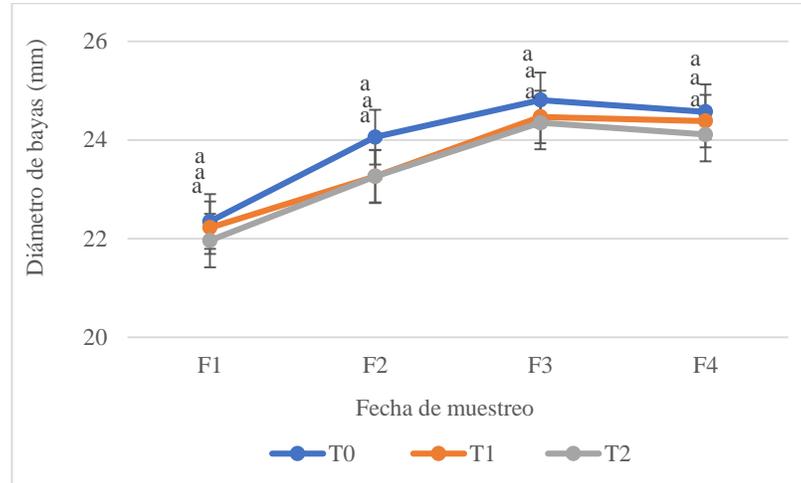
Anexo 7. Evolución del diámetro de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Crimson Seedles. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.



Anexo 8. Evolución del largo de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Sweet Celebration™. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher.



Anexo 9. Evolución del diámetro de bayas expresado en milímetros (mm), según fecha de muestreo var. Sweet Celebration™. Diferentes letras en el superíndice indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las medias de los tratamientos según LSD de Fisher



Anexo 10. Tabla de medias de variables generales por tratamiento y fecha en la variedad Timco™

Variables	Tratamiento	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Sólidos solubles (° Brix)	T0	11,80	13,00	14,20	16,00	16,50	17,70
	T1	12,20	13,90	15,10	16,30	17,30	18,70
	T2	12,10	13,90	15,40	16,50	17,80	18,50
Acidez total (g equivalentes/L de ácido tartárico)	T0	17,60	13,20	10,00	7,20	6,40	5,20
	T1	18,20	13,00	10,20	7,60	6,00	5,00
	T2	16,60	12,60	9,60	7,20	5,80	4,60
pH	T0	3,00	3,15	3,28	3,45	3,47	3,56
	T1	3,01	3,17	3,27	3,40	3,47	3,60
	T2	3,06	3,17	3,22	3,43	3,50	3,61

Anexo 11. Tabla de medias de variables generales por tratamiento y fecha en la variedad Crimson Seedles

Variables	Tratamiento	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Sólidos solubles (° Brix)	T0	12,70	13,70	14,60	16,10	16,80	17,70
	T1	12,00	13,50	14,60	16,20	16,90	18,00
	T2	12,40	13,90	15,10	16,50	17,40	18,50
Acidez total (g equivalentes/L de ácido tartárico)	T0	14,80	13,40	12,00	9,20	8,40	7,20
	T1	15,00	13,00	10,60	9,20	8,20	6,60
	T2	15,20	13,00	11,00	9,40	8,00	7,20
pH	T0	2,96	3,10	3,14	3,29	3,35	3,44
	T1	2,98	3,16	3,17	3,30	3,36	3,52
	T2	2,99	3,15	3,17	3,29	3,40	3,44

Anexo 12. Medias de variables generales por tratamiento y fecha en la variedad Sweet Celebration™

Variables	Tratamiento	F1	F2	F3	F4
Sólidos solubles (° Brix)	T0	11,80	13,40	15,40	17,30
	T1	12,00	13,40	15,20	17,30
	T2	12,20	13,90	15,50	17,60
Acidez total (g equivalentes/L de ácido tartárico)	T0	15,60	13,80	11,20	8,00
	T1	16,60	13,40	10,80	8,00
	T2	15,60	13,40	10,80	8,00
pH	T0	3,09	3,19	3,27	3,48
	T1	3,07	3,20	3,30	3,46
	T2	3,09	3,24	3,30	3,51