



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

**EFFECTO DEL USO DE COBERTURA Y BIOESTIMULANTES SOBRE LA MADUREZ Y LA CALIDAD DE FRUTOS EN CEREZO (*Prunus avium* L.) cv. LAPINS Y SANTINA.**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**WILLIAM FELIPE GUERRERO BRAVO**

**TALCA- CHILE**

**2020**

## CONSTANCIA

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



Talca, 2021

**Aprobación:**



**Profesor guía:** \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Dr. Cesar Acevedo Opazo  
Dr. c. Ciencias agronómicas; M. Sc. AgroTIC y M. Sc.  
Horticultura  
Profesor Escuela de Agronomía  
Centro de Investigación y Transferencia en Riego y  
Agroclimatología (CITRA)  
Facultad de ciencias agrarias  
Universidad de Talca



**Profesor informante:** \_\_\_\_\_

Ing. Agr. Dr. Paulo Cañete Salinas  
Dr. c. Ciencias Agrarias  
Centro de Investigación y Transferencia en Riego y  
Agroclimatología (CITRA)  
Facultad de ciencias agrarias  
Universidad de Talca

**Fecha de presentación de la defensa de la memoria: 28 de enero de 2021.**

## **AGRADECIMIENTOS**

El haber tenido la oportunidad de estudiar y realizar este estudio no hubiera sido posible sin el arduo sacrificio y apoyo de mi familia, por ende, los primeros y más importantes agradecimientos son para mi padre William Guerrero Peña, mi madre Ana Bravo Retamal y mi hermano Bairon Guerrero Bravo, siendo, a pesar de la enorme distancia mi pilar fundamental en la universidad, así como en todas mis anteriores etapas de la vida. Muchísimas gracias por su apoyo, paciencia, por los valores que me entregaron, por el tiempo, compañía y amor incondicional. Esta memoria es dedicada solo a ustedes. Los amo.

Como no nombrar a mi polola, Camila Salvatierra, quien me acompañó, me apoyo, me dio aliento y me hizo vivir momentos de extrema felicidad, por tu paciencia, comprensión, compañía y amor, muchas gracias.

Tampoco puedo dejar de agradecer a todas aquellas personas que formaron una parte importante de mi formación profesional, pasando por profesores, funcionarios universitarios y sobre todo a todas aquellas grandes amistades que se forjaron en este periodo de nuestras vidas, dentro de estos amigos los que más destacan son los míticos, Vinacho y el Vodka. Gracias por la compañía, amistad y los momentos inolvidables.

Por supuesto, no hay que olvidar a los dos enormes profesionales que me dieron la oportunidad de realizar este estudio, me guiaron y tuvieron la mejor disposición para apoyarme y regalarme algo de su importante tiempo, a pesar de su escaso tiempo libre en la recta final de este extenuante semestre. Al Dr. Cesar Acevedo y Dr. Paulo Cañete muchísimas gracias.

Por último, necesito dar las gracias a mis amigos de toda la vida que siempre estuvieron para escucharme y compartir bellos momentos.

## RESUMEN

En los últimos años Chile ha presentado un fuerte incremento en la producción y exportación de cerezas, posicionando a nuestro país como el máximo exportador mundial de este producto. Este aumento se debe principalmente a la conquista del mercado asiático, sobre todo el chino, el cual consume casi la totalidad de nuestra cereza. China es un gran consumidor debido a cuestiones propias de su cultura, las que estarían relacionadas con las características de calidad de la cereza, como el color, tamaño, forma y sabor.

Como consecuencia de un mercado muy bien consolidado y buenos retornos, los huertos han implementado el uso de nuevas tecnologías, como la cobertura plástica. Sin embargo, esta tecnología generaría condición microclimáticas que modificarían las condiciones de madurez y calidad de la fruta que estarían propiciando algunas condiciones adversas para su producción. De esta manera, surge la necesidad de incorporar productos que ayuden a mitigar los efectos negativos de esta práctica, a través de la utilización de bioestimulantes. Así, el objetivo de esta investigación consiste en evaluar el efecto de dos bioestimulantes sobre las variables de madurez y calidad de la fruta en condiciones con cubierta plástica, con el fin de mitigar sus efectos negativos.

El estudio fue realizado en el huerto “El Guindo”, perteneciente a la agrícola Cumulen, ubicado en la comuna de Pencahue, Región del Maule, durante la temporada 2019-2020. Los cultivares en estudio fueron Lapins y Santina sobre portainjerto Maxma 14. Ambos manejados en un sistema de conducción en eje central, mientras que al aire libre fueron conducidos en Y-trellis. Se evaluaron variables de madurez y calidad de la fruta (firmeza, calibre y sólidos solubles).

Los bioestimulantes estudiados fueron ReZist y BioHold, aplicados en 3 tratamientos más un testigo (T0 = control, T1 = ReZist, T2 = Bio-Hold y T3 = Mezcla). En relación a los resultados, el uso de bioestimulantes mostró diferencias significativas en calibre, no así en firmeza, y sólidos solubles. Asimismo, se observaron importantes diferencias en madurez y calidad al utilizar cobertura plástica en ambos cultivares.

Palabras claves: Cereza, Madurez, Calidad, Cubiertas plásticas, Bioestimulantes, Lapins, Santina.

## ABSTRACT

In recent years, Chile has shown a strong increase in the production and export of cherries, positioning our country as the world's leading exporter of this product. This increase is mainly due to the conquest of the Asian market, especially the Chinese, which consumes almost all of our cherries. China is a large consumer due to cultural issues, which are related to the quality characteristics of the cherry, such as color, size, shape and flavor.

As a consequence of a very well consolidated market and good returns, the orchards have implemented the use of new technologies, such as plastic mulch. However, this technology would generate microclimatic conditions that would modify the conditions of maturity and quality of the fruit that would be causing some adverse conditions for its production. In this way, the need arises to incorporate products that help mitigate the negative effects of this practice, through the use of biostimulants. Thus, the objective of this research is to evaluate the effect of two biostimulants on the variables of maturity and quality of the fruit in conditions with plastic cover, in order to mitigate their negative effects.

The study was carried out in the "El Guindo" orchard, belonging to the Cumulen farm, located in the Penciahue commune, Maule Region, during the 2019-2020 season. The cultivars under study were Lapins and Santina on Maxma 14 rootstock. Both were managed in a central axis conduction system, while in the open air they were conducted in Y-trellis. Variables of maturity and quality of the fruit (firmness, size and soluble solids) were evaluated.

The biostimulants studied were ReZist and BioHold, applied in 3 treatments plus a control (T0 = control, T1 = ReZist, T2 = Bio-Hold and T3 = Mix). In relation to the results, the use of biostimulants showed significant differences in size, but not in firmness, and soluble solids. Likewise, important differences in maturity and quality were observed when using plastic cover in both cultivars.

Keywords: Cherry, Maturity, Quality, Plastic covers, Biostimulants. Lapins, Santina.

## ÍNDICE

	Página
1 INTRODUCCIÓN .....	11
1.1 Hipótesis.....	13
1.2 Objetivo general .....	13
1.3 Objetivos específicos.....	13
2. REVISION BIBLIOGRAFICA .....	14
2.1 Importancia del cultivo del cerezo.....	14
2.1.1 Importancia comercial del cerezo.....	14
2.1.2 Aporte nutricional de las cerezas .....	15
2.2 El cultivo del Cerezo. ....	15
2.2.1 Características botánicas del cerezo .....	15
2.2.2 Características del fruto .....	16
2.2.3 Cultivar Lapins.....	16
2.2.4 Cultivar Santina.....	17
2.3 Variables de Madurez .....	17
2.3.1 Madurez.....	17
2.3.2 Color.....	17
2.3.3 Sólidos solubles .....	18
2.4 Variables de Calidad.....	18
2.4.1 Calidad.....	18
2.4.2 Firmeza de pulpa .....	19
2.4.3 Tamaño-Calibre.....	19
2.5 Cobertura plástica .....	19
2.6 Bioestimulantes.....	21
2.6.1 Bio-Hold.....	21
2.6.2 ReZist.....	22
3 MATERIALES Y METODOS.....	23
3.1 Sitio de estudio y características edafoclimáticas .....	23
3.2 Material vegetal y Diseño experimental .....	23
3.3 Aplicaciones de los tratamientos.....	26
3.4 Recolección de muestras de frutos .....	26
3.5 Mediciones .....	26
3.5.1 Mediciones de Firmeza y Calibre .....	27
3.5.2 Mediciones de Sólidos Solubles .....	27
3.6 Análisis estadístico.....	27

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
4.1 Análisis de varianza .....	28
4.1.1 ANDEVA para el uso de los bioestimulantes.....	28
4.1.2 ANDEVA para los tipos de cobertura plástica .....	30
4.1.3 ANDEVA para los cultivares.....	33
4.2 ANDEVA multifactorial.....	34
4.3 Análisis de componentes principales .....	35
5 CONCLUSIONES .....	37
6 REFERENCIAS.....	38

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1	Condiciones de cultivar, portainjerto y cobertura plástica para cada uno de los ensayos.	.....	24
Cuadro 3.2	Fechas de aplicación de los tratamientos para ambos cultivares con y sin cobertura plástica. Todas las fechas de aplicación corresponden al año 2019.	.....	26
Cuadro 4.1.1	Análisis de varianza para las variables de madurez y calidad de fruto; firmeza ( $\text{Kg cm}^{-2}$ ), calibre (mm) y sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) medidos a cosecha. Diferencias estadísticas entre el tipo de tratamiento para cada una de las variables bajo cada variedad con o sin cubierta. Temporada 2019-2020	.....	28
Cuadro 4.1.2	Análisis estadístico para para las variables de madurez y calidad de fruto; firmeza ( $\text{Kg cm}^{-2}$ ), calibre (mm) y sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) medidos a cosecha. Diferencias estadísticas entre el tipo de cobertura para cada una de los cultivares. Temporada 2019-2020.	.....	30
Cuadro 4.1.3	Análisis estadístico para las variables de madurez y calidad de fruto; firmeza ( $\text{Kg cm}^{-2}$ ), calibre (mm) y sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) medidos a cosecha. Diferencias estadísticas entre los cultivares para cada una de las condiciones de manejo de cubierta plástica. Temporada 2019-2020.	.....	33
Cuadro 4.2	Análisis estadístico multifactorial para las variables de madurez y calidad de fruto; firmeza ( $\text{Kg cm}^{-2}$ ), calibre (mm) y sólidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ). Diferencias estadísticas entre los factores de tipo de cubierta plástica y cultivares. Temporada 2019-2020.	.....	35

## INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1	Mapa de la ubicación y límites del huerto (con delimitación roja) El Guindo. En la imagen con aumento se observan los cuatro sitios de muestreo del estudio, el cuadrado azul corresponde al cultivar Santina con cobertor, El cuadrado amarillo corresponde al cultivar Lapins con cobertor, El cuadrado azul si relleno corresponde al cultivar Santina sin cobertura plástica y el cuadrado amarillo sin relleno corresponde al cultivar Lapins sin cobertura plástica.	.....	25
Figura 3.2	Diseño experimental el estudio, completamente al azar (DCA), este diseño experimental se repite para cada una de las condiciones.	.....	25
Figura 4.1	Análisis de componentes principales (ACP), a la izquierda se analizan las variables firmeza, calibre y sólidos solubles. A la derecha se observan todos los tratamientos con sus tipos de cubierta y cultivares, en ambos casos se consideran los datos obtenidos a momento de cosecha, temporada 2019/2020.	.....	36

## 1 INTRODUCCIÓN

El cultivo del cerezo dulce (*Prunus avium* L.) es uno de los frutales de clima templado de mayor aceptación a nivel mundial (Tapia, 2018), y una de las principales especies frutales en Chile, ocupando una superficie de 38.390 ha en 2019, esta gran superficie plantada es debido principalmente al elevado retorno económico que presenta este rubro (ODEPA, 2018; ODEPA, 2019). La cereza chilena en el mercado internacional se encuentra en una buena posición con un alto precio, ya que es una fruta apreciada por el consumidor y con una demanda que supera con creces la oferta (Soto, 2017). Esta demanda es mayoritariamente del lejano oriente, principalmente por razones culturales.

Las plantaciones nacionales crecen a tasas del 10 al 12% anual (Tapia, 2017). El aumento registrado cada año se debe a que la demanda del mercado asiático es cada vez mayor. El principal destino de las exportaciones chilenas es China con un 88% del volumen de las exportaciones (ASOEX, 2019). Esta continua demanda se debe al crecimiento económico, mejor nivel de vida y desarrollo turístico en China, Hong Kong y Macao que favorece la importación de productos que no son de primera necesidad. Los consumidores chinos disfrutan del consumo de cerezas durante el año Nuevo Chino, siendo este el periodo de cosecha en Chile (Prochile, 2017). El masivo consumo de las cerezas en China no radica tan solo en su apetecido sabor, sino por particularidades propias del fruto que están asociadas a su cultura, el color rojo está asociado con la prosperidad y la fortuna, y la forma redondeada está relacionada con la perfección, es por este motivo que las cerezas son utilizadas ampliamente como un obsequio y como un elemento importante en las cenas familiares (Prochile, 2017). China es un país que está enfocado a la calidad y dentro de los componentes de calidad destacan el calibre y el color por cuestiones culturales, y la firmeza que representa una fruta más crocante y durable.

La superficie mundial de cerezas se estima en 500.000 ha; entre los países con mayor superficie destacan China, Turquía, EE. UU., Italia, Irán, España y Chile, siendo mayoritariamente países del hemisferio norte. En el caso de Chile, domina el mercado en contraestación con más del 90% de la oferta exportadora, siendo el principal país exportador de fruta fresca del hemisferio sur (Aliaga, 2017). Además, los mayores exportadores de cerezas en el mundo son Estados Unidos y Chile con 29% y 27% de las exportaciones mundiales (Soto, 2017). Una ventaja importante de Chile es la contraestación, la que permite obtener un mejor precio en la fruta fresca.

Con respecto a los huertos de cerezas en nuestro país, estos han ido evolucionando con los años. En 2014 la variedad Bing mantenía la mayor superficie plantada en Chile, sin embargo, las principales variedades producidas entre 2010 y 2014 fueron Lapins, con 28,6 % y Santina con 26,3%, mientras que la variedad Bing representaba solo el 8% (Muñoz, 2015a). La disminución de superficie plantada de Bing se vio reflejada en los catastros frutícolas del Maule y O'Higgins de 2018 y 2019 respectivamente, en donde se observa que Lapins lidera considerablemente la

superficie plantada, luego viene Bing seguida muy de cerca por Santina (CIREN, 2018, 2019). El constante declive de los últimos años que ha sufrido Bing se debe principalmente a su irregularidad en la producción y la sensibilidad a la partidura por efecto de la lluvia, dando paso a otras variedades como Santina y Lapins (Rodríguez, 2019). Estas variedades tienen la gran ventaja de producir fruta de buena calidad y con un elevado rendimiento. Santina y Lapins poseen fruta de buen calibre, buen sabor y buena firmeza. En particular, Santina es una variedad de cosecha temprana, recolectada habitualmente durante la segunda semana de noviembre, siendo bastante precoz. Mientras que Lapins es de cosecha de media estación, entre la segunda y tercera semana de diciembre (PDT cerezos, 2010). Por sus buenas características en la actualidad Santina y Lapins, junto con Regina corresponden a las principales variedades demandadas a los viveros, que en su conjunto representan cerca del 40% del volumen total de venta (Aliaga, 2017).

Las cerezas presentan gran susceptibilidad a las partiduras causadas por lluvias primaverales previas a la cosecha, las que pueden provocar pérdidas de más del 20% e incluso pudiendo alcanzar el 50%, debido a esto, desde hace más de una década se ha implementado el uso de coberturas plásticas, como el mejor método de protección contra lluvias y heladas en precosecha, sin embargo el costo de instalación es bastante elevado, siendo de US\$ 23.000 por ha, sin contar la mano de obra (Valencia, 2019), aun así la consolidación de un gran mercado y a la obtención de buenos precios ha permitido que cada año aumenten las hectáreas de cerezas bajo cobertura plástica. Estos cobertores no solo son utilizados para proteger a la fruta de eventos de lluvia o heladas, sino que también para aumentar la producción mediante la obtención de mejores calibres, pero además de las ventajas se ha visto que podría tener otras influencias más bien negativas en la fruta. Según un estudio realizado por Abud, el uso de cobertor en la variedad Lapins generaría diferencias en las características de calidad, como en la disminución de la firmeza, sobre todo en la parte superior del árbol (Abud, 2018).

Una práctica comúnmente realizada en la agricultura es la utilización de bioestimulantes, para promover tolerancia a ciertos tipos de estrés ambiental. Dentro de los frutales y en específico en los cerezos, los bioestimulantes son utilizados para promover el desarrollo y crecimiento de la planta, así como el calibre y otros atributos de calidad de la fruta (Morales, 2017a). Dentro de las condiciones de calidad para cerezo, algunas de las más importantes corresponden al color, calibre, firmeza y la acumulación de sólidos solubles con los que cuenta la fruta. Debido a que el uso de cobertores podría disminuir la firmeza, es importante la utilización de algún bioestimulante que evite en cierta medida la pérdida de ésta, para producir fruta que tenga una buena vida de postcosecha y un buen viaje al mercado de destino.

## **1.1 Hipótesis**

El uso de cobertura plástica en el cerezo produciría fruta con menos firmeza, más precoz y de mayor tamaño, mientras que el uso de bioestimulantes ayudaría a mitigar la disminución de la firmeza en la pulpa del fruto.

## **1.2 Objetivo general**

Evaluar el efecto del uso de cobertura y bioestimulantes sobre las principales variables de madurez y calidad de frutos en cerezos cv. Lapins y Santina.

## **1.3 Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto del uso de cobertura plástica sobre las variables de madurez (sólidos solubles) y calidad (calibre y firmeza) de la fruta en cerezo cv. Lapins y Santina.
- Evaluar el efecto del uso de bioestimulantes sobre variables de madurez (sólidos solubles) y calidad (calibre y firmeza) de la fruta en cerezo cv. Lapins y Santina.
- Evaluar las diferencias existentes entre los cv. de cerezo Lapins y Santina en variables de madurez (sólidos solubles) y calidad de fruto (calibre y firmeza).

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Importancia del cultivo del cerezo

#### 2.1.1 Importancia comercial del cerezo

El cultivo del cerezo (*Prunus avium* L.) en los últimos años se ha convertido en una de las especies frutales más importantes en la agricultura nacional, llegando a presentar tasas de crecimiento anual superiores al 10% en superficie. Datos recientes nos indican que la cifra total al año 2019 es de 38.390 ha. Las plantaciones poseen una amplia distribución en nuestro país, pero la principal región productora es el Maule con un total de 17.655 ha, seguida por la región de O'Higgins con 13.699 ha (ODEPA, 2018; ODEPA, 2019), siendo ambas el núcleo productivo de este frutal.

El continuo crecimiento de la superficie plantada se debe principalmente a la gran demanda y a los altos precios obtenidos en los mercados internacionales. El mercado chino genera casi la totalidad de la demanda, durante la temporada 2018-19, el 92,3% del total de las exportaciones chilenas de cereza tuvo como destino Asia, con China recibiendo el 95% del volumen total enviado a este mercado, y el 88% de lo enviado al resto del mundo (ASOEX, 2019). Los valores promedios alcanzados en este ítem fueron de US/kg \$10 y cuando la oferta es muy baja se pueden alcanzar valores de hasta US/kg \$50, mientras que en el mercado interno de nuestro país el valor más alto alcanza los \$3.000 pesos chilenos (Schmidt, 2017). Es por esto, que las cerezas chilenas son destinadas principalmente a la exportación, con más del 80% del total de la producción, mientras que el porcentaje restante es destinado al mercado nacional y a la agroindustria (ODEPA, 2019).

Chile es el principal productor y exportador de cerezas del hemisferio sur, siendo el líder indiscutido por un amplio porcentaje y con una holgada diferencia respecto de los otros países competidores (Prochile, 2017). Al analizar la producción de cerezas del hemisferio sur durante la temporada 2017/2018; Chile produjo el 95,7% (185.220 t), Australia el 1,8% (3.420 t), Argentina el 1,6% (3.086 t), Nueva Zelanda el 0,7% (1.347 t) y Sudáfrica el 0,2 % (441 t) (Alcaino, 2018). La contraestación permite la producción de fruta durante los meses en que el hemisferio norte no lo hace, esto sumado a la gran calidad de fruta y principalmente por cuestiones culturales de China, explicaría el elevado precio obtenido de esta fruta. Posicionándose, en términos de valor, en el primer lugar como exportador (Muñoz, 2015b).

### **2.1.2 Aporte nutricional de las cerezas**

El atractivo de las cerezas no solo radica en su intenso color y en su exquisito sabor, de hecho, la cereza también es una fruta rica en compuestos bioactivos (fitonutrientes y fitoquímicos) con conocidas propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y un bajo índice calórico. Las cerezas contienen vitaminas A, B, C, E y K y algunos carotenos (principalmente el  $\beta$ -caroteno), y además poseen minerales como el calcio, magnesio, fósforo y potasio. Este último en una concentración de 200mg/100g y considerando que en general los niveles de este elemento son bajos en la fruta, se puede considerar a la cereza como una fuente importante de este mineral (Garrido, 2012).

Los compuestos fenólicos poseen un gran poder antioxidante, y dentro de las frutas la cereza es una de las que poseen mayor cantidad de estos compuestos, a lo que se debe su color y sus propiedades sensoriales. De los compuestos fenólicos los más importantes son los flavonoides, dentro de los cuales están los flavanoles o flavonoles y las antocianinas (principalmente cianidinas). Por otro lado, la cereza es rica en compuestos no flavonoides, conocidos como ácidos fenólicos, dentro de estos se encuentran los hidroxicinamatos, que constituyen un 40% aproximado del total de los compuestos fenólicos, siendo muy relevantes por su acción antioxidante, quimiopreventivas y antioxidantes de ciertas proteínas (Garrido, 2012).

Otro aspecto importante es que las cerezas tienen un buen contenido de fibra dietética, compuesta por fibras solubles (pectinas) e insolubles (celulosa). Al respecto es importante considerar que nuestro organismo es incapaz de romper los enlaces de las pectinas, por lo que no se obtiene un valor calórico de ésta (Morillas y Delgado, 2012).

## **2.2 El cultivo del Cerezo.**

### **2.2.1 Características botánicas del cerezo**

El cerezo o guindo dulce, *Prunus avium* L. es un árbol caducifolio que corresponde a una especie diploide ( $2n=16$ ), pero ocasionalmente es triploide o tetraploide (Gil, 2009). Pertenece a la clase Dicotiledonea, orden Rosales, familia Rosaceae (Lemus, 2005), al género *Prunus* y al subgénero *Cerasus*. El origen ha sido trazado a la región de los mares Negro y Caspio, desde donde se extendió por parte de Asia y Europa. Su diseminación se cree que fue por medio de aves que se alimentaban de sus frutos, lo que explicaría el nombre científico *avium* (Gil, 2009).

El cerezo posee flores hermafroditas y yemas florales simples en dardos y también en la base de las ramillas de un año, muy cerca del anillo que las separa de las ramas de dos años. La mayoría de las variedades poseen autoesterilidad de tipo gametofítica genética, además, el cerezo posee un periodo efectivo de polinización que es relativamente corto (de unos 5 días), por ende, para asegurar una buena polinización y cuaja de frutos, se deben usar abejas, mediante

una polinización cruzada de tipo entomófila (Gil, 2012a). Sin embargo, hay variedades que poseen autofertilidad, como es el caso de los cultivares Lapins y Santina, aunque de igual manera se recomienda el uso de abejas, pero en menor proporción.

El árbol posee una gran dominancia apical o acrotonía, por lo que en condiciones naturales el ramaje puede ser denso y desordenado, afectando el movimiento de aire y la penetración de la luz, aun así, puede haber una buena fructificación. Sin embargo, los frutos serían de bajo calibre y no presentarán una buena calidad (Ellena, 2012).

### **2.2.2 Características del fruto**

Los frutos del cerezo corresponden a drupas, formadas por un carozo o endocarpio que contiene una semilla simple cubierta por una testa dura; por tejido carnoso, pulpa o mesocarpio, que es generalmente comestible, la piel o epicarpio es lisa y coloreada de varias gamas de rojo, en algunos casos incluso puede ser amarilla o negra (Lemus, 2005). El fruto del cerezo crece con un patrón del tipo doble sigmoideo, crece poco en la etapa I, un 15% del total y mucho en la etapa III, cerca del 80% total, mientras que la etapa II es más corta con un mínimo o nulo crecimiento y corresponde al endurecimiento del carozo, hueso o semilla, típico de los carozos, el que coincide con la pinta o envero. El tamaño final del cerezo guarda relación con el tamaño de los frutos recién cuajados y con el número de células que poseen (Gil, 2012a).

### **2.2.3 Cultivar Lapins**

El cultivar Lapins es originaria de Summerland, Canadá, obtenida a partir del cruzamiento entre Van y Stella (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso). En general, los árboles de esta variedad presentan un vigor medio-elevado, escasa emisión de brotes laterales, crecimiento muy cerrado, fructificación principalmente sobre dardos y además sobre ramos mixtos. La variedad ha presentado una rápida entrada de producción a partir del 3° año en portainjertos vigorosos como (F12/1 Col, Mazzard, de semilla y clonal, Mahaleb), como también en portainjertos de menor vigor (Maxma 14, Gisela 6, Weirroy 158) (Ellena, 2012). Lapins es autofértil, de cosecha media a tardía en la zona central del país (la segunda o tercera semana de diciembre en la región del Maule). Sus frutos son de buen sabor, con pulpa rosada y muy firme, la piel es de un color rojo oscuro intenso y posee un tamaño medio a grande, además, posee buena vida de poscosecha y moderada sensibilidad a partidura (Labra *et al*, 2005).

#### **2.2.4 Cultivar Santina**

El cultivar fue originado mediante el cruzamiento de Stella y Summit (Van x Sam) en Summerland, Canadá, en 1975. Santina es un árbol semi-vigoroso con un hábito de crecimiento semi-erecto, de fácil ramificación, posee buena precocidad y productividad, pero con portainjertos vigorosos resulta muy poco precoz. Además, es autofértil por lo que no necesariamente requiere polinización cruzada. En la zona central de Chile su cosecha comienza durante la tercera semana de noviembre y se extiende hasta finales del mismo mes. Por su fecha de cosecha se puede plantar en zonas de clima templado en primavera (Regiones Metropolitana, O'Higgins y distritos calurosos del Maule). Sus frutos son de buen sabor, muy firmes, de calibre mediano a grande y con un color que va desde rojo caoba hasta caoba oscuro. En general posee buena vida de postcosecha con un periodo que puede ser desde corto a largo (10 a 40 días), su principal defecto es que posee una sensibilidad moderada a la partidura y además está sujeta a Royalty (Labra *et al*, 2005; PDT cerezos, 2010).

### **2.3 Variables de Madurez**

#### **2.3.1 Madurez**

La madurez es una etapa del desarrollo de la planta, u órganos de la planta (como es el caso de los frutos) en donde se reúnen ciertos requisitos deseados, determinando de esta manera el momento de cosecha. Si hay una equivocación del momento de cosecha se generaran problemas por el estado de madurez de la fruta, y por ende problemas de calidad (Kader *et al*, 2009).

Dentro de las principales características que determinan la madurez de cosecha de las cerezas se encuentran, el color, el contenido de sólidos solubles junto con la acidez y en menor medida es usado el pH.

#### **2.3.2 Color**

La madurez y el momento de cosecha de las cerezas está indicada principalmente por la coloración de la fruta, la coloración puede ir desde caoba oscuro, pasando por caoba claro, hasta varias tonalidades de rojo, por ende, generalmente se usa una tabla colorimétrica (Gil, 2012b).

Las cerezas presentan importantes contenidos de compuestos fenólicos, y dentro de ellos son destacables los polifenoles, pigmentos antocianidínicos e indoláminas y es debido a estos compuestos que se genera el color característico de las cerezas, concretamente se debe a los altos contenidos de antocianidinas, derivados polifenólicos, siendo la cianidina -3-O-glucósido y cianidina -3-O-rutinósido las más abundantes en las diferentes variedades. Además de ser los

responsables de la coloración de cerezas, estos compuestos están altamente correlacionada con el potencial antioxidante de la fruta (González *et al*, 2013).

Los consumidores manifiestan una fuerte preferencia por aquellos productos que presentan una apariencia atractiva y el color es el primer atributo que se juzga de los productos (Mathias y Ah-Hen, 2014).

### **2.3.3 Sólidos solubles**

Los sólidos solubles son una de las variables de madurez más importantes, los que corresponden a una medida indirecta de la cantidad de azúcares que presenta el fruto. En los cerezos el contenido varía con la madurez, pero también con la región, la estación de crecimiento, la carga frutal y el cultivar. Se ha establecido que el valor mínimo para la cosecha de cerezas es de 17% de concentración de azúcar en los frutos (Arribillaga, 2013).

En cerezos la glucosa es el azúcar que se encuentra en mayor cantidad, seguida por fructosa, sorbitol y sacarosa (Garrido, 2012). Las antocianinas y azúcares aumentan con la maduración, sobre todo cuando no hay mucha carga frutal y los ácidos (málico) se mantienen constantes, un punto importante es que la relación azúcar/acidez determina la calidad comestible de la fruta, en especial el azúcar (Gil, 2012b). Por lo tanto, una fruta que presenta mayores contenidos de sólidos solubles presentaría una mayor aceptabilidad por parte de los consumidores, ya que prefieren una fruta dulce.

Las cerezas no acumulan almidón, por lo cual, el contenido de azúcar al momento de cosecha se mantiene invariable o aumenta muy poco durante el almacenaje y en ocasiones los aumentos se deben sólo a la deshidratación de los frutos (Candan, 2006).

## **2.4 Variables de Calidad**

### **2.4.1 Calidad**

La calidad, el grado de excelencia o superioridad de las frutas frescas y sus productos derivados, es la combinación de atributos, propiedades y características que le dan valor. Los consumidores juzgan la calidad de las frutas frescas basándose en su apariencia (incluida su “frescura”) y firmeza en el momento de la compra (Kader *et al*, 2009).

En las cerezas uno de los principales factores que otorgan mayor o menor calidad es el color, generando mayor aceptabilidad por parte del consumidor y en el caso del consumidor chino se debe a razones culturales, simbolizando prosperidad y fortuna, otro factor es la firmeza,

presentando una mayor crocantez y mejor vida de postcosecha, y el calibre, mientras mayor sea el tamaño mejor es para los consumidores.

#### **2.4.2 Firmeza de pulpa**

Es una característica importante de la fruta y es de gran interés para su caracterización en cuanto a su calidad organoléptica, su estado de madurez y su resistencia al daño mecánico durante la recolección, manipulación y transporte hasta el consumidor final en el mercado de destino (Diezma *et al*, 2001).

La firmeza corresponde a la resistencia de la fruta a la penetración, dada por la suma de la fortaleza de la piel y la firmeza de la pulpa, las que están determinadas por la resistencia de sus paredes celulares. En cerezas el ablandamiento o pérdida de firmeza es continuo desde el envero o pinta, debido al aumento de volumen. Además, al iniciarse la madurez se expresan genes (de expansinas, xiloglucanendotransglucosidasa, pectinmetilesterasa y pectoliasas) que disminuyen el peso de la pared celular y por ende se observa una disminución de la firmeza (Gil, 2012b).

La pérdida de Firmeza durante la maduración no es tan notable en cerezas como en otras frutas. Sin embargo, durante su vida en postcosecha los frutos se ablandan y pierden dos de los atributos más deseados por los consumidores: firmeza y crocancia (Candan, 2006).

#### **2.4.3 Tamaño-Calibre**

Tanto el peso como el calibre de los frutos se incrementan a medida que estos maduran y permanecen en la planta, sin embargo, la fruta no debe sobremadurarse en la planta para obtener mejores calibres, sino que estos se deben lograr con un buen manejo, también existe un mejor de calibre y contenido de sólidos solubles con una mayor relación superficie foliar/fruto. Se percibe una cereza de buena calidad a aquella que es grande, con un calibre superior a 26 mm, pero mercados más exigentes como el de Oregón, EE. UU. prefiere un calibre mayor o igual a 30 mm, además, el precio de las cerezas está estrechamente relacionado con su tamaño (Candan, 2006; Gil, 2012b; Valencia, 2019).

Debido a la preferencia a mayores calibres por parte de los consumidores se han preferido variedades que presenten una buena productividad, con grandes calibres, dentro de estas variedades se encuentra Santina junto con Lapins, con calibres que van desde 26 a 30 mm.

### **2.5 Cobertura plástica**

El Cracking y ruptura de la fruta provocada por lluvias antes de la cosecha es un problema económico muy grave en algunas especies frutales, y entre ellas están incluidas las cerezas,

siendo la partidura inducida por las lluvias la perdida de cosecha más importante en muchas zonas productoras de cerezas. En la zona sur de Chile la perdida por causa de las lluvias en el cultivar Lapins puede llegar a superar el 30% de la producción. La utilización de coberturas plásticas es una práctica que ha ido ganando terreno en la fruticultura chilena, para prevenir o reducir la partidura o Cracking, especialmente en los periodos más susceptibles del fruto que es desde inicios de pinta hasta la cosecha, por lo tanto, el uso de estas coberturas se ha transformado en una necesidad para resguardar la producción, calidad y rentabilidad de los huertos, ya que las cerezas partidas pierden su valor comercial para el mercado de fruta fresca y solo pueden venderse localmente o para la agroindustria (Balbontín *et al*, 2013; Wallberg y Sagredo, 2014; Abud *et al*, 2018).

Actualmente en el mercado existe una amplia gama de cobertores con varios tipos de materiales, incluyendo mallas, plásticos y rafias, siendo estos últimos los más utilizados. Estas coberturas poseen características radiométricas y mecánicas que influyen sobre las condiciones ambientales y respuestas fisiológicas del cultivo, y por lo tanto sobre el potencial de calidad y condición de la fruta. Según estudios realizados por Bastías y Leyton (2018) en la variedad Royal Down, las cerezas bajo cubierta plástica presenta un mayor calibre, pero se registró una menor firmeza, mientras tanto en la variedad Santina no presentó aumentos de calibre, ni de sólidos solubles, pero de igual forma se registró una disminución en la firmeza de la pulpa, en ambos casos se genera un adelanto de la cosecha de unos 4 a 5 días (en términos de color) (Bastías y Leyton, 2018).

La buena calidad de las cerezas bajo cobertura y su adelanto de la cosecha, se debe principalmente a que la temperatura diurna aumenta unos 4°C, pero también porque hay una disminución de la luz fotosintética y de la luz UV-B, pero a su vez estas condiciones generan una disminución en la firmeza de pulpa y también en los sólidos solubles (Gil, 2012a).

De acuerdo con el microclima que se produciría bajo cubiertas plásticas Lang (2014) encontró que bajo macrotunel ubo un aumento de los grados días acumulados (GDA) en aproximadamente un 10%, además, registro una reducción de la velocidad del viento, también encontró una disminución de la luz directa diaria entre un 15 y un 25%, aunque la difusión de luz transmitida aumento debido probablemente a las propiedades del plástico.

El uso de las coberturas plásticas para evitar que el agua de lluvia tenga contacto con la fruta, reduce significativamente el daño de las partiduras, sin embargo, este no garantiza un control total del problema y, además, sus costos de implementación limitan el uso masivo de esta tecnología (Balbontín *et al*, 2013)

## 2.6 Bioestimulantes

Los bioestimulantes son sustancias orgánicas que se utilizan para potenciar el crecimiento y generar un mejor desarrollo de la planta, además son capaces de generar una mejor resistencia a las condiciones de estrés ambiental, tanto bióticos, producido por plagas y enfermedades, como abióticos, pudiendo ser producido por estrés hídrico, temperaturas extremas, alta radiación solar, exceso de salinidad, humedad, etc. Los bioestimulantes se pueden usar para promover o retrasar procesos fisiológicos, pudiendo ser aplicados tanto al suelo como al follaje. Los bioestimulantes pueden contener fitohormonas como auxinas, giberelinas, citoquininas, ABA, entre otras (Morales, 2017b).

Estas formulaciones pueden ser aplicadas a plantas, semillas o sustratos de cultivos en formulaciones específicas, además tienen la capacidad de modificar los procesos fisiológicos de las plantas de una manera que proporcione beneficios potenciales para el crecimiento, el desarrollo o la respuesta al estrés. Los bioestimulantes aplicados al suelo pueden ser capaces de producir cambios positivos en la estructura del suelo o solubilidad de nutrientes, morfología de las raíces y mejorar relaciones simbióticas, lo que provoca una mejora en la absorción de nutrientes (Halpern *et al*, 2014).

En cerezas es muy importante cumplir con los estándares de calidad (calibre y firmeza) como de madurez (color y sólidos solubles) que le permitan una buena vida en postcosecha. Los factores que condicionan el desarrollo y obtención de estos estándares van desde condiciones edafoclimáticas hasta genéticas. Sin embargo, la utilización de productos de tipo hormonal/nutricional son un gran aporte para lograr excelentes atributos de calidad. Un buen ejemplo de estos productos (bioestimulantes) en cerezo es Simulate el que posee cofactores hormonales (auxinas, giberelinas y citoquininas) que además de mejorar el calibre y otras condiciones de calidad de la fruta, promueve el crecimiento y el desarrollo de la planta (Morales, 2017a).

### 2.6.1 Bio-Hold

La principal función de Bio-Hold es reducir el etileno en la etapa de floración, desarrollo de fruto, semillas y tejidos de reserva, incrementando la floración y frutos cuajados, y también es capaz de mejorar la calidad de frutos (Stoller, a).

Los procesos involucrados en la maduración y senescencia de los frutos están regulados por el Etileno, considerado como la hormona de la maduración. El Etileno es un producto natural del metabolismo de las plantas, su síntesis comienza como ácido de metionina, luego se transforma en S-Adenosilmetionina, posteriormente se transforma en ACC, para convertirse finalmente en Etileno (Stoller, a).

Bio-Hold mediante el cobalto que es parte de su formulación es capaz de inhibir la transformación de ACC a Etileno, por lo que se produce un retraso en la madurez y senescencia, pero además aumenta la vida de postcosecha de la fruta. Bio-Hold puede ser utilizado principalmente en frutales como el cerezo y otros carozos, y también en papa (Stoller, a).

Estudios realizados por Stoller por más de cuatro temporadas en diversas especies frutales como Nogal, Cereza, Pera, entre otros, demuestran que BioHold en mezcla con Flower Power mejoran considerablemente la cuaja y aumenta la retención del fruto en comparación con auxinas sintéticas y otras moléculas (Moreno, 2019).

### **2.6.2 ReZist**

ReZist es un producto que es capaz de estimular y reactivar el metabolismo de las plantas, manteniéndolo en equilibrio. Además, es capaz de generar una mayor resistencia a distintos tipos de estrés, tanto bióticos como abióticos, esta última se debe a que ReZist en su formulación contiene ácido salicílico, que le otorga a la planta una gran resistencia a condiciones de estrés ambiental, como el estrés hídrico, altas temperaturas, alta radiación, etc. Los microelementos presentes en su formulación son Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Manganeso (Mn), promueven la actividad enzimática y funcionamiento de las plantas, lo que produciría un aumento de los rendimientos (Stoller, b).

Otra función importante de este producto es que es capaz de controlar la producción de Etileno y Poliaminas, por lo que puede producir un aumento en la vida de postcosecha. ReZist puede ser utilizada en cereales, hortalizas y una amplia variedad de frutales, incluido el cerezo (Stoller, b).

Una de las ventajas de uso de ReZist es que activa e incrementa la resistencia sistémica de la planta contra hongos y bacterias, y previene nematodos y virus. Resultados obtenidos en zapallo italiano o calabacín demuestran que el uso de ReZist disminuye la incidencia de oídio y de virus, debido a que mejora la resistencia natural de la planta frente a estos patógenos (Stoller, c). Otro estudio realizado en lechugas, en el que se estudió el efecto de ReZist y Polyben 50WP en mezcla sobre el peso, largo de raíz, grosor del cogollo y número de hojas, los resultados de este estudio demostraron que ReZist junto con Polyben 50WP fueron capaces de provocar un aumento significativo en el grosor del cogollo y en el peso total como sin raíz de las lechugas (Stoller, 2010).

### 3 MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Sitio de estudio y características edafoclimáticas

El estudio fue realizado en el huerto comercial “El Guindo”, perteneciente a la Agrícola Cumulen, durante la temporada 2019-2020, ubicado en la comuna de Penciahue, Región del Maule, Chile (35° 24' 47" Latitud Sur; 71° 46' 54" Longitud Oeste). El huerto presenta un manejo convencional y está enfocado en la producción de cerezas para exportación, por lo que se realizan todos los manejos necesarios para obtener una alta producción y calidad de fruta, como fertilizaciones, riegos oportunos (dependiendo de las condiciones de humedad del suelo), manejos fitosanitarios, podas, raleos tanto de yema como de fruto y uso de cianamida hidrogenada, además del uso de cubiertas plásticas.

El clima de Penciahue es mediterráneo con una estación seca que se prolonga por toda la época estival. Posee inviernos fríos y lluviosos, en la clasificación climática de Köppen-Geiger es Csb, siendo un clima mediterráneo oceánico (verano suave). Durante el año se presentan temperaturas que pueden ir desde los -2°C en invierno y superar los 30°C en verano (Rodríguez, 2019). Penciahue posee una precipitación anual de alrededor de 700, pudiendo llegar hasta 796 mm, pero se estima que para el año 2050 haya una disminución de las precipitaciones y que estas fluctúen entre 602 y 676 mm (Santibáñez *et al*, 2016).

El huerto está ubicado sobre la serie de suelo Las Docientas, la que pertenece a la familia franca fina. Son suelos cuyo material de origen es arenisca compactada, rica en hierro y manganeso, con una profundidad media, en posición de terrazas remanentes intermedias de textura franco-arenosa, aumentando la arcilla en profundidad. La serie presenta una topografía ondulada que presenta pendientes que van desde 2% a 6%. Los suelos poseen una profundidad efectiva que va desde los 10 a los 70 centímetros, pero desde los 45 centímetros los suelos pueden presentar compactación, donde no se observan poros ni raíces y presenta moteados, concreciones, y nódulos ferromangánésicos. Podría considerarse como el material generador meteorizado (Gallardo *et al*, 1994; CIREN, 1997).

#### 3.2 Material vegetal y Diseño experimental

Para el estudio fueron utilizados árboles de cerezo cv. Lapins y cv. Santina, ambos sobre un portainjerto MaxMa 14, en condiciones de manejo bajo cubierta plástica y sin cubierta plástica (Cuadrado 1). Los cultivares Lapins y Santina bajo cobertor presentan un marco de plantación de 4,5 x 2,5 metros, con un sistema de conducción de eje central, y fueron plantadas en 2012, mientras que en condición sin cobertura se encuentran a un marco de plantación de 4 x 2 metros, además, presentan un sistema de conducción Y-Trellis y fueron plantadas en 2016.

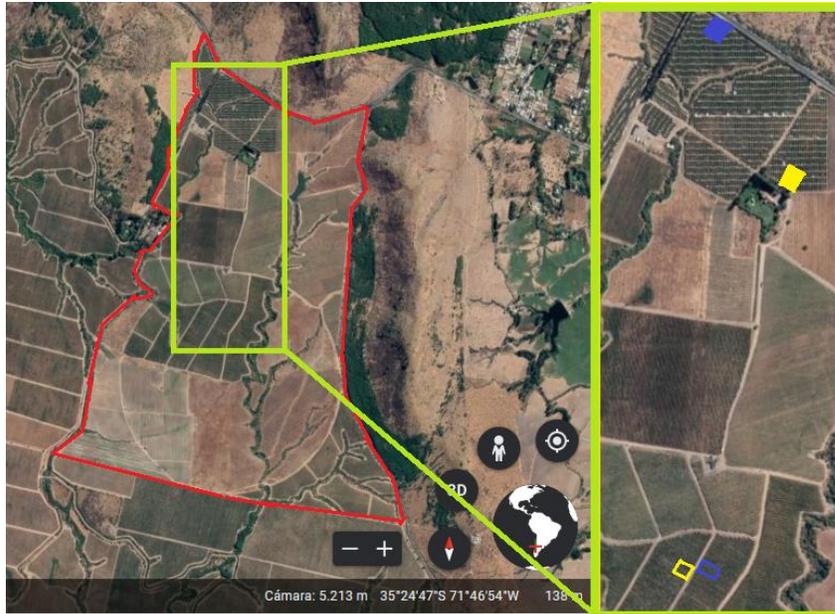
Cuadro 3.1: Condiciones de cultivar, portainjerto y cobertura plástica para cada uno de los ensayos.

Cv. Santina sobre MaxMa 14 Con cobertura plástica
Cv. Lapins sobre MaxMa 14 Con cobertura plástica
Cv. Santina sobre MaxMa 14 sin cobertura plástica
Cv. Lapins sobre MaxMa 14 sin cobertura plástica

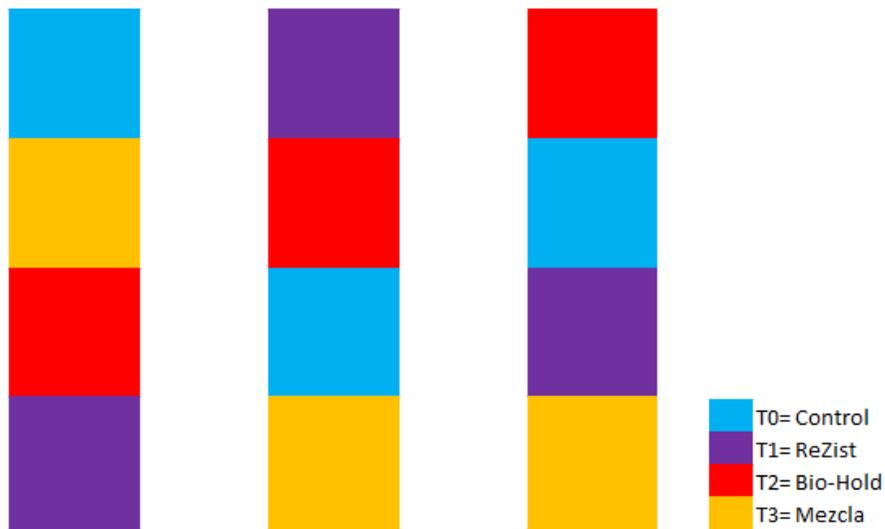
A cada una de las combinaciones de cultivar y cubierta se le aplicaron tratamientos con bioestimulantes más un control. El primer tratamiento (T1) corresponde a la aplicación ReZist, con dosis de 100 cc/Hl, el segundo tratamiento (T2) corresponde a Bio-Hold, con dosis de 150 cc/Hl, el tercer tratamiento (T3) corresponde a una mezcla de ambos productos y el Testigo (T0) sin aplicación.

El estudio se realizó con un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBA), cada uno de los tratamientos presento tres repeticiones y cada una de las repeticiones corresponden a dos plantas (unidad experimental) (Figura 2). El estudio presento 4 sitios de muestreo, en cada uno de los sitios se encontraba un cultivar, con y sin cobertura y con todos los tratamientos y repeticiones respectivas (Figura 1).

El tipo de cobertura plástica corresponde a rafia, siendo polietileno de alta densidad, con una transmisividad de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) superior al 80% y una difusión de la luz superior a 55%.



**Figura 3.1:** Mapa de la ubicación y límites del huerto (con delimitación roja) El Guindo. En la imagen con aumento se observan los cuatro sitios de muestreo del estudio, el cuadrado azul corresponde al cultivar Santina con cobertor, El cuadrado amarillo corresponde al cultivar Lapins con cobertor, El cuadrado azul si relleno corresponde al cultivar Santina sin cobertura plástica y el cuadrado amarillo sin relleno corresponde al cultivar Lapins sin cobertura plástica.



**Figura 3.2:** Diseño experimental el estudio, completamente al azar (DCA), este diseño experimental se repite para cada una de las condiciones.

### 3.3 Aplicaciones de los tratamientos

Cuadro 3.2: Fechas de aplicación de los tratamientos para ambos cultivares con y sin cobertura plástica. Todas las fechas de aplicación corresponden al año 2019.

	Primera aplicación	Segunda aplicación	Tercera aplicación
Lapins sin cobertura	3 de octubre	18 de noviembre	3 de diciembre
Lapins con cobertura	3 de octubre	18 de noviembre	25 de noviembre
Santina sin cobertura	12 de septiembre	3 de agosto	
Lapins sin cobertura	12 de septiembre	3 de agosto	

### 3.4 Recolección de muestras de frutos

Las recolecciones de los frutos fueron realizadas completamente al azar, sin considerar ninguna distinción en tamaño o color, esto se realizó con la finalidad de disminuir al máximo el error experimental (EE), además, todas las muestras fueron recolectadas desde el tercio medio de las plantas.

Las recolecciones de Santina con cubierta plástica se efectuaron el 11 de noviembre, donde se inició la cosecha. Las recolecciones de Santina sin cubierta plástica se realizaron el 21 de noviembre, al momento de la cosecha. Mientras que la recolección de Lapins con cubierta plástica se efectuaron el 27 de noviembre, al momento de cosecha. Mientras que las recolecciones de Lapins sin cubierta plástica se realizaron el 4 de diciembre.

Luego de recolectadas las muestras fueron separadas en bolsas plásticas rotuladas con el respectivo cultivar, uso de cobertura, tratamiento y repetición, por último, son depositadas en un cooler y llevadas al Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA) de la Universidad de Talca, para ser almacenadas.

### 3.5 Mediciones

Las mediciones del estudio se enfocaron en las condiciones de madurez y calidad del fruto, dentro de las condiciones de madurez se midió la concentración de sólidos solubles y en las condiciones de calidad se midieron el calibre y la firmeza de la pulpa.

Las mediciones de firmeza de pulpa y calibre se realizaron sobre 6 frutos por repetición (siendo 3 repeticiones por tratamiento), mientras que las mediciones de sólidos solubles se realizaron sobre 3 frutos por repetición (siendo 3 repeticiones por tratamiento). Las mediciones se llevaron a cabo en el laboratorio del Centro Tecnológico de Suelos y Climas (CTSyC) de la Universidad de Talca.

### **3.5.1 Mediciones de Firmeza y Calibre**

Las mediciones de firmeza y calibre se realizaron simultáneamente usando los mismos 6 frutos por repetición. Para realizar esta medición de forma simultánea se utilizó el FirmTech, de la marca BioWorks, modelo FirmTech 2 (Wamego, Kansas, USA), la que mide la firmeza de forma no destructiva. La firmeza es medida en  $\text{kg cm}^{-2}$  y el calibre es medido en mm.

### **3.5.2 Mediciones de Sólidos Solubles**

La medición de los sólidos solubles se realizó a los 3 frutos por repetición y se llevó a cabo con un Refractómetro Autocompensado (BRIX30, Leica, USA), el cual mide la concentración de sólidos solubles mediante la escala de los grados Brix ( $^{\circ}\text{Brix}$ ).

### **3.6 Análisis estadístico**

En primera instancia se realizaron análisis de varianza simple y uno multifactorial (ANDEVA simple y ANDEVA multifactorial), mediante el software STATGRAPHICS Centurion XVI, con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre cada uno de los factores que se evaluaron (entre cultivares, tratamientos y uso de la cobertura plástica). A cada uno de los análisis se le realizaron pruebas de múltiples rangos para realizar la separación de las medias e identificar diferencias estadísticas significativas entre ellas, se usó la separación o comparación de medias Tukey  $< 0,05$ .

Por último, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con todas las variables y los tratamientos, para llevar a cabo estos análisis se usó el software XLSTAT Pearson edition (2014.5.03), el cual utiliza como base Excel (2016).

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis de varianza

#### 4.1.1 ANDEVA para el uso de los bioestimulantes

Cuadro 4.1: Análisis de varianza para las variables de madurez y calidad de fruto; firmeza (Kg cm<sup>-2</sup>), calibre (mm) y sólidos solubles (°Brix) medidos a cosecha. Diferencias estadísticas entre el tipo de tratamiento para cada una de las variables bajo cada variedad con o sin cubierta. Temporada 2019-2020.

Firmeza				
Tratamiento	Santina CC	Santina SC	Lapins CC	Lapins SC
Control	233,497 a	253,63 a	211,03 a	303,39 a
BIO-HOLD	235,05 a	254,76 a	220,33 a	284,72 a
Rezist	251,55 ab	235,69 a	229,394 a	292,04 a
Mezcla	275,67 b	258,67 a	222,82 a	289,92 a
Significancia	*	n.s	n.s	n.s
Calibre				
Tratamiento	Santina CC	Santina SC	Lapins CC	Lapins SC
Control	25,616 b	41,45 b	32,622 b	25,23 ab
BIO-HOLD	25,633 b	39,43 a	30,872 ab	24,22 a
Rezist	24,71 ab	41,04 b	31,3167 ab	25,9 b
Mezcla	24,077 a	40,883 b	30,661 a	25,18 ab
Significancia	*	*	*	*
Sólidos Solubles				
Tratamiento	Santina CC	Santina SC	Lapins CC	Lapins SC
Control	14,88 a	20,4 ab	21 bc	21,6 a
BIO-HOLD	16,377 a	19,66 a	17 a	20,86 a
Rezist	15,044 a	17,8 a	21,73 c	21,4 a
Mezcla	15,71 a	23,4 b	18 ab	21,4 a
Significancia	n.s	*	*	n.s

Las letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, test tukey (HSD),  $p < 0.05$ ; \* = significancia; ns = no significancia.

En relación con la firmeza, en este estudio en general el uso de los bioestimulantes no presentó un efecto significativo entre los tratamientos, aunque se observa una tendencia en el aumento de la firmeza en los tratamientos T1 y T3 (ReZist y Mezcla, respectivamente). Esto se observa claramente en el cultivar Santina con cubierta plástica, ya que los tratamientos T1 y T3, presentaron un aumento significativo de la firmeza de pulpa (Cuadro 4.1).

Gonçalves *et al* (2020) observó que el cultivar Staccato presentó un ligero aumento de la firmeza en las frutas tratadas con ácido salicílico (componente de ReZist y, por lo tanto, también presente en el tratamiento Mezcla) y glicina-betaína, mientras que con el uso de un bioestimulante a base de *Ascophyllum nodosum* se observó disminución de la firmeza. Así mismo, Giménez *et al* (2014) en Sweet Late y Sweet Heart encontraron que la firmeza de la fruta en la cosecha fue mayor en los tratamientos con ácido salicílico y ácido acetilsalicílico. Correia *et al* (2019), al igual que los estudios anteriores observó un aumento de la firmeza de la pulpa al utilizar reguladores de crecimiento o bioestimulantes, observando que el ácido salicílico y glicina-betaína aumentaron la fuerza de ruptura de la epidermis y la firmeza de la pulpa en Skeena, no así en Sweet Heart. Sin embargo, para esta último cultivar se observó aumento de la firmeza al utilizar giberelinas más calcio y ácido salicílico más calcio.

El aumento de la firmeza en los tratamientos con ReZist y Mezcla estaría determinado por la acción del ácido salicílico, el que migra a las paredes de las células, inhibe la actividad de las enzimas que degradan la pared ACO (1-aminociclopropano-1-ácido carboxilo oxidasa), disminuyendo la transformación de ACC (1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico) a etileno, manteniendo la firmeza de la fruta y otorgándole una mejor vida de postcosecha (Gonçalves *et al*, 2020).

El calibre mostró resultados distintos. Al respecto, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, los mayores calibres fueron observados en T0 (tratamiento testigo) sin aplicación de bio-estimulantes (Cuadro 4.1).

Al igual que en este estudio Gonçalves *et al* (2020) observó que el calibre de la fruta fue mayor en el tratamiento control, mientras que en el diámetro de la fruta no observaron diferencias significativas entre el control con glicina-betaína y el bioestimulante en base a algas, pero si fue superior al tratamiento con ácido salicílico. Por otro lado, Balbontín *et al.*, (2018) durante la temporada 2016 no observó diferencias en el diámetro de la fruta respecto del control en 2 de 3 tratamientos, salvo por el tratamiento de jasmonato de metilo. Asimismo, durante la temporada 2017 el tratamiento con jasmonato de metilo más ácido abscísico, ambos productos son hormonas vegetales que estarían involucrados en el crecimiento y maduración de las cerezas, al igual que los bioestimulantes estudiados. Mientras que Li *et al.*, (2020) no observó diferencias significativas en el diámetro de la fruta entre el tratamiento testigo y el resto de los tratamientos con bioestimulantes en los cultivares Bing y Regina.

Por último, en los sólidos solubles pareciera no haber un aumento al usar los bioestimulantes estudiados, ya que en dos escenarios no se presentaron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos con bioestimulantes. Mientras que en aquellos escenarios donde se presentó diferencias significativas (Santina sin cubierta y Lapins con cubierta) el tratamiento testigo no se

escapa mucho de aquellos tratamientos con mayores sólidos solubles, compartiendo la misma separación de medias. Por lo tanto, se puede inferir que en este estudio el uso de los bioestimulantes no mostraría un aumento en la concentración de azúcares de la fruta (Cuadro 4.1).

Estos resultados concuerdan Balbontín *et al.*, (2018) en que el tratamiento testigo se encuentra entre los tratamientos con mayor concentración de °Brix, no presentando diferencias significativas con el tratamiento de mayor concentración. En estudios de Correia *et al.*, (2019), observaron que los niveles de azúcares totales no se vieron afectados por el uso de Ca y otros reguladores de crecimiento o bioestimulantes, entre ellos el ácido salicílico y la interacción entre los cultivares Skeena y Sweetheart y los tratamientos aplicados durante las temporadas 2015 y 2016. De igual manera Li *et al.*, (2020) no encontró diferencias entre el tratamiento testigo y el resto de los tratamientos. Sin embargo, Giménez *et al.*, (2014) difiere de los resultados de este estudio, ya que encontró aumentos en la concentración de sólidos solubles totales en los tratamientos con ácido salicílico en el cultivar Sweet Heart y en el tratamiento con ácido acetilsalicílico en el cultivar Sweet Late, mientras que en este último los tratamientos con ácido salicílico presentaron menor concentración de azúcar.

#### 4.1.2 ANDEVA para los tipos de cobertura plástica

Cuadro 4.2: Análisis estadístico para para las variables de madurez y calidad de fruto; firmeza (Kg cm<sup>-2</sup>), calibre (mm) y sólidos solubles (°Brix) medidos a cosecha. Diferencias estadísticas entre el tipo de cobertura para cada una de los cultivares. Temporada 2019-2020.

Tratamiento	Firmeza		Calibre		Sólidos Solubles	
	Santina	Lapins	Santina	Lapins	Santina	Lapins
Con Cubierta	248,943 a	220,896 a	25,0097 a	31,3681 b	15,5056 a	19,4333 a
Sin Cubierta	250,693 a	292,521 b	40,7056 b	25,1493 a	20,3167 b	21,3167 b
Significancia	n.s	*	*	*	*	*

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, test tukey (HSD),  $p < 0.05$ ; \* = significancia; ns = no significancia.

En cuanto a la firmeza de Santina, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las frutas producidas bajo cubierta y aquellas que se encuentran al aire libre (Cuadro 4.2), lo que concuerda con el estudio de Mika *et al.*, (2019) donde no encontró diferencias de firmeza en el cultivar Lapins bajo cubierta. Sin embargo, varios estudios demuestran que la firmeza de la fruta que se encuentra bajo cubierta plástica se ve afectada negativamente, generando fruta más blanda (Abud, 2017; Sánchez, 2019). El estudio de Rodríguez (2019) realizado en Lapins, en la misma localidad observó claras diferencias de firmeza entre la fruta al aire libre y bajo cubierta,

siendo notablemente menor en la condición bajo cubierta. Algo similar observó Aburto (2020), sin embargo, encontró que la fruta en condición de macrotunel obtuvo más firmeza que aquella fruta bajo cubierta y también que aquella que se encontraba al aire libre, aunque esta última no registro diferencias estadísticamente significativas. Estas diferencias de firmeza también se observan en el ensayo de Bastías y Leyton (2018), que demostraron que existe una disminución de 10% de la firmeza en aquella fruta que se encontraba en condición bajo rafia en el cultivar Royal Down y de igual manera en el cultivar Santina.

El aumento de las temperaturas diurnas bajo cobertura (Gil, 2012a), sobre todo en la parte alta de la planta, podría influir en la calidad de la fruta (Mika *et al.*, 2019). El aumento de la temperatura podría resultar beneficioso en la etapa II y principios de la III del crecimiento del fruto, sin embargo, se debe evitar el calor excesivo cuando comienza la maduración de las cerezas para prevenir pérdidas en la calidad de la fruta, como el ablandamiento de la pulpa (Valencia, 2019). Esto podría deberse a la falta de acumulación o una dilución de Ca debido al aumento de calibres, cuyo elemento es importante en la constitución de la pared celular (Bastías y Leyton, 2018). Se ha propuesto que la firmeza es mayor en climas más fríos (Gil, 2012b), lo que claramente podría incidir en la firmeza de la fruta que se encuentra bajo cubierta y aquella que no, al generarse un microclima en las plantas que se encuentran bajo cubierta plástica.

El calibre en el cultivar Santina al aire libre presento diferencias muy altas, con 15 mm más de diámetro respecto a las frutas que se encontraban bajo la cobertura, esta excesiva diferencia se debe a un error en las mediciones (EE), ya que los datos se encuentran absolutamente fuera de rango, debido a que fueron los únicos frutos medidos manualmente, por esta razón esta medición fue descartada del análisis (Cuadro 4.2). En relación al cultivar Lapins se determinó que la información recolectada era correcta, por lo que su análisis es válido.

Los resultados del calibre en Lapins fueron mayores en el tratamiento con cubierta plástica. Esto podría estar explicado como una consecuencia de la repentina disminución de la radiación PAR en las plantas lo que genera un estrés por la baja intercepción de luz, lo que tendría como consecuencia una disminución del color y firmeza, mientras que aumenta el peso y tamaño del fruto (Wallberg y Sagredo, 2014). El aumento del calibre concuerda con Lang (2014), que encontró que el tamaño de la fruta en túneles fue igual o mayor, incluso cuando los árboles presentaban mayor carga. Bastías y Leyton (2018) en el cultivar Royal Down registraron un aumento del tamaño de los frutos bajo cubierta en más de 10%, de igual manera Abud (2018) encontró que el porcentaje de las cerezas con calibre XJJ (>30 mm) aumentó en los tratamientos con cobertor plástico en relación al tratamiento testigo. Sin embargo, también hay estudios que muestran que no existe diferencia significativa en el calibre, Sánchez (2019) observó que el ambiente modificado de los túneles y las coberturas plásticas no influyo en el calibre, pero si en

el peso del fruto, afectando tal vez a la densidad de los tejidos. Bastías y Leyton (2018) en el cultivar Santina si bien observaron aumentos del calibre, estos no fueron significativos, presentando aumentos de hasta 2 mm bajo cobertura plástica y 1,7 mm bajo rafia. Mientras tanto, Aburto (2020) registro una disminución del diámetro en las frutas bajo cubierta y bajo macrotunel.

En relación con los sólidos solubles hay una tendencia al aumento en los frutos que se encuentran bajo cubierta plástica (Cuadro 4.2). Wallberg y Sagredo (2014) en Lapins encontraron un aumento en la concentración de los sólidos solubles en los frutos ubicados en la parte media baja del árbol, de igual manera Bastías y Leyton (2018) encontraron mayor contenido de sólidos solubles en Royal Down en el segundo floreo, mientras que en Santina no encontraron diferencias significativas. Sin embargo, en este estudio la mayor concentración de sólidos solubles se observó en la fruta que se encuentra al aire libre. Así mismo Rodríguez (2019) observó una menor cantidad de azúcar en la fruta bajo cobertura, aunque no se puede decir con certeza que se debió a esta condición, ya que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Lo mismo encontró Aburto (2020) en el cultivar Santina, aunque la tendencia indica a ser mayor al aire libre. Al igual que en este estudio Lang (2014) observó que los frutos de los árboles que crecieron al aire libre presentaron más sólidos solubles y polifenoles totales. Por su parte, Sánchez (2019) en concordancia con Lang observó una menor acumulación de azúcar acompañada de una disminución en la firmeza.

La diferencia en los sólidos solubles estaría determinada por los diferentes grados de iluminación en los tratamientos, pues el sombreado ablanda la fruta, reduce el color o los sólidos solubles (Gil, 2012b), esto estaría explicado ya que al haber sombreado hay una disminución de la radiación fotosintéticamente activa, por lo tanto, existiría una merma en la fotosíntesis que determinaría la disminución en los sólidos solubles.

#### 4.1.3 ANDEVA para los cultivares

Cuadro 4.3: Análisis estadístico para las variables de madurez y calidad de fruto; firmeza (Kg cm<sup>-2</sup>), calibre (mm) y sólidos solubles (°Brix) medidos a cosecha. Diferencias estadísticas entre los cultivares para cada una de las condiciones de manejo de cubierta plástica. Temporada 2019-2020.

Tratamiento	Firmeza		Calibre		Sólidos Solubles	
	CC	SC	CC	SC	CC	SC
Santina	248,943 b	250,693 a	25,0097 a	40,7056 b	15,5056 a	20,3167 a
Lapins	220,896 a	292,521 b	31,3681 b	25,1493 a	19,4333b	21,3167 a
Significancia	*	*	*	*	*	n.s

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, test tukey (HSD),  $p < 0.05$ ; \*= significancia; ns= no significancia.

Una vez abordado los resultados en torno al uso de cubiertas, debemos analizar los datos desde el punto de vista de los cultivares, ya que, a pesar de ser de una misma especie, el comportamiento de los cultivares es diferente, lo que se conoce como diferencia varietal (Cuadro 4.3).

Diferencias entre cultivares se observan en el estudio de Param y Zoffoli (2016), quienes realizaron estudios en 6 cultivares de cerezo, entre ellos Lapins y Santina. Ambos cultivares presentaron diferencias en los sólidos solubles y en la firmeza, aunque no con diferencias tan marcadas, mientras que en comparación con los cultivares Bing y Regina, los que presentaron diferencias importantes. Así mismo el estudio de Li *et al.*, (2020) en el tratamiento testigo en los cultivares Rainier y Bing observaron diferencias en la concentración de sólidos solubles y en la firmeza al momento de cosecha, mientras que en el tamaño de fruto no encontraron diferencias. Por su parte, Milatovic *et al.*, (2013) realizaron pruebas en el comportamiento de varios cultivares (injertados sobre Gisela 5), observaron que los sólidos solubles presentaron diferencias que van desde 13,7% en Early Lory a 18,4% en Skeena, mientras que la firmeza de pulpa también presentó diferencias entre los cultivares, siendo Cristalina, Skeena, Cordia y Regina aquellos cultivares con mejor firmeza. Por último, en el estudio de Flores (2019), al comparar los efectos de la cobertura plástica en los cultivares Regina y Bing, también observaron diferencias entre los cultivares estudiados. En donde Regina presentó mayor firmeza y calibre, mientras que en la concentración de sólidos solubles no se observó diferencia.

Las principales diferencias entre cultivares radicaría principalmente en la duración de sus periodos fenológicos. Lapins es un cultivar de cosecha media a tardía, desde la segunda o tercera semana de diciembre en la zona central de Chile, mientras que Santina es un cultivar de cosecha

temprana, siendo desde la segunda o tercera semana de noviembre (Labra *et al.*, 2005). La diferencia en la duración de la maduración determinaría las diferencias en los valores de las variables estudiadas. Según los resultados de este estudio se puede deducir que mientras más acelerado es el crecimiento, la fruta tendería a acumular una menor cantidad de azúcar, conservar una mayor firmeza y presentar un menor calibre. En relación con los sólidos solubles, Milatovic *et al.*, (2013) en su estudio encontró que los cultivares tardíos tenían más sólidos solubles que los cultivares tempranos. Además, los datos de Zhao *et al.*, (2013), que observó que el cultivar Selah, de maduración tardía, tenía fruta más grande en comparación con Bing, de maduración media y Chelan, de maduración temprana, mientras que en la firmeza Chelan tenía una textura más firme que los otros dos cultivares. Sin embargo, Milatovic *et al.*, observó una mejor firmeza en cultivares de maduración media y algunos tardíos.

Ahora bien, en este estudio los sólidos solubles y el calibre concuerdan con lo discutido anteriormente, exceptuando los resultados de calibre en Santina sin cubierta plástica en donde se señaló que esto se debió a un error experimental. Sin embargo, en la firmeza de ambos cultivares sin cubierta, Santina presenta una menor firmeza que Lapins, a pesar de ser un cultivar más prematuro. Esto podría estar explicado por que en la temporada hubo lluvias estivales y días con bajas temperaturas, más una helada el 4 de septiembre, lo que afectó en mayor medida a Santina al ser más precoz y sobre todo a aquella que se encuentra sin cobertura plástica.

#### 4.2 ANDEVA multifactorial

Cuadro 4.2.1: Análisis estadístico multifactorial para las variables de madurez y calidad de fruto; firmeza (Kg cm<sup>-2</sup>), calibre (mm) y sólidos solubles (°Brix). Diferencias estadísticas entre los factores de tipo de cubierta plástica y cultivares. Temporada 2019-2020.

Tratamiento	Firmeza	Calibre	Sólidos Solubles
"A" Tipo de Cobertura			
Con Cubierta	234,919	28,1889	17,4694
Sin Cubierta	271,607	32,9274	20,8164
Significancia	*	*	*
"B" Cultivar			
Santina	249,818	32,8576	17,91
Lapins	256,708	28,2587	20,375
Significancia	ns	*	*
"AxB" Interacción			
Significancia	*	*	*

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias, test tukey (HSD),  $p < 0.05$ ; \* = significancia; ns = no significancia.

Como en los análisis anteriores se determinó que dependiendo del tipo de cobertura y el tipo de cultivares existen diferencias significativas para las variables medidas en este estudio, es necesario realizar un análisis multifactorial entre estos dos factores.

En este análisis se determinó que existe una interacción significativa entre los factores “Tipo de cobertura” y “Tipo de cultivar”, por lo que el efecto de esta interacción resultaría más importante que los efectos de los factores de forma individual.

### 4.3 Análisis de componentes principales

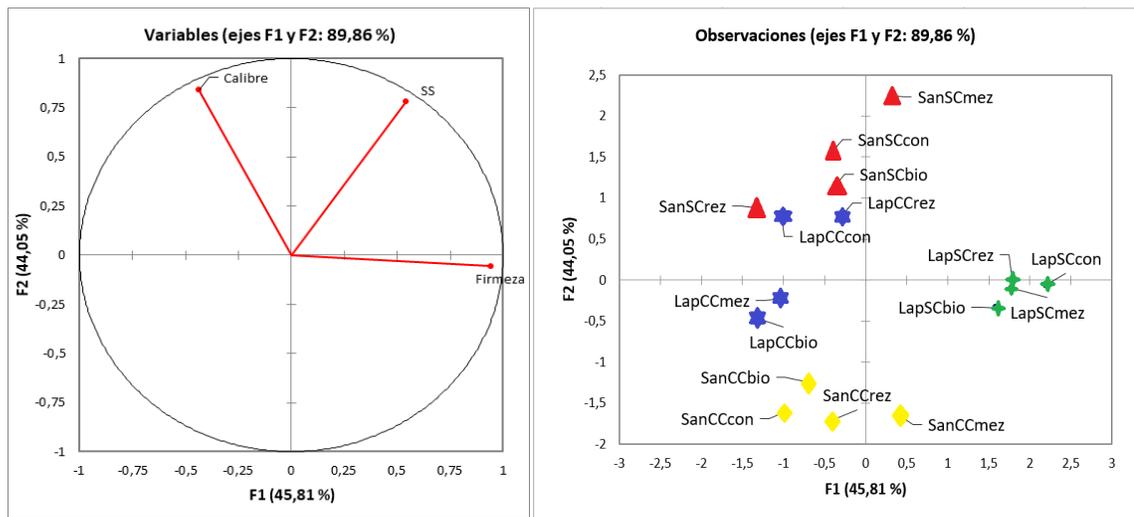


Figura 4.1: Análisis de componentes principales (ACP), a la izquierda se analizan las variables firmeza, calibre y sólidos solubles. A la derecha se observan todos los tratamientos con sus tipos de cubierta y cultivares, en ambos casos se consideran los datos obtenidos a momento de cosecha, temporada 2019/2020.

En relación al comportamiento de las variables, estas pueden ser explicadas por los factores o componentes principales. El factor 1 explica un 44,05% de la variabilidad de los datos, mientras que el factor 2 explica el 45,81%, en su conjunto ambos factores explican el 89,86% de la variabilidad total de los datos (Figura 4.1).

En la Figura 4.1 podemos observar que las tres variables medidas se encuentran muy cercanas al círculo de correlación, lo que indicaría que estarían muy representadas en el círculo de correlación. En el caso de la firmeza, esta estaría muy bien representada por el factor 1, con un porcentaje del 94%, esto se explica por la proximidad entre el vector y el eje x, ya que mientras más cercano esté un vector a un eje es porque está explicando de mejor manera el eje. Sin embargo, al analizar la cercanía con otros puntos y el ángulo de inserción de los vectores respecto del origen no se observa una gran correlación entre ellos.

Respecto de las variables de sólidos solubles y calibre, estas se encuentran muy bien explicadas por el factor 2, los sólidos solubles presentan una representación de 78% y el calibre 84%. Al contrario que en el caso de la firmeza, estas variables se encuentran más cercanas entre sí, y están explicadas de forma positiva por el factor 2, por ende, estas variables presentan una mayor correlación entre ellas.

Por otro lado, en la izquierda de la figura 4.1 podemos observar que existe una correlación negativa para el factor 1 entre la firmeza y el calibre (ya que el factor 1 puede explicar el 43% de la variabilidad del calibre). Si bien no es una relación lineal inversamente proporcional, ya que los ángulos de inserción de los vectores respecto del origen no forman 180°, de igual manera al existir una correlación negativa significaría que al aumentar una de las variables, la otra debe disminuir en algún grado. De acuerdo con lo anterior Gil (2012b), afirma que el ablandamiento de la cereza es continuo desde enero, asociado a un aumento de volumen. De igual manera Bastías y Leyton (2018) encontraron una disminución de la firmeza cuando existen mayores calibres, lo que estaría asociado a una dilución de la concentración de Ca en la fruta. El Ca sería de suma importancia en la pérdida de la firmeza ya que es un nutriente vegetal esencial y desempeña un papel importante en las paredes celulares y en la integridad de las membranas (Correia *et al*, 2019), pero no solo por la dilución de Ca podría producirse la disminución de la firmeza al aumentar los calibres, sino que también en los sólidos solubles en general.

En el lado derecho de la figura 4.1 podemos observar cuales de las mediciones se asocian de mejor o peor manera a las variables, mientras los datos estén más cerca de las variables observadas en el lado izquierdo de la figura, es porque presentan mayor relación, pero aquellos datos que se encuentren en el cuadrante opuesto y con un Angulo aproximado de 180° es porque se encuentran en una condición inversa a la variable analizada.

En todos los tratamientos de Santina sin cobertura plástica podemos observar que las mediciones se encuentran muy relacionadas con las variables de calibre y sólidos solubles (lo del calibre estaría asociado al error experimental en la medición). De igual manera, aunque con menos intensidad, Lapins con cobertura plástica se encuentra bien relacionado para los tratamientos de ReZist y Control. Sin embargo, los datos de todos los tratamientos de Santina con cubierta plástica no son bien representadas por estas variables, ya que se encuentran en los cuadrantes opuestos y con ángulos cercanos a 180°, por lo que serían los sitios de mediciones con calibres y concentración de sólidos solubles inferiores.

En el caso de todos los tratamientos de Lapins sin cubierta plástica, los datos se encuentran en el sector de firmeza, por lo que estas mediciones presentaron datos mayores de firmeza, pero por el contrario los tratamientos Mezcla y Bio-Hold de Lapins con cubierta plástica son aquellos sitios de muestreo con menores firmezas.

## 5 CONCLUSIONES

En cuanto a la utilización de los bioestimulantes estudiados, en términos generales no presentaron diferencias estadísticamente significativas en la firmeza y en la concentración de sólidos solubles. Mientras que en el calibre sí se observaron diferencias significativas. Al respecto, las plantas que no fueron tratadas con bioestimulantes (tratamiento testigo) fueron las que presentaron los mayores calibres.

Respecto al uso de las cubiertas plásticas en general sí mostraron diferencias significativas. Al respecto, los sólidos solubles fueron menores en árboles manejados bajo cubierta plástica, lo que sería por efecto del sombreado generado por la cobertura plástica. En cuanto al calibre, en Lapins fue mayor en los árboles bajo cubierta plástica, mientras que en el caso de Santina hubo un error experimental, por lo que no fue considerado como resultado. Por último, la firmeza en Lapins fue menor en los árboles bajo cubierta plástica, lo que estaría explicado por una mayor temperatura en esa condición que aceleraría la maduración. Sin embargo, en Santina los árboles al aire libre presentaron mayor firmeza, esta no fue estadísticamente superior respecto de los que observó bajo cubierta plástica.

En el caso de los cultivares, sí se registró diferencias para las variables medidas. En cuanto a los sólidos solubles, estos fueron mayores en Lapins, de igual manera Lapins presentó mejores calibres bajo cubierta plástica, mientras que en firmeza Santina al aire libre presentó mejores resultados. Estas diferencias varietales radicarían principalmente en la duración de sus periodos fenológicos, siendo Santina un cultivar mucho más precoz que Lapins.

Como futura investigación sería interesante poder evaluar el efecto de estos bioestimulantes en árboles que presenten más de una o dos temporadas de aplicación, para observar si de esta manera se registraría un efecto positivo en las variables medidas en este estudio. Además, sería bastante interesante estudiar el efecto de estos bioestimulantes en plantas sometidas a diferentes intensidades de estrés, ya sea estrés hídrico o vegetativo como daño por heladas o por una mala aplicación de algún otro producto que pudiera generar estrés para la planta.

## 6 REFERENCIAS

- Abud, C. Cuevas, R. Ahumada, L. 2018. Cobertores plásticos en cerezo, productividad y calidad de la fruta. Boletín técnico Pomáceas, Vol. 18, n° 4. Universidad de Talca. Talca. Chile. 3 p
- Aburto, J. 2020. Efecto de las condiciones microambientales en la calidad y condición de las cerezas cv Santia (*Punus avim* L.) creciendo bajo dos tipos de cubiertas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Talca. Talca, Chile. 27 p.
- Alcaino, M. 2018. Visión Global de la Producción y Comercialización de Cerezas. Decofrut. Recuperado de: <https://www.globalcherrysummit.com/wp-content/uploads/2018/04/1.-Visi%C3%B3n-Global-de-laProducci%C3%B3n-y-Comercializaci%C3%B3n-de-Cerezas-Sr.-Manuel-Jos%C3%A9-Alcaino-es.pdf>. Consultado el 2 de junio de 2020.
- Aliaga, O. 2017. Cerezos: escenario actual, desafíos y calidad de fruta, Boletín técnico de Pomáceas, Vol. 17, n°6. Centro de Pomáceas. Universidad de Talca. Talca. Chile. 1 y 4 p.
- Arribillaga, D. 2013. Manejo de pre y post cosecha del cultivo del cerezo (*Prunus avium* L.) en Chile Chico, Región de Aysen. Boletín INIA n° 265. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Coyhaique, Chile. 29 p.
- ASOEX. 2019. Comité de las cerezas de ASOEX estima nuevo récord: 209 mil toneladas de cerezas chilenas serán exportadas esta temporada 2019-2020. Asociación de Exportadores de Frutas de Chile (ASOEX). Recuperado en < <https://www.asoex.cl/component/content/article/25-noticias/659-comite-de-cerezas-de-asoex-estima-nuevo-record-209-mil-toneladas-de-cerezas-chilenas-seran-exportadas-esta-temporada-2019-2020.html> > Consultado el 5 de julio de 2020.
- Balbontín, C. Ayala, H. Bastías, R. Tapia, G. Ellena, M. Torres, C. Yuri, J. Ríos, J. Silva, H. 2013. Cracking in sweet cherries: A comprehensive review from a physiological, molecular, and genomic perspective. Chilean Journal Of Agricultural Research. Chile. 66 p.
- Balbontín, C. Gutiérrez, C. Wolff, M. Figueroa, C. 2018. Effect of abscisic acid and methyl jasmonate preharvest applications on fruit quality and cracking tolerance of sweet cherry. INIA Quilamapu. Chilean Journal Of Agricultural Research 78, 438-446 P.
- Bastias, R. Leyton, M. 2018. Produccion de cerezos bajo rafia plásticos7. Revista frutícola, Copefrut. Vol 40, n° 2. Chile. 10 y 13 p.
- Candan, A. 2006. Cosecha y postcosecha de cerezas. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Argentina. 2 y 4 p.
- CIREN. 1997. Estudio agrologico VII Región. Descripciones de suelo materiales y símbolos. Publicación CIREN n° 117. Centro de Información y Recursos Naturales. Chile. 184 y 185 p.
- CIREN. 2018. Catastro frutícola Principales resultados Región de O´Higgins. Centro de información y recursos naturales (CIREN). Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA). Chile. 43 p.

- CIREN. 2019. Catastro frutícola Principales resultados Región del Maule. Centro de información y recursos naturales (CIREN). Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA). Chile. 38 p.
- Correia, S. Queirós, F. Ribeiro, C. Vilela, A. Aires, A. Barros, A. Schount, R. Silva, A. Goncalves, B. 2019. Effects of calcium and growth regulators on sweet cherry (*Prunus avium* L.) quality and sensory attributes at harvest. University of Trás-os-Montes e Alto Douro. *Scientia Horticulturae* 248, 231-240 p.
- Diezma, B. Maraño, A. Ruiz, M. Flores, L. Diez, J. 2001. Firmeza de la fruta: determinación por métodos no destructivos. *Revista Horticultura*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid (ETSIA). Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España. 2 p.
- Ellena, M. 2012. Formación y sistemas de conducción del cerezo dulce, Capítulo 6; Poda. INIA-Corfo. Chile. 109 y 166 p.
- Flores, C. 2017. Uso del cobertor antipartidura y su efecto sobre la calidad y condición de la fruta y fisiología de cerezos (*Prunus avium* L.) cultivares Big y Regina. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Talca. Talca, Chile. 17 p.
- Garrido, I. Matamala, J. Sánchez, F. 1994. Caracterización físico-hídrica de los suelos de Péncahue. Instituto de investigaciones Agropecuarias. Comisión Nacional del Riego. INIA Quillamapu- CNR. Chillan. Chile. 11 p.
- Garrido, M. 2012. Valorización del efecto antioxidante, potenciador del descanso nocturno y favorecedor del estado anímico de un producto elaborado a base de cerezas del Valle del Jerte. Universidad de Extremadura. Facultad de ciencias, Departamento de Fisiología. España. 11 y 12 p.
- Gil, G. 2009. Fruticultura: el Potencial Productivo, crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos. Cuarta edición actualizada. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Ediciones UC. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 32 p.
- Gil, G. 2012a. Fruticultura: La producción de Fruta, Frutales de climas templados y subtropical. Tercera edición actualizada. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Ediciones UC. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 29, 103, 159 y 296 p.
- Gil, G. 2012b. Fruticultura: Madurez de la fruta y manejo poscosecha, Frutas de clima templado y subtropical. Tercera edición actualizada. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Ediciones UC. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 69 y 70 p.
- Giménez, M. Valverde, J. Valero, D. Guillén, F. Romero, D. Serrano, N. Castillo, S. 2014. Quality and antioxidant properties on sweet cherries as affected by preharvest salicylic acid and acetalsilicylic acids treatments. University Miguel Hernandez. *Food Chemistry* 160, 226-232 p.
- Gonçalves, B. Morais, M. Sequeira, A. Ribeiro, C. Guedes, F. Silva, A. Aires, A. 2020. Quality preservation of sweet cherry cv. "Stacaato" y using glycine-betaine or *Ascophyllum nodosum*. University os Trás-os-Montes e Alto Douro. *Food Chemistry* 322, 126713.

- Gonzáles, D. Serradilla, M. López, M. Bernalte, M. 2013. Compuestos bioactivos en cerezas: Identificación, cuantificación y distribución en diferentes cultivares de cerezas tipo 'Picotas'. Interempresas. Horticultura. Universidad Nacional de educación a distancia. Hortofruticultura, Centro de investigación de la finca La Orden. Escuela de Ingenierías Agrarias, Universidad de Extremadura. Recuperado en < <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/111154-Compuestos-bioactivos-cerezas-Identificacion-cuantificacion-distribucion-diferentes.html> > Consultado el 8 de julio de 2020.
- Halpern, M. Bar-Tal, A. Ofek, M. Minz, D. Muller, T. Yermiyahu, U. 2014. Advanced in Agronomy. Chaper Two – The use of Bioestimulants for Enhancing Nutrient Uptake. Recuperado en < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S006521131400008X> > Consultado el 20 de agosto de 2020.
- Kader, A. Arpaia M. Mitchan, E. Cantwell, M. Reid, M. Crisosto, C Suslow, T. Thompson, Jim. 2009. Fruit ripening and ethylene management. Postharvest Technology Center. University of California. Davis, Estados Unidos. 2 p.
- Labra, E. Astudillo, O. Riquelme, J. 2005a. Fruticultura: Establecimiento de huertos de cerezos. Boletín INIA n° 130. Ministerio de Agricultura. INIA-Raihuén. Villa Alegre, Chile. 42 p.
- Lang, GA. 2014. Growing sweet cherries under plastic covers and tunnels: physiological aspects and practical considerations. Department of Horticulture, Michigan State University. Acta Horticulturae 1020, 303-312 p.
- Lemus, G. 2005a. El cultivo del cerezo. Boletín INIA, n° 133. INIA-La platina. Santiago, Chile. 11 y 15 p.
- Li, M. Cheng, S. Wang, Y. Dong, Y. 2020. Improving Fruit Coloration, Quality Attributes, and Phenolics Content in "Rainier" and "Bing" Cherries by Gibberellic Acid Combined with Homobrassinolide. Journal of Plant Growth Regulation. 39: 1130-1139 p.
- Mathias, K. Ah-Hen, K. 2014. El color en los alimentos un criterio de calidad medible. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 39 p.
- Mika, A. Buler, Z. Wójcik, K. Konopacka, D. 2019. Influence of the plastic cover on the protection of sweet cherry fruit against cracking, on the microclimate under cover and fruit quality. Journal of Horticulture Research, vol n° 37. Poland. 31-37 p.
- Milatovic, D. Durovic, D. Dordevic, B. Vulic, T. Zec, G. 2013. Testing of sweet cherry cultivar son "Gisela 5" rootstock. Faculty of Agriculture, University of Belgrade. Acta Horticulturae 981. 167-172 p.
- Morales, P. 2017a. La importancia de utilizar bioestimulantes hormonales en años de alta carga, potenciando el crecimiento y desarrollo de nuestros frutos. Revista Redagícola. Chile. 32 p.
- Morales, A. 2017b. Manual de manejo agronomico del arándano. Boletín INIA n° 06. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Raihuén, Santiago, Chile. 43 p.
- Moreno, R. 2019. Alcances para una buena floración, cuaja y retención de fruta. Redagícola. Stoller. Recuperado en < <https://www.redagricola.com/cl/alcances-para-una-buena-floracion-cuaja-y-retencion-de-fruta/> > Consultado el 20 de agosto de 2020.

- Morillas, J. Delgado, J. 2012. Análisis nutricional de alimentos vegetales con diferentes orígenes: Evaluación de capacidad antioxidante compuestos fenólicos totales. Universidad Católica San Antonio de Murcia. Dpto Tecnología de la Alimentación y Nutrición. España. 8 p.
- Muñoz, M. 2015. Cerezas-exportaciones-producción-precios-variedades. Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA). Chile. 3 y 5 p.
- ODEPA. 2018. Catastro frutícola. Oficina de estudios y políticas agrarias, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, Chile. Recuperado en < <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-delsector/catastros-fruticolas/catastro-fruticola-ciren-odepa> > Consultado el 1 de junio de 2020.
- ODEPA. 2019. CATASTRO FRUTÍCOLA PRINCIPALES RESULTADOS Región del Maule / Julio 2019. Oficina de estudios y políticas agrarias, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, Chile.
- Param, N. Zoffoli, J. 2016. Genotypic differences in sweet cherries are associated with the susceptibility to mechanical damage. Facultad de agronomía e ingeniería forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Scientia Horticulturae 211. 410-419 p.
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. LAPINS. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV). Estación experimental La Palma. Recuperada en < <http://eelapalma.pucv.cl/web/?portfolio=lapins> > Consultado el 21 de junio de 2020.
- Rodríguez, J. 2019. Caracterización de las variables de madurez en cerezo (*Prunus avium* L.) cv. Lapins bajo cubierta plástica. Universidad de Talca. Talca. Chile. 9, 18, 26 y 28 p.
- PDT cerezos. 2010b. Fichas técnicas variedades. Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF). Programa de difusión tecnológica en cerezos (PDT cerezos). Chile. 3 p.
- Prochile, 2017. Estudio de mercado cerezas. Documento elaborado por la Oficina Comercial de Chile en Hong Kong y Macao RAE's. ProChile. Ministerio de relaciones exteriores. Chile. 3, 9 y 10 p.
- Sánchez, J. 2019. Comportamiento del cerezo en ambientes modificados. Boletín Técnico Pomáceas, vol n°109. Talca, Chile. 13 p.
- Santibáñez, F. Santibáñez, P. Gonzales, P. 2016. Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050. Información Para el Desarrollo Productivo Ltda (INFODEP). Ministerio del Medio Ambiente. Chile. 43 p.
- Schmidt. L. 2017. Cerezas chilenas: ¿Cuáles son los precios que pagan los chinos y que causaron la queja asiática?. Radio agricultura. El agro. Recuperada en < <http://elagro.radioagricultura.cl/2017/05/11/cerezas-chilenas-cuales-los-precios-pagan-los-chinos-causaron-la-queja-asiatica/> > Consultado el 18 de junio de 2020.
- Stoller, a. Ficha técnica, Bio-Hold. Recuperada en < <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjSILWs57nqAhXRK7kGHSLRCJ0QFjAAegQIBRAB&url=http%3A%2F%2Fwww.stoller.cl%2Fftecnic> >

a%2FBIO\_HOLD1219.pdf&usg=AOvVaw0UNbnWb7WjMlejGTFDfWGw > consultado el 6 de junio de 2020.

- Stoller, b. Ficha técnica, ReZist. Recuperada en < [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiQ-L\\_I57nqAhWMJrkGHecpAQgQFjABegQIAxAB&url=http%3A%2F%2Fwww.stoller.cl%2Ftecnica%2FRezist\\_1219.pdf&usg=AOvVaw1cZhinpiLAP9cmUPs0DMBe](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiQ-L_I57nqAhWMJrkGHecpAQgQFjABegQIAxAB&url=http%3A%2F%2Fwww.stoller.cl%2Ftecnica%2FRezist_1219.pdf&usg=AOvVaw1cZhinpiLAP9cmUPs0DMBe) > consultado el 6 de junio de 2020.

- Stoller, c. Rezist. Resistencia natural a enfermedades para su cultivo. España. 1 y 2 p.

- Stoller, 2010. Ensayo ReZist. Departamento Tecnico Stoller. 2 y 3 p.

- Soto, P. 2017. Cerezas, análisis de un mercado en expansión y recomendaciones de negocios para un caso aplicado. Universidad técnica Federico Santa Maria. Santiago. Chile. 2,3, 7 y 20 p.

- Tapia, C. 2018. Mejoramiento genético del cerezo en Chile. Boletín técnico pomáceas, Vol. 18, n° 6. Universidad de Talca. Talca. Chile. 8 p.

- Tapia, C. 2017. Los desafíos técnicos para mantener y mejorar la sólida posición de Chile en la producción cereza. Especial 33, Red agrícola. Chile. 1 p.

- Valencia, D. 2019. Efecto del uso de coberturas plásticas sobre productividad y parámetros de calidad en cerezas (*Prunus avium* L.) cv. Santina y Lapins. Facultad de ciencias agronómicas y de los alimentos. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. 4, 6 y 13 p.

- Wallberg B. y Sagredo, K. 2014. Vegetative and reproductive development of 'Lapins' sweet cherry trees under rain protective covering. Acta Horticulturae. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 411-418 p.

- Zhao, Y. Collins, H. Knoles, N.R. Oraguzie, N. Respiratory activity of 'Chelan', 'Bing' and 'Selah' sweet cherries in relation to fruit traits at green, white-pink, red and mahogany ripening stages. Washington State University. Scientia Horticulturae 161. 239-248 p.