



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**EFFECTOS EN EL USO DE COBERTOR Y BIOESTIMULANTES SOBRE
NUMERO DE FRUTOS, PESO FRESCO Y PESO SECO EN CEREZO (*Prunus
avium* L.) cv. LAPINS Y SANTINA.**

MEMORIA DE TÍTULO

ÁLVARO FRANCISCO SANHUEZA GONZÁLEZ

TALCA- CHILE

2021

CONSTANCIA

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



Talca, 2021

HOJA DE APROBACIÓN

APROBACIÓN: 6.2



Profesor Guía: Ing. M. Sc. AgroTIC y M. Sc. Horticultura Agr. Dr. Cesar Acevedo Opazo.



Profesor Co-guía: Ing. Agr. Dr. Ciencias Agrarias Paulo César Cañete Salinas.

Fecha de presentación de la Defensa de Memoria: 10 de mayo de 2021

RESUMEN

Durante los últimos años, el cultivo del cerezo ha incrementado su producción y exportación, posicionando a nuestro país como el principal exportador del hemisferio sur. Debido a la alta demanda de este frutal, su distribución geográfica se ha incrementado de manera exponencial en la zona centro y centro sur de nuestro país, caracterizándose por presentar condiciones edafoclimáticas privilegiadas para su producción. Dado los avances tecnológicos se han implementado varias tecnologías y productos que facilitan su producción. Entre estas tecnologías destacan el uso de bioestimulantes y de cobertores plásticos anti-partidura. La presente investigación tiene como objetivo evaluar el uso de cobertor plástico y aplicaciones foliares de bioestimulantes sobre el número de frutos y peso de la fruta en cerezos (*Prunus avium* L.) cv. Lapins y Santina en un huerto comercial. El presente estudio se realizó durante la temporada 2019-2020 en el valle de Pencahue, Región del Maule, en donde se evaluaron 4 ensayos: Lapins con y sin cobertura y Santina con y sin cobertura. Evaluándose además el uso de bio-estimulante, mediante un diseño en bloques completamente al azar con 3 repeticiones por tratamiento: i) T0 – control; ii) T1 – bio-estimulante Resist; iii) T2 – bio-estimulante Bio-Hold; y iv) T3 – mezcla de ambos bio-estimulantes. El uso de bioestimulantes mostró diferencias significativas en el número de frutos de ambos cultivares. Algo similar se observó al utilizar cobertor plástico, registrando diferencias significativas entre los tratamientos, incrementando tanto en el peso como en el número de frutos en ambos cultivares. Con relación a los cultivares se observaron diferencias significativas entre ellos, registrando el mayor número y peso de frutos en el cv. Lapins.

ABSTRACT

In recent years, cherry cultivation has increased its production and export, positioning our country as the main exporter in the southern hemisphere. Due to the high demand for this fruit tree, its geographical distribution has increased exponentially in the central and south-central areas of our country, characterized by having privileged edaphoclimatic conditions for its production. Given the technological advances, several technologies and products have been implemented that facilitate their production. These technologies include the use of biostimulants and plastic anti-splitting covers. The present research aims to evaluate the use of plastic covers and foliar applications of biostimulants on the number of fruits and fruit weight in cherry trees (*Prunus avium* L.) cv. Lapins and Santana in a commercial orchard. The present study was carried out during the 2019-2020 season in the Pehuen Valley, Maule Region, where 4 trials were evaluated: Lapins with and without cover and Santana with and without cover. In addition, the use of biostimulant was evaluated by means of a completely randomized block design with 3 repetitions per treatment: i) T0 - control; ii) T1 - Resist bio-stimulant; iii) T2 - Bio-Hold bio-stimulant; and iv) T3 - mixture of both bio-stimulants. The use of biostimulants showed significant differences in the number of fruits of both cultivars. Something similar was observed when using plastic cover, registering significant differences between treatments, increasing both the weight and the number of fruits in both cultivars. Regarding the cultivars, significant differences were observed between them, registering the highest number and weight of fruits in cv. Lapins.

INDICE

	Página
1.- INTRODUCCIÓN	9
1.1.- Hipótesis	11
1.2.- Objetivo general	11
1.3.- Objetivos específicos	11
2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
2.1.- El cultivo del cerezo	12
2.2.- Cultivar	13
2.3.- Portainjerto.	13
2.4.- Cambio climático	14
2.5.- Partidura de las cerezas	14
2.6.- Manejo de partidura en el campo	15
2.7.- Cobertor plástico	15
2.8.- Uso de bioestimulantes en agricultura	16
3.- MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1.- Lugar y sitio del estudio	19
3.2.- Diseño experimental	19
3.3.- Mediciones de campo	22
3.4.- Análisis estadístico	23
4.- RESULTADOS	25
4.1.- Caracterización climática de la temporada	25
4.2.- Análisis de componentes principales	28
4.3.- Efecto de bioestimulantes en los componentes del rendimiento	30
5.- CONCLUSIONES	44
6.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
7.- ANEXOS	49

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 3.1 Condiciones para cada uno de los ensayos.	19
Cuadro 3.2 Descripción de los tratamientos	21
Cuadro 3.3 Fecha de mediciones de peso de fruto.	23
Cuadro 3.4 Fecha de medición de numero de frutos en la planta.	23
Cuadro 4.1 Efecto de los tratamientos de bioestimulante sobre peso fresco de fruto (g).	30
Cuadro 4.2. Efecto de los tratamientos de bioestimulante sobre peso seco de fruto (g).	30
Cuadro 4.3 Efecto de los tratamientos de bioestimulante sobre el número de frutos.	31
Cuadro 4.4: Efecto de la cubierta sobre el peso y número de frutos.	34
Cuadro 4.5 Efecto de la variedad sobre el peso (g.) y número de frutos.	37
Cuadro 4.6 Análisis multifactorial	40
Cuadro 4.7 Rendimiento potencial del cultivar Santina bajo cubierta	41
Cuadro 4.8 Rendimiento potencial del cultivar Santina sin cubierta	41
Cuadro 4.9 Rendimiento potencial del cultivar Lapins bajo cubierta	42
Cuadro 4.10 Rendimiento potencial del cultivar Lapins sin cubierta	42

INDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1: Diseño experimental ensayo Cerezo.	20
Figura 2. Fotografías aplicaciones tratamientos en cada una de las condiciones de manejo y variedades en estudio.	22
Figura 3: Gráfica temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones mensuales. Puntos rojos representan fechas de helada (-2,2 y -4°C). Las líneas naranjas representan las temperaturas máximas, mientras las líneas azules representan las temperaturas mínimas, según el eje del lado derecho. Las barras grises representan la pluviometría acumulada durante ese mes, según el eje del lado izquierdo.	25
Figura 4: Análisis de componentes principales (ACP) a la izquierda se analizan las variables peso seco, peso fresco, N° de frutos y rendimiento. A la derecha se observan todos los tratamientos. Dónde: SC (sin cobertura), CC (con cobertura), SAN (Santina), LAP (Lapins), CON (control), MEZ (mezcla), BIO (BioHold), REZ (Rezist); cultivar Santina figuras rojas, cultivar Lapins figuras azules, con cobertura triángulos y sin cobertor círculos.	28

1 INTRODUCCIÓN

El cerezo (*Prunus avium* L.) es una especie vegetal que actualmente se ha convertido en uno de los frutales más relevantes y rentables dentro del sector frutícola chileno. La producción de cerezas presenta la gran ventaja de ser comercializada en el mercado internacional durante contra estación, es decir, proporciona fruta cuando los países del hemisferio norte no disponen de ésta (DIRECON, 2017), ofreciendo cerezas que son altamente apetecidas por los consumidores de los mercados asiáticos (90%), principalmente China, Japón y Corea del Sur (Soto, 2017). Esto ha provocado una fuerte alza en la expansión de este cultivo en el territorio nacional, ocasionando una fuerte demanda y altos precios en los mercados internacionales.

En la actualidad, Chile se ha posicionado como el principal productor del hemisferio sur, alcanzando el 20% del volumen mundial, con un total de 179.900 toneladas de fruta exportada durante la temporada 2018-2019 (ODEPA, 2019). Chile posee una superficie aproximada de 30.134 hectáreas plantadas de cerezo, distribuidas entre las regiones de Coquimbo y Aysén (Vial, 2019). Los cultivares más plantados en años recientes son: Santina, Lapins y Regina. La producción de cerezas está concentrada en la zona centro sur de Chile, entre la región de O'Higgins y Maule, donde predomina un clima mediterráneo con estación seca en verano y lluvias en invierno (González, 2019).

Un aspecto innovador en los huertos de cerezos que ha ido ganando terreno en la fruticultura chilena, es el uso de cobertores antipartidura, con el fin de mejorar la calidad y condición de la fruta a cosecha. En la actualidad existe una amplia gama de cobertores, siendo los de polietileno de alta densidad (rafia), los más utilizados. Esta técnica ha tomado fuerza el último tiempo como medida de mitigación a condiciones climáticas adversas, como la lluvia y las bajas temperaturas (eventos de heladas). En cerezos, los cobertores son utilizados entre floración y cosecha, aunque el uso permanente de éstos podría evitar condiciones estresantes en postcosecha, lo que podría repercutir positivamente en la temporada siguiente (Yuri, Lepe y Fuentes 2018).

Como un complemento al uso de coberturas, está la aplicación de productos bioestimulantes, los cuales buscan promover o retrasar los procesos fisiológicos de la planta, a través de distintos mecanismos de ajuste de esta, dependiendo del objetivo del productor. Los bioestimulantes son sustancias orgánicas utilizadas para potenciar el máximo crecimiento y desarrollo de las plantas y los frutos, además, de entregar mayor resistencia a las condiciones de estrés bióticos y abióticos, como son las temperaturas extremas, estrés hídrico por déficit o exceso de agua, salinidad, toxicidad, incidencia de plagas y enfermedades (Morales,2017). Su composición puede incluir hormonas vegetales como lo son las auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido salicílico, ácido jasmónico además de diferentes nutrientes y mezclas de sustancias o microorganismos.

Los bioestimulantes pueden ser aplicados a los huertos vía foliar o a través del sistema de riego (fertiriego) y estos pueden ser absorbido por los distintos tejidos vegetales de las plantas (hojas, brotes, tallos y raíces).

Actualmente una importante superficie de huertos de cerezos se maneja con cobertor, debido a las exigencias de calidad que impone el mercado. Es un manejo que ha ido en aumento al pasar de los años, debido a las condiciones climáticas cada vez más adversas y variables en nuestro país, principalmente lluvias. Sin embargo, aún no existe información contundente de cómo esta práctica de manejo aumentaría la producción y los atributos de calidad de la fruta. Por lo tanto, el presente estudio propone la siguiente hipótesis de trabajo y objetivos de investigación:

1.1 Hipótesis

La utilización de cobertor plástico en conjunto con la aplicación de bioestimulantes en cerezos, permitiría aumentar de manera significativa el rendimiento.

1.2 Objetivo general

Evaluar el efecto en el número de frutos, peso de la fruta en cerezos (*Prunus avium* L.) cv. *Lapins* y *Santina* manejados con y sin cobertor plástico y con aplicaciones foliares de bioestimulantes.

1.3 Objetivos específicos

Evaluar el efecto del uso de bioestimulantes sobre el número de frutos y peso de la fruta en cerezos cv. *Lapins* y *Santina*.

Evaluar el efecto del uso de cobertor plástico sobre el número de frutos y peso de la fruta en cerezos cv. *Lapins* y *Santina*.

Evaluar el efecto de los cv. *Lapins* y *Santina* sobre el número de frutos y peso de la fruta en cerezos.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 El cultivo del cerezo

El cerezo (*Prunus avium L.*), tiene su origen en Asia y se distribuyó por el mundo, siendo los primeros colonizadores quienes trajeron este frutal hacia América. Es un árbol caducifolio de gran estructura, posee un crecimiento acrotónico, es decir, el crecimiento de las yemas apicales inhibe el desarrollo de los brotes laterales, por lo que se traduce en una alta dominancia apical. El crecimiento anual de los brotes en cerezo comienza al fin de la floración y decae hacia mediados del verano, es vigoroso pudiendo alcanzar hasta dos metros de longitud (Cazanga *et al.*, 2012). Sin embargo, es un árbol que ramifica poco en comparación con otras especies como duraznero o damasco (Donoso *et al.*, 2007). Posee flores simples, de color blanco, que se agrupan en corimbos de una a cinco flores. Estas inflorescencias se ubican en yemas florales de la base en madera del año o también en yemas ubicadas en dardos en madera de 2 años o más (Ellena, 2006). La especie se caracteriza por poseer flores hermafroditas autoestériles, debido a la incompatibilidad gametofítica, característica otorgada por el gen denominado “S”. Pero a través de continuos trabajos de mejoramiento genético que se desarrolló a partir de este gen, se han generado diversos cultivares autofértiles, como es el caso de variedades tales como Lapins, Sunburst, Sweet heart, Santina, entre otras (Quero-García *et al.*, 2017).

El fruto del cerezo corresponde a una drupa formada por un carozo o endocarpio que contiene una semilla cubierta por una testa dura, la pulpa o mesocarpio es la parte comestible y el epicarpio correspondiente a la piel (Labra *et al.*, 2005).

2.2 Cultivar

El cultivar Santina es un cultivar originado en Canadá, fue obtenida mediante la cruce de cultivares “Stella” x “Summit” (Quero-García *et al.*, 2017). Es una variedad temprana en la temporada, firme de piel y brillante con un pedicelo medio a largo, siendo muy susceptible a partidura. Esta dentro del grupo de variedades de cerezos auto fértiles y requiere entre 600-800 horas frío bajo 7°C (Ellena, 2006).

El cultivar Lapins presenta un vigor medio a alto en combinación con los diferentes portainjertos, ya sean de alto, medio o bajo vigor. Ha mostrado ser una variedad muy efectiva en términos de cuaja de frutos, por lo que se opta por podas fuertes tanto en invierno como en verano. En producción, se ha observado un mejor resultado en los rendimientos, sin perder calibre en combinación con portainjertos como Pontaleb y CAB 6P, por sobre los patrones Colt, Gisela 6 y MaxMa 14 (Quero-García *et al.*, 2017). Es característico también del cultivar su adaptabilidad a distintas zonas edafoclimáticas, desde la zona centro al sur de Chile. Es considerada como una variedad tolerante al cracking o partidura por efecto de la lluvia (Ellena, 2006).

2.3 Portainjerto

La elección del portainjerto es primordial para decidir la combinación a plantar en un huerto de cerezo, ya que al utilizar un determinado portainjerto se busca otorgar ciertas características deseadas al cultivar (Ayala, 2009). Uno de ellos y uno de los más comunes, es Colt, compatible con la mayoría de las variedades, siendo su principal inconveniente su gran vigor y baja precocidad (Ayala, 2009), requiere de suelos de buen drenaje, aunque es moderadamente resistente a la asfixia y pudrición de raíces, resistente al cáncer bacterial, pero muy sensible a *Agrobacterium spp* (agalla de la corona). Sin embargo el uso de portainjertos vigorosos o semivigorosos como Gisela 6, Gisela 12, Colt y/o CAB6P pueden resultar arboles excesivamente grandes que se vuelven difíciles de mantener bajo cobertor plástico (Quero-García *et al.*, 2017).

2.4 Cambio climático

El cambio climático se define como “*un cambio en el clima atribuido directo e indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables*” (CMNUCC, 1992). Esto ha sido un tema preocupante a nivel mundial, debido que el aumento de emisiones antropógenas de gases del efecto invernadero (GEI) registrados en los últimos años ha ido en alza y siendo sumamente probable que hayan sido las causas dominantes del calentamiento observado a partir de la segunda mitad del siglo XX (Pachauri *et al.*, 2014). La agricultura es muy vulnerable frente a este escenario, debido que proyecciones hacia el año 2100 para Chile indican aumento en las temperaturas en 2°C (Pachauri *et al.*, 2014), lo que provocaría una reducción en la producción de las especies agrícolas de interés económico (Nelson *et al.*, 2009). Además, esta alza en las temperaturas provocaría una reducción en la capacidad de la cordillera para almacenar nieve, lo que afectaría directamente la disponibilidad de agua para la agricultura. Asimismo, cambios en los regímenes de lluvias durante la temporada han evidenciado pérdidas en la producción de cultivos, debido a la presencia de lluvias estivales y períodos de calor extremo durante la temporada de crecimiento de los frutos.

2.5 Partidura de las cerezas

Las cerezas son sensibles al cracking o partidura de frutos, afectando en mayor grado a zonas donde se producen lluvias durante el período de madurez de los frutos, siendo uno de los factores limitantes para la producción comercial de esta fruta y en algunos casos ocasionar la pérdida total de la producción (Ellena, 2006). El fruto del cerezo presenta una curva de crecimiento doble sigmoidea, que divide el período de desarrollo del fruto en tres etapas, siendo la fase III caracterizada por la expansión celular, etapa que atribuye el tamaño final de la fruta y que presenta la mayor susceptibilidad a la partidura.

Entre los factores que incidirían en la aparición del daño por partidura en cerezas se encuentran el cultivar, condiciones de crecimiento, riego, manejo, portainjerto, tamaño del fruto y el contenido de sólidos solubles en la fruta a medida que está madura (Balbontín

et al., 2013). Estudios han evidenciado que las partiduras en cerezas es causada por un exceso de suministro de agua hacia la fruta después de una lluvia, debido al aumento del flujo de agua desde la superficie del fruto hacia el interior y desde el suelo a través de los sistema vascular de la planta (Measham, 2010). Sin embargo, estudios realizados han demostrado que la principal causa se debe a la absorción de agua a través de la epidermis del fruto (Ellena, 2006).

2.6 Manejo de partidura en el campo

En la actualidad existen estrategias para reducir la incidencia de partiduras en el campo, como los sistemas químicos, genéticos y físicos. El primero consiste en aplicaciones en base a calcio para reforzar las paredes y reducir la velocidad de absorción de agua. Por otro lado, el mejoramiento genético busca otorgar variedades más resistentes al cracking y los sistemas físicos principalmente consiste en la utilización de cubiertas plásticas sobre la hilera de plantación para evitar el contacto de agua de lluvia con los frutos (Ellena, 2006).

2.7 Cobertor plástico

Estudios han evidenciado la eficacia de las cubiertas plásticas para prevenir partidura en cerezas (Børve *et al.*, 2003). Dichas cubiertas son fabricadas con polietileno, el cual agrupa una familia numerosa de polímeros de distintas estructuras moleculares y que confieren distintas características. Al respecto existe el polietileno de Alta Densidad (PEAD), Polietileno de Baja Densidad (PEBD) y Polietileno Lineal de Baja Densidad (PELBD), diferenciándose por sus características de resistencia, flexibilidad y coloración (González-Viñas *et al.*, 2003).

Lluvias cercanas a cosecha o durante esta pueden afectar severamente la producción de cerezas, debido a que estas son muy susceptibles al *cracking* o partidura. Esta última es uno de los factores abióticos que más afectan la calidad de la cereza, de esta manera limita también su producción en zonas con abundante lluvia durante el periodo de madurez de

la fruta (Flores, 2017), principalmente desde el periodo fenológico de fruto pajizo en adelante.

El cobertor ha mostrado tener un efecto de protección del fruto frente a eventos de heladas radiativas. Asimismo, es muy importante la elección del cobertor, ya sea plástico de tipo técnico o rafia, esto se debe a que se ha demostrado que existe relación en cuanto a la tasa fotosintética al utilizar uno u otro tipo de cobertor, debido a que existe una barrera física que impide parcialmente la transmisión de luz. Si bien la diferencia no es significativa en días soleados, es considerablemente menor en días nublados (Bastías, 2018). Otro factor importante que ha quedado en evidencia es la temperatura bajo el cobertor, en donde frutos bajo techo presentaron en promedio 4°C menos que frutos sin cobertura (Ellena, 2012).

Otra variante del cobertor es el uso de macro túneles plásticos, los cuales son comunes en países de Europa y China. Estos simulan ser un gran invernadero que representa un elevado costo de inversión para el productor. Sin embargo, traen consigo otros beneficios que de cierto modo justifican el alto nivel de inversión por unidad de superficie. Así, es de consenso general lo positivo que es implementar cobertores antipartidura en huertos comerciales, ya que disminuye la fruta partida y por consiguiente se obtiene mayor volumen de fruta apta para ser exportada (Lang, 2014).

2.8 Uso de bioestimulantes en agricultura

Bioestimulante es cualquier sustancia o microorganismos que, aplicados a una planta, poseen la capacidad de mejorar la eficiencia de absorción y asimilación de nutrientes, otorgando en ciertas ocasiones tolerancia al estrés biótico y abióticos, mejorando las características productivas en cultivos y frutales (Yhony *et al*, 2020). Estos contienen microorganismos vivos o compuestos naturales derivados de organismos como bacterias,

hongos y algas que mejoran el crecimiento y restauran la fertilidad del suelo (Abdel-Raouf *et al*, 2012).

El uso de estos productos generan efectos de biorreguladores que estimulan el crecimiento de los cultivos, constituyendo la base de la fertilidad del suelo, pudiendo generar un triple efecto: físico, químico y biológico. Cuando estas sustancias son aplicadas a diferentes cultivos son capaces de aumentar los rendimientos, mejorar la resistencia al frío y la tolerancia a la salinidad. Dentro de este grupo se encuentran una serie de productos que estimulan el crecimiento vegetativo de la planta donde han sido aplicados (Borrero *et al*, 2011).

2.8.1 Bio-Hold

Es un bioestimulante en base a cobalto cuya función principal es disminuir el contenido de etileno en la etapa de floración, desarrollo de fruto, semillas y tejidos de reserva. También produce un aumento en los frutos cuajados y la floración, siendo posible mejorar la calidad de frutos.

El Cobalto es capaz, según varios estudios, de inhibir la transformación de ACC a Etileno, produciendo un retraso en la madurez y, además, logrando un aumento en la vida de postcosecha de la fruta (Moreno, 2019). Este bioestimulante en base a cobalto, puede ser utilizado principalmente en frutales como en cerezos, otros carozos y también en papa (Jordán & Casaretto, 2006).

2.8.2 ReZist

Este producto contiene en su formulación ácido salicílico, el cual le otorga a la planta gran resistencia a condiciones de estrés ambiental, reactivando el metabolismo de las

plantas sometidas a condiciones de estrés biótico y abiótico. De acuerdo con los estudios de Stoller, los microelementos presentes en su formulación son Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Manganeseo (Mn), quienes promueven la actividad enzimática y el funcionamiento de las plantas, produciendo un aumento en los rendimientos (Ficha Técnica, Stoller).

Este bioestimulante es capaz, al igual que el producto anterior, de producir un aumento en la vida de postcosecha de la fruta. El ácido salicílico puede ser utilizada en cereales, hortalizas y en varios tipos de frutales, incluido el cerezo (Jordán & Casaretto, 2006).

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar y sitio del estudio

El estudio se realizó durante la temporada 2019-2020 en la agrícola ganadera y forestal fundo el Guindo limitada, en un huerto ubicado en la comuna de Penciahue, VII Región del Maule, Chile. (35° 24' S; 71° 46' O). El clima de la comuna de Penciahue es clasificado como mediterráneo de estación seca prolongada, es decir con un periodo sin precipitaciones entre los meses de octubre a marzo. La temperatura promedio mínima es de 4,4°C y la máxima de 30°C, con una precipitación anual de 700 mm.

3.2 Diseño experimental

El estudio fue llevado a cabo en dos variedades, correspondiendo cada una de ellas a un ensayo por separado. El primer ensayo fue realizado en el cv. Lapins, mientras que el segundo fue realizado sobre el cv. Santina. Ambas variedades se encontraban sobre portainjerto Maxma 14 y Cab 6 p, fueron evaluadas en condición con y sin cobertura plástica (Cuadro 3.1)

Cuadro 3.1 Condiciones para cada uno de los ensayos.

Condiciones
Cv. Lapins sobre Cab 6 p con cobertor plástico.
Cv. Santina sobre Cab 6 p con cobertor plástico.
Cv. Lapins sobre Maxma 14 sin cobertor plástico.
Cv. Santina sobre Maxma 14 sin cobertor plástico.

Para cada una de estas combinaciones (cultivar, portainjerto y cobertor), se evaluaron 3 tratamientos más el control: T0 control (sin aplicación); T1 ReZist (100 cc/Hl/); T2 Bio-Hold (150 cc/Hl); y T3 ReZist+Bio-Hold (combinación de las dosis anteriores) (Cuadro 3.2; Figura 2). El experimento consideró bloques completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento, donde cada repetición corresponde a un bloque. La unidad experimental está representada por dos plantas (Figura 1).

	T0		T1		T2	
	T3		T2		T0	
	T2		T0		T1	
	T1		T3		T3	

Figura 1. Diseño experimental ensayo Cerezo. Este diseño se repite para cada una de las condiciones antes mencionadas.

A continuación, se detallan los tratamientos evaluados en este estudio:

Cuadro 3.2 Descripción de los tratamientos.

Ensayo	Bloque	Tratamiento	Descripción	Fechas de Aplicación		
				F1	F2	F3
Santina	CC (Con cobertura)	T0	Testigo	-	-	-
		T1	ReZist	12/09/19	03/10/19	
		T2	Bio-Hold			
		T3	ReZist+Bio-Hold			
	SC (Sin cobertura)	T0	Testigo			-
		T1	ReZist	12/09/19	03/10/19	
		T2	Bio-Hold			
		T3	ReZist+Bio-Hold			
Lapins	CC (Con cobertura)	T0	Testigo			-
		T1	ReZist	03/10/19	18/11/19	25/11/19
		T2	Bio-Hold			
		T3	ReZist+Bio-Hold			
	SC (Sin cobertura)	T0	Testigo			
		T1	ReZist	03/10/19	18/11/19	03/12/19
		T2	Bio-Hold			
		T3	ReZist+Bio-Hold			



Figura 2. Fotografías aplicaciones tratamientos en cada una de las condiciones de manejo y variedades en estudio.

3.3 Mediciones de campo

Las mediciones realizadas en el estudio se focalizaron principalmente en la evaluación de los componentes del rendimiento y la condición de fruta del cerezo.

Para determinar el rendimiento y la curva de crecimiento de los cerezos, se realizaron mediciones de peso fresco y peso seco de fruta de manera periódica cada 15 días, con una medición final adicional al momento de cosecha. Para el peso seco, las cerezas fueron secadas por 48 hrs a 60°C en una estufa de aire forzado (marca Memmert, modelo UF750, Schwabach, Alemania), para luego ser pesadas con una balanza analítica (marca Veto, modelo A6709163, Santiago, Chile), la misma que fue utilizada para determinar el peso fresco del fruto antes de ser sometidos los frutos al secado en estufa.

Por otro lado, se realizó un conteo final de frutos a cosecha en uno de los árboles de cada unidad experimental. Este árbol no fue utilizado durante la temporada para ninguna otra medición, de tal forma de no alterar el número de frutos en el árbol.

Cuadro 3.3 Fecha de mediciones de peso de fruto.

Nº medición	Fecha	Cubierta	Variedad
1	08-11-2019	CC	Santina
2	21-11-2019	CC	Santina
1	08-11-2019	SC	Santina
2	21-11-2019	SC	Santina
1	08-11-2019	CC	Lapins
2	22-11-2019	CC	Lapins
3	27-11-2019	CC	Lapins
1	08-11-2019	SC	Lapins
2	22-11-2019	SC	Lapins
3	04-12-2019	SC	Lapins

Cuadro 3.4 Fecha de medición de número de frutos en la planta.

Nº medición	Fecha	Cubierta	Variedad
1	11-11-2019	CC	Santina
1	21-11-2019	SC	Santina
1	27-11-2019	CC	Lapins
1	04-12-2019	SC	Lapins

3.4 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), para evaluar diferencias estadísticas en cada uno de los factores analizados, para ellos se evaluaron diferencias entre cultivares, tratamientos y uso de cubierta para todas las variables medidas durante la temporada (apartado 2.3). Posteriormente a este análisis se realizó una prueba de comparación

múltiples de medias (Tukey <0.05). El ANOVA y separación de medias fue realizado con el software Statgraphics Centurion XVI. Para la homogeneidad de varianza fue considerado el teste de Levenne, con $\text{valor}_p \geq 0,05$.

Adicionalmente se realizó un análisis multivariado de la información mediante un análisis de componentes principales (ACP), para todas las variables mencionadas en el apartado 2.3. ACP fue realizado mediante el programa estadístico XLSTAT Pearson edition 2014.5.03 (Excel 2016).

4 RESULTADOS Y DISCUCIONES

4.1 Caracterización climática de la temporada

En la figura 3 se muestra el periodo de la temporada, que abarca el sistema productivo del cerezo (desde mayo a diciembre) en el hemisferio sur. En ésta se muestran las temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones mensuales del periodo. Al final del invierno, se destacan 2 fecha en las cuales se registraron dos eventos importantes de heladas (cuadrados en color rojo en figura 3).

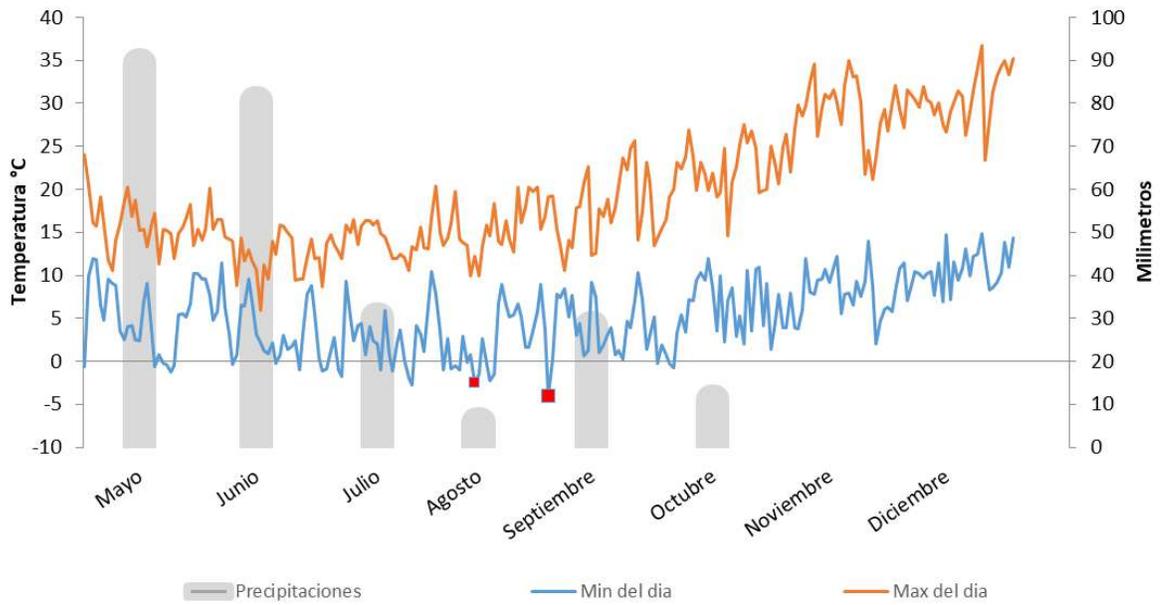


Figura 3: Temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones mensuales. Puntos rojos representan eventos de helada ($-2,2$ y -4°C). Las líneas naranjas representan las temperaturas máximas, mientras que las azules las temperaturas mínimas (ver eje lado derecho). Las barras grises representan la pluviometría mensual acumulada (ver eje lado izquierdo).

La fecha en la que se registró el primer evento de helada fue el 13 de agosto del 2019, periodo fenológico de yema hinchada del cerezo (Sotomayor, 1995), con una duración de 4 horas, en las cuales se registraron temperaturas inferiores a los 0 °C (desde las 05:00 a 08:00 am). Un momento clave de este evento fue el registro de temperatura que alcanzaron los -2,2 °C alrededor de las 07:00 am. Es importante destacar que en el caso de los cerezos temperaturas inferiores a los -1,5 °C generan daños significativos en el rendimiento final, especialmente en períodos fenológicos sensibles (flor y fruto recién cuajado) (Valenzuela, 1981).

El segundo evento de helada fue registrado el 3 de septiembre del 2019 (periodo fenológico de botón blanco), en esta fecha se observó un período de 6 horas con temperaturas bajo los 0 °C (desde las 03:00 hasta las 09:00 am). En esta ocasión el evento se registró a las 08:00 am con temperatura que alcanzaron los -3,5 °C. En esta oportunidad las plantas se encontraban en el período fenológico de inicio de flor (botón blanco), lo cual habría afectado el rendimiento final, especialmente en las plantas manejadas sin cubierta plástica. En el caso del uso de cobertor, éste aumenta la temperatura del microclima de las plantas entre 0,72 a 0,92 °C (Mejias, 2020). De las dos variedades estudiadas, Santina se encontraba mayoritariamente en el estado de yema hinchada, mientras que Lapins con yemas cerradas o recién abriendo, por lo cual, el daño fue mayor en la primera variedad.

El estado más sensible a heladas del cerezo es plena flor, siendo los estados fenológicos anteriores a éste capaces de tolerar temperaturas incluso más bajas que las registradas durante ambos eventos de heladas. Ballard, (1997) señala que para que en plena floración ocurra un 10% de daño, la temperatura debe alcanzar los -2,2°C, mientras que con -3,9°C se produce un 90% de daño.

El cambio climático es un fenómeno que se ha venido experimentando con mayor frecuencia en este último tiempo, por esto se ha tenido que incorporar en la producción frutícola medios técnicos que ayuden a mitigar sus efectos negativos. *Estudios han evidenciado la eficacia de las cubiertas plásticas para prevenir partidura en cerezas y en*

algunas ocasiones han ayudado a mitigar parcialmente el efecto de las heladas (Børve *et al.*, 2003).

Tal como lo observado por Borve *et al.*, (2003), los cobertores plásticos cumplirían un rol esencial en los cultivos, aunque no sólo en cerezos sino también en otras especies, dado que actúan como un escudo frente a condiciones climáticas que se presentan durante la temporada, como lluvias y heladas.

El daño por frío se origina debido a que en el estado de puntas blancas, la temperatura crítica es de -2.2°C (Longstroth *et al.*, 1996) matando aproximadamente el 10% de las yemas expuestas por más de 30 minutos a esta temperatura.

Más adelante, podremos observar que en los cultivares estudiados se registran algunos beneficiados debido al uso de cobertor, influyendo directa y positivamente en algunos resultados que se muestran a continuación.

4.2 Análisis de componentes principales

Como primer punto se realizará un análisis de componentes principales (ACP), el cual se presenta en la siguiente figura (Fig. 4).

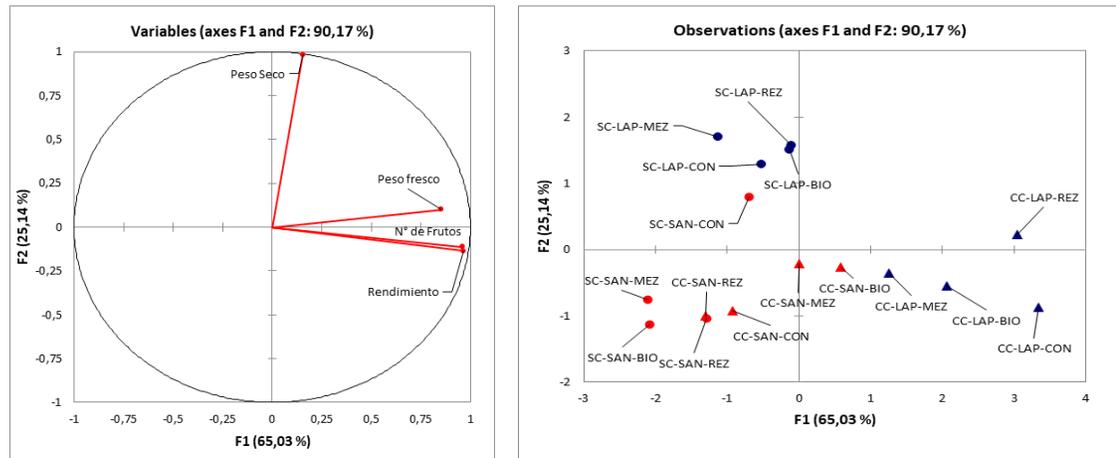


Figura 4: Análisis de componentes principales (ACP) a la izquierda se analizan las variables peso seco, peso fresco, N° de frutos y rendimiento. A la derecha se observan todos los tratamientos. Dónde: SC (sin cobertura), CC (con cobertura), SAN (Santina), LAP (Lapins), CON (control), MEZ (mezcla), BIO (BioHold), REZ (Resist); cultivar Santina figuras rojas, cultivar Lapins figuras azules, con cobertura triángulos y sin cobertura círculos.

En la figura 4, se presenta la distribución bidimensional obtenida por los componentes del rendimiento analizados en este estudio. El Eje_F1 explica el 65% de la variabilidad total, mientras que el Eje_F2 explica el 25%, evidenciando la existencia de una alta correlación entre las variables analizadas en ambos ejes. En conjuntos ambos Ejes explican el 90% de la variabilidad total de los datos.

Se observa en primer lugar que las variables de peso fresco, número de frutos y rendimiento estarían siendo explicadas principalmente por el Eje_F1 con un 73%, 92% y 93%, respectivamente. Mientras que la variable de peso seco sería explicada exclusivamente por el Eje_F2 en un 97%. Asimismo, las tres primeras variables analizadas

estarían directamente relacionadas entre ellas, lo que estaría indicando que el mayor rendimiento estaría correlacionado con el mayor peso fresco de los frutos y mayor número de frutos. A su vez estas dos variables estarían pobremente relacionadas con la variable de peso seco de los frutos.

Además, se puede observar que existe una relación negativa entre el Eje_F2 y las variables de peso fresco, número de frutos y rendimiento. Esta relación no es inversamente lineal, dado que los ángulos de inserción de las variables respecto del origen no forman un ángulo de 180° entre ellas. Sin embargo, igualmente se observaría una correlación negativa, que indicaría que al aumentar una de las tres primeras variables (peso fresco, número de frutos y rendimiento), la cuarta variable (peso seco de fruto) disminuir en algún grado.

De esta misma manera, se puede explicar la correlación positiva que existe entre las variables peso fresco, número de frutos y rendimiento, ya que estas variables en conjunto definirían el rendimiento potencial. Así a medida que aumenta el peso fresco de los frutos aumenta el rendimiento de las plantas, como también aumentaría el número de frutos incrementando el rendimiento final del árbol (Gil, 2012).

Por otro lado, podemos observar que el mayor rendimiento se observaría en los tratamientos de la variedad Lapins manejada con cubierta y con aplicaciones de Rezist. Por el contrario, los menores rendimientos se observarían en los tratamientos aplicados en la variedad Santina manejadas sin cubierta. Lo anterior podría deberse al efecto que habrían tenido la ocurrencia de las dos heladas registradas al inicio de la temporada, las cuales habrían afectado negativamente a la variedad más precoz (Santina), manejada sin cubierta.

4.3 Efecto de bioestimulantes en el peso fresco, peso seco y número de frutos

4.3.1 Efectos sobre las variables estudiadas

Con la finalidad de determinar diferencias entre los productos evaluados, se realizó un análisis de varianza, el cual es presentado en los cuadros 4.1; 4.2; y 4.3.

Cuadro 4.1. Efecto de los tratamientos de bioestimulante sobre peso fresco de fruto (g).

Tratamiento	Santina CC	Santina SC	Lapins CC	Lapins SC
Control	11,12	11,38	12,31	8,36
BioHold	11,95	9,91	12,28	8,70
Rezist	10,50	10,13	13,37	8,76
Mezcla	10,24	9,85	12,15	8,15
Significancia	n.s	n.s	n.s	n.s

*Letras distintas indican diferencias significativas en prueba en Tukey HSD $p \leq 0,05$. * Significancia $<0,05$; n.s. no significativo.*

Cuadro 4.2. Efecto de los tratamientos de bioestimulante sobre peso seco de fruto (g).

Tratamiento	Santina CC	Santina SC	Lapins CC	Lapins SC
Control	2,32	3,14 b	2,77	2,19
BioHold	2,54	2,45 a	2,80	2,36
Rezist	2,33	2,53 ab	3,08	2,33
Mezcla	2,61	2,58 ab	2,81	2,40
Significancia	n.s	*	n.s	n.s

*Letras distintas indican diferencias significativas en prueba en Tukey HSD $p \leq 0,05$. * Significancia $<0,05$; n.s. no significativo.*

Cuadro 4.3. Efecto de los tratamientos de bioestimulante sobre el número de frutos.

Tratamiento	Santina CC	Santina SC	Lapins CC	Lapins SC
Control	610,00 a	509,66	2325,00	714,66
BioHold	987,00 ab	392,00	1746,33	874,66
Rezist	672,33 a	572,00	1834,67	760,00
Mezcla	1313,00 b	339,00	1409,33	755,00
Significancia	*	n.s	n.s	n.s

*Letras distintas indican diferencias significativas en prueba en Tukey HSD $p \leq 0,05$. * Significancia <0.05 ; n.s. no significativo.*

En el cuadro 4.1, vemos que para Santina con cubierta no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, en la mezcla de ambos productos encontramos el menor peso fresco de fruto con valores de 10,2 g. Por su parte, Santina sin cubierta, no presenta diferencias significativas entre los tratamientos, sólo se observa una tendencia en los promedios, siendo mayor el tratamiento control, con un peso fresco de 11,4 g.

Un resultado distinto se observa en el cultivar Lapins, en donde tampoco se registraron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable peso fresco de fruto. En Lapins con cubierta y sin cubierta, el valor más alto fue para el tratamiento Rezist, con valores de 13.4 g y 8,8 g de peso, respectivamente.

De acuerdo con los resultados presentados, observamos que no se observan diferencias significativas al aplicar distintos tratamientos de bioestimulante en ninguno de los cultivares y condiciones de manejo. Un factor importante que se mencionó anteriormente y que es enfatizado por Morales, (2017) en sus estudios, es que los bioestimulantes no actúan por sí solos, son más bien un complemento al uso de coberturas, las que buscan promover o retrasar los procesos fisiológicos de la planta. Puede ser esto entonces la principal razón del porqué no se registraron grandes diferencias al usar un tratamiento u otro. Es importante señalar que durante el periodo de crecimiento de fruto, no se

registraron condiciones de restricción hídrica, situación que favoreció el desarrollo del fruto y enmascara la acción de este tipo de productos, ya que la mayoría de estos productos se expresan bajo condiciones de estrés ambiental.

En cuanto al peso seco, observamos en el cuadro 4.2, que en el cultivar Santana con cubierta no presenta diferencias significativas, ni tampoco una gran variación en el promedio de peso seco. Diferente es el caso de Santana sin cobertor plástico, la cual sí presentó diferencias significativas, siendo el Control el tratamiento que presentó el promedio más alto con un valor de 3,1 g mientras que el promedio de peso seco de los tratamientos con BioHold y Rezist fueron ambos de 2,5 g. Finalmente en este mismo cultivar, tras el uso de Mezcla, se obtuvo un promedio de 2,6 g.

El cultivar Lapins no presenta diferencias significativas, ni en el uso de cubierta como sin cubierta. En este cultivar, el mayor promedio fue observado en Lapins con cubierta en el tratamiento Rezist, con un valor de 3,1 g, mientras que el mayor promedio de peso seco de fruto observado en Lapins sin cubierta lo obtuvo la Mezcla (Resist + BioHold), con un valor de 2,4 g.

Giménez, (2015) observó que al utilizar Ácido Salicílico con dosis de 50 cc/Hl, generó un aumento del peso de los frutos en un 24% para la variedad Sweet Heart y del 39% para Sweet Late en relación con el tratamiento control, siendo la dosis de 50 cc/Hl de Ácido Salicílico la más efectiva en ese ensayo. En el caso de la presente investigación se observa el caso contrario, ya que los tratamientos Rezist y Mezcla no mostraron diferencias estadísticas significativas en comparación con el tratamiento control. Esto puede deberse a que los bioestimulantes no tuvieron un efecto fisiológico claro sobre las plantas. Al respecto se señala que para observar un efecto claro de estos productos es indispensable contar con una condición de estrés de las plantas, más específicamente en este caso hubiera sido interesante contar con un estrés hídrico moderado a fuerte, situación que no fue posible ya que el productor tiene la estrategia de sobre riego, para evitar cualquier tipo de estrés hídrico durante el periodo productivo del cerezo (Ellena & Rombolá, 2001).

A modo general, los resultados relacionados con el peso seco del fruto y los tratamientos de bioestimulantes aplicado no generaron diferencias significativas de acuerdo con los resultados observado, salvo el cultivar Santina sin cubierta, donde el promedio más alto se observó en el tratamiento control, con 3,1 g, en tanto el más bajo fue para el tratamiento de BioHold con 2,5 g. para esta variable.

Finalmente, en lo que se refiere al número de frutos (cuadro 4.3), se observan algunas diferencias. Al respecto es importante recordemos que los bioestimulantes, son un complemento al uso de cobertores, por esto, no es solo la aplicación de tratamiento con bioestimulantes, sino también el uso de cobertor la estrategia que permitiría tener resultados significativos.

En Santina con cobertor, la variable de frutos totales por planta presentó diferencias significativas. Así, el promedio más alto se obtuvo al utilizar la Mezcla de bioestimulantes, con un total de 1313 frutos, mientras que el valor más bajo fue observado en el tratamiento control, con 610 frutos. El cultivar Santina además de ser un cultivar más precoz, presenta una menor tasa de cuaja de frutos, por lo que una helada temprana afectaría de manera negativa el número de flores y de frutos totales cuajados (Álvarez, 2012).

Matte, (2018) mostró que antiguamente en Cerezos se usaba hormonas sintéticas para incentivar la cuaja. Sin embargo, hasta hace algunas temporadas atrás comenzó a utilizar BioHold, y observó que los resultados fueron iguales o en algunos casos superiores a los obtenidos a través del manejo tradicional. Al respecto obtuvo los siguientes resultados: el porcentaje de Cuaja Inicial (10 días después de plena flor) no presentó diferencia significativa, en cambio al porcentaje final de cuaja (5 días antes de cosecha), obteniendo un aumento de un 20 % al utilizar BioHold, como también se observó un aumento de 22,8% en el rendimiento por hectárea en cerezos cv. Bing y Stella.

4.3.2 Efecto de la Cubierta

Con la finalidad de determinar si existieron diferencias entre los tipos de cubierta evaluados, se realizó un análisis de varianza, el cual es presentado en el cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Efecto de la cubierta sobre el peso y número de frutos.

Tratamiento	Peso fresco		Peso Seco		Número de frutos	
	Santina	Lapins	Santina	Lapins	Santina	Lapins
Con cubierta	10,95	12,53 b	2,45	2,86 b	895,58 b	1828,83 b
Sin cubierta	10,32	8,49 a	2,68	2,32 a	453,16 a	776,08 a
Significancia	n.s.	*	n.s.	*	*	*

*Letras distintas indican diferencias significativas en prueba en Tukey HSD $p \leq 0,05$. * Significancia <0.05 ; n.s. no significativo.*

El uso de cubierta puede marcar diferencias significativas, esto se debe principalmente al medio de protección que le otorga al cultivo (modificación del microclima de la planta). Lluvias cercanas a cosecha o durante esta pueden afectar severamente la producción de cerezas, debido a que el fruto es muy susceptible al cracking o partidura. Esta última es uno de los factores abióticos que más afectan la calidad de la cereza, limitando su producción en zonas con abundante lluvia durante el periodo de madurez de la fruta y con bajas temperaturas durante floración (Flores, 2017). El peso fresco, peso seco y número de frutos pueden también verse afectados.

Es justamente lo expuesto por Flores lo que se evidencia en los cultivares estudiados, ya que es un hecho que las lluvias, las heladas y las variaciones de clima, afectan de manera significativa al cultivo del cerezo dependiendo del momento de la temporada y la intensidad del fenómeno. Esto se evidencia claramente en el cuadro 4.4, en donde ambos cultivares con cubierta presentan un valor promedio más alto para peso fresco y seco, y para número de frutos.

Tras analizar el uso de cubierta sobre los dos cultivares evaluados, tanto en Lapins y Santina, se observan diferencias significativas en el peso fresco del primer cultivar, con un promedio de 12,5 g, siendo mayor el tratamiento con cobertura. Por otro lado, en el cultivar Santina, no se observan diferencias significativas para la variable de peso fresco.

Para la variable de peso seco sólo en el cultivar Lapins se observan diferencias significativas en el tratamiento con cobertura, con un valor promedio de 2,9 g. versus el tratamiento sin cobertura con un peso seco de 2,32 g.

Finalmente, para la variable de número de frutos se observan diferencias significativas entre los tratamientos, siendo más favorable para el tratamiento con cobertura en ambas variedades, con valores promedios de 895,6 frutos/árbol en Santina y 1828,8 frutos/árbol en Lapins.

Warrington, (1999) plantea que el fruto comienza su crecimiento luego del proceso de cuaja, siendo este periodo donde se determina el número de células del fruto. Además, menciona que, en condiciones de baja competencia entre frutos, se ha observado una relación positiva entre la temperatura del aire, la división celular y el peso potencial de los frutos a la cosecha, en donde el peso de los frutos se favorece con una mayor temperatura durante el periodo posterior a plena floración (la temperatura óptima es de 20 a 25° C).

Es justamente el cobertor plástico quien podría tener un rol fundamental en mantener mayores temperaturas en las plantas en comparación a aquellas sin cobertor, además del riego la ocurrencia de lluvias durante el periodo de maduración y heladas durante el periodo de floración. Los resultados obtenidos por Warrington, (1999) podrían explicar de cierta medida los resultados obtenidos en el cuadro 4.4, en donde se ve que la condición de manejo con cubierta tienden a incrementar el peso y el número de los frutos, debido probablemente a una mayor temperatura microclimática bajo la cubierta plástica.

En el estudio realizado por Wallberg et al, (2014) obtuvieron mayores valores de peso fresco en frutos manejados con cubierta plástica en comparación con los frutos manejados

sin cobertura. En el caso de la condición con cubierta los resultados variaron según la fecha de muestreo, ya que el peso de los frutos se incrementó en el tratamiento con cobertura plástica utilizada desde inicios de brotación (cuatro meses antes de cosecha) en comparación con la fruta que fue tapada a partir de pinta (un mes antes de cosecha).

En un ensayo realizado por Flores, (2017) no se encontraron diferencias significativas en los cvs. Regina y Bing, en el peso de los frutos al ser manejados bajo cubierta plástica. Por el contrario, obtuvieron diferencias significativas en el rendimiento total por árbol durante la primera temporada manejada con cobertor. Asimismo, durante la segunda temporada no se observaron diferencias significativas de rendimiento por árbol entre los tratamientos manejados con y sin cobertura, lo que podría atribuirse a una helada en floración ocurrida durante la primera temporada de medición (Borve et al, 2003)

Otros autores han obtenido resultados similares a los registrados por Borve et al, (2003). Al respecto, (Rubauskis et al, 2013) no encontró diferencias estadísticamente significativas en el peso de fruto entre temporadas de estudios, al evaluar fruta manejada con y sin cobertura plástica durante la temporada.

El uso de cubiertas genera cambios en la transmisión de radiación y aumento de temperatura de 0,9° C, alterando el crecimiento vegetativo y reproductivo de los árboles. La precocidad de cosecha provoca un gran impacto económico en el retorno al productor, ya que las cerezas mejoran su tamaño (peso de fruto) al compararlas con las de los árboles al aire libre (Mejías, 2020).

El uso de cubiertas favorece el retorno floral, incrementando el número de flores por dardo, favoreciendo la concentración de almidón en estas. Este incremento de reservas induce una mayor cuaja de flores en cerezos (Marsal et al, 2009).

Finalmente, Aliaga (2017) menciona que en las últimas temporadas la calidad de la fruta ha sido buena y las cargas se han regulado de forma natural por las condiciones climáticas. Así, existen otros factores como lluvias durante floración lo mencionado por

Yuri, Fuentes y Lepe, (2018) que influyen en la disminución de cuaja y por consiguiente en la productividad. Estos investigadores señalan que el uso permanente de los cobertores puede repercutir positivamente en la temporada siguiente, proporcionando una mirada opuesta a la de Aliaga.

Según el estudio de Wallberg *et al*, (2014) afirman que el uso de cubiertas protectoras de lluvia en cerezas cv. Lapins afecta la fenología de las plantas, adelantando por completo la maduración de la fruta, la floración, y el tiempo de diferenciación de las yemas florales, estudio que fue realizado en Chile en la ciudad de Collipulli.

Por su parte, Tapia, (2018) realizó una evaluación donde probó el uso de cobertor desde yema hinchada a cosecha en comparación al huerto sin techo (testigo), en Royal Down y Bing. En condición bajo cubierta siempre observó un mayor peso y diámetro de fruta, posiblemente debido a una mayor humedad relativa. Esta condición colabora en generar una mayor expresión vegetativa, la que gatilla el aborto o caída de fruta, disminuyendo el número de frutos y favoreciendo su calibre. En síntesis, la mantención de una alta cobertura vegetal durante todo el período no es conveniente, a menos que se realice un manejo diferente de la ventilación, el control del vigor y la nutrición, básicamente reduciendo nitrógeno en primavera, y aumentando el calcio y potasio.

4.3.3 Efecto de la Variedad

Cuadro 4.5. Efecto de la variedad sobre el peso (g.) y número de frutos.

Tratamiento	Peso fresco		Peso Seco		Número de frutos	
	CC	SC	CC	SC	CC	SC
Santina	10,95 b	10,32 b	2,45 a	2,68	674,37 a	453,16 a
Lapins	12,53 a	8,49 a	3,11 b	2,32	1828,83 b	1302,46 b
Significancia	*	*	*	n.s.	*	*

*Letras distintas indican diferencias significativas en prueba en Tukey HSD $p \leq 0,05$. **

Significancia <0.05 ; n.s. no significativo.

Finalmente se comparó ambas variedades en cuanto peso y número de frutos. Para peso fresco se observan diferencias significativas entre los dos cultivares. Para el uso de cubierta, Lapins presentó mayor peso fresco con 12.53 g, mientras que sin cubierta el peso fresco de fruto fue mayor en la variedad Santina con 10,32 g.

En el caso de peso seco, solo se observaron diferencias significativas para el uso de cobertor, siendo mayor en la variedad Lapins con 3,1 g. En el tratamiento sin cobertor no se observaron diferencias entre las variedades.

En lo que confiere al número de frutos, se observaron diferencias significativas entre los cultivares, siendo mayor el cultivar Lapins para ambas condiciones de manejo, con un valor promedio de 1828 frutos con cubierta y 1302 frutos sin cubierta.

Los mayores valores observados en Lapins no son al azar, ya que son múltiples los factores que influyen en el resultado, una característica que podría influir más fuertemente fue observada por Querero y Garcia (2017). Ellos mencionan que el cultivar Lapins ha mostrado ser una variedad muy efectiva en términos de cuaja de frutos, con la implementación de podas fuertes tanto en invierno como en verano.

Durante el periodo de producción, se ha observado un mejor resultado en los rendimientos, sin perder calibre en combinación con portainjertos como Pontaleb y CAB 6P, por sobre los patrones Colt, Gisela 6 y MaxMa 14. Como se observó anteriormente, para cada factor estudiado existe un factor que puede influir directa e indirectamente sobre el rendimiento del cerezo.

Por otro lado, las heladas ocurridas durante la temporada afectaron mayormente a la variedad Santina por sobre Lapins, debido a que esta se encontraba en el periodo de yema hinchada, periodo susceptible a las bajas temperaturas. Esto lo podemos ver claramente representado en el número de frutos, variable que es ampliamente afectada por este tipo

de evento climático, ya que ocasiona el aborto prematura de yemas, lo que reducen drásticamente la cuaja potencial del cultivo.

Diferencias entre cultivares son observadas en estudios realizados por Tapia, (2018) quién analizó seis cultivares de cerezo, entre ellos Lapins y Santina ambos presentaron diferencias en el peso de fruto muy marcadas según tabla de calibres (en calibre G los frutos de Santina registraron valores 13,4 g en cambio en Lapins registraron valores de 17,2 g).

Se ha producido un cambio varietal importante, donde las variedades Lapins, Santina, Regina y Bing son las que predominan, aunque esta última está siendo desplazada por sus erráticas producciones anuales (Subercaseaux, 2019).

Las principales diferencias entre los dos cultivares en estudio es la duración de sus periodos fenológicos y el requerimiento de horas frío. Lapins es un cultivar que presenta una maduración de media estación a tardía (entre fines de noviembre e inicios de diciembre) en la zona central de Chile, mientras que Santina es un cultivar de cosecha temprana, cosechada a inicios de noviembre (Labra *et al*, 2005). La diferencia de los periodos de maduración de las cerezas determinaría las diferencias de las variables estudiadas. Según los resultados obtenidos podemos señalar que mientras más acelerado es el crecimiento del fruto este tiende a presentar un menor peso.

En relación con el peso fresco de los frutos Milatovic *et al*, (2013) observaron un mayor peso de frutos en los cultivares tardíos, ya que estos acumulan un mayor porcentaje de materia seca durante la temporada.

4.3.4 Factores en conjunto

Para evaluar todos los factores en conjunto, se realizó un análisis multifactorial el cual es presentado en el cuadro 4.6.

Cuadro 4.6. Análisis multifactorial

Tratamiento	Peso fresco	Peso seco	N° frutos
A tipo de cobertura			
CC	10,56	2,35	1362,21 b
SC	8,540	2,23	614,630 a
Significancia	n.s.	n.s.	*
B Cultivar			
Santina	9,77	2,28	674,38 a
Lapins	9,33	2,29	1302,46 b
Significancia	n.s.	n.s.	*
A x B interacción			
Significancia	n.s.	n.s.	*

*Letras distintas indican diferencias significativas en prueba en Tukey HSD $p \leq 0,05$. * significancia <0.05 ; n.s. no significativo.*

Al analizar los múltiples factores, se pudo determinar que para peso fresco y peso seco no se observaron interacción entre los factores (tipo de cubierta y variedad), mientras que para el número de frutos sí se observó interacción entre ambos factores. Por lo tanto, el efecto combinado de variedad y cubierta es más significativo que las diferencias generadas de forma independiente por ambos factores.

4.4 Rendimiento potencial obtenido por hectárea por tratamiento

Con la finalidad de determinar el rendimiento comercial alcanzado para cada uno de los tratamientos y condiciones evaluados, se presentan los resultados de peso y número de frutos en kg/ha en los siguientes cuadros.

Cuadro 4.7. Rendimiento potencial del cultivar Santina bajo cubierta

Componentes de rendimiento	Control	BioHold	Rezist	Mezcla
Peso de frutos (kg)	0,0111	0,012	0,0105	0,0102
Número de frutos	610	987	672	1313
Kg de fruta / planta	6,77	11,84	7,06	13,39
Rendimiento / ha. (Kg)	6013	10517	6266	11893

Al comparar el rendimiento para cada uno de los bioestimulantes evaluados, en la variedad Santina con cubierta, el tratamiento Mezcla es el más productivo con un total de 11.893 kg/ha, seguido por el tratamiento BioHold con 10.517 kg/ha, mientras que el tratamiento control fue el más bajo con un rendimiento de tan solo 6.013 kg/ha.

Cuadro 4.8. Rendimiento potencial del cultivar Santina sin cubierta

Componentes de rendimiento	Control	BioHold	Rezist	Mezcla
Peso de frutos (kg)	0,0113	0,0099	0,0133	0,0121
Número de frutos	510	392	572	339
Kg de fruta / planta	5,76	3,88	7,61	4,10
Rendimiento / ha. (Kg)	8204	4851	9510	5127

Para Santina sin cubierta, el tratamiento Rezist fue el más productivo con un total de 9.510 kg/ha, seguido por el tratamiento Control con 8.204 kg/ha, mientras que el rendimiento más bajo fue observado en el tratamiento de BioHold con tan sólo 4.851 kg/ha.

Cuadro 4.9. Rendimiento potencial del cultivar Lapins bajo cubierta

Componentes de rendimiento	Control	BioHold	Rezist	Mezcla
Peso de frutos (kg)	0,0123	0,0122	0,0133	0,0121
Número de frutos	2325	1746	1834	1409
Kg de fruta / planta	28,60	21,30	24,39	17,05
Rendimiento / ha. (Kg)	25395	18915	21660	15139

Para Lapins bajo cubierta el tratamiento Control fue el más productivo con un total de 25.395 kg/ha, seguido por el tratamiento Rezist con 21.660 kg/ha, mientras que el rendimiento más bajo lo obtuvo el tratamiento Mezcla con tan solo 15.139 kg/ha.

Cuadro 4.10. Rendimiento potencial del cultivar Lapins sin cubierta

Componentes de rendimiento	Control	BioHold	Rezist	Mezcla
Peso de frutos (kg)	0,0083	0,0087	0,0087	0,0081
Número de frutos	714	874	760	755
Kg de fruta / planta	5,93	7,61	6,61	6,12
Rendimiento / ha. (Kg)	7.408	9.505	8.265	7.644

Finalmente, para Lapins sin cubierta, la variación entre tratamientos fue menor, con tan solo 1.500 kg. El tratamiento BioHold es el más productivo con un total de 9.505 kg/ha, seguido por el tratamiento Rezist con 8.265 kg/ha, mientras que el tratamiento con menor rendimiento fue el Control con tan solo 7.408 kg/ha.

Los diferentes rendimientos obtenidos son relacionados al cultivar, donde Lapins presenta rendimientos más altos que Santina, siendo la mayor diferencia, la producción de Lapins bajo cubierta donde se obtienen rendimientos muy elevados en comparación a la misma Lapins sin cubierta.

Por otro lado, el cultivar Santina no presenta una alta variabilidad de rendimientos con y sin cubierta, pero si se observa un mejor rendimiento bajo cubierta en los tratamientos BioHold y Mezcla.

Sin duda, los mayores rendimientos alcanzados por el cultivar Lapins se debió a la alta carga frutal observada. Este fenómeno fue observado por Moreno (2002), quien señala que el peso y número de los frutos guarda una estrecha relación con la producción.

Si se compara los parámetros de calidad estándar de carga fruta, se observan los siguientes valores: 40 – 70 frutos/cm², 4 – 6 dardos/cm² y 70 – 90 frutos/metro lineal de rama, con una relación hoja : fruto de 4 : 5 y 200 cm² de área foliar por fruto (Whiting, 2005).

Exigencias actuales en los estándares productivos indican que el peso de fruto debe supera los 10 g. Así, en el presente estudio, los pesos promedio obtenido superaron los 10 g. con excepción del cv. Lapins sin cubierta el cual presentó un menor peso. Por otra parte, se desprender que el potencial de rendimiento de un cerezo bien manejado podría llegar fácilmente a las 30 ton/ha. De hecho, en el presente ensayo se logró un rendimiento de 25 ton/ha en el cv. Lapins manejado bajo cubierta en el tratamiento control.

5 CONCLUSIONES

En los tratamientos de bioestimulantes evaluados, los mejores resultados en número de frutos fueron obtenidos al utilizar de manera combinada BioHold y cobertor plástico. Asimismo, el tratamiento Mezcla (Resist + BioHold) obtuvo el segundo mejor resultado para la misma variable evaluada. Sin embargo, es importante señalar que bajo la estrategia de manejo hídrico sin restricción de este ensayo, los efectos fisiológicos de estos productos no fueron claros.

El uso de cobertor plástico generó diferencias significativas positivas en las variables de peso seco y número de frutos en los cultivares Lapins y Santina. Sin embargo no se observaron diferencias significativas para la variable de peso fresco entre los tratamientos con y sin cobertor.

En cuanto a la evaluación de los cultivares se observa que Lapins presentó consistentemente los valores más altos de rendimiento, número de fruto, peso fresco y peso seco en comparación con la variedad Santina. Estas diferencias podrían estar explicadas principalmente por la diferencia en el largo del ciclo productivo de ambos cultivares.

En base a los resultados obtenidos se puede señalar que sería recomendable una estrategia de manejo combinada que permita incrementar los principales componentes del rendimiento en cerezos, donde se debería acoplar el uso de cobertor plástico con la aplicación de bioestimulantes, tanto en Lapins como en Santina.

Finalmente, sería interesante replicar este ensayo de evaluación de bio-estimulantes en condiciones de manejo con niveles crecientes de restricción hídrica, con el objetivo de evaluar el real efecto que tendrían estos productos sobre el comportamiento fisiológico del cerezo en condiciones de estrés abiótico (falta de riego, altas temperaturas y baja humedad relativa). Lo anterior pensando en una posible estrategia futura de mitigación al cambio climático (eventos de sequía cada vez más recurrentes).

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Raouf, N., A. A. Al-Homaidan, and I. B. M. Ibraheem (2012). Microalgae and wastewater treatment. *Saudi J. Biol. Sci.* 19: 257-275. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2012.04.005>.
- Aliaga, O. 2017. Cerezos: escenario actual, desafíos y calidad de fruta, Boletín técnico de Pomáceas, Vol. 17, nº6. Centro de Pomáceas. Universidad de Talca. Talca. Chile. 1 y 4 p.
- Ayala, M. 2009. La evolución de los portainjertos para cerezos. *Agronomía y Forestal UC.* 39:22-25.
- Balbontín, C., Ayala, H., M. Bastías, R., Tapia, G., Ellena, M., Torres, C., ... Silva, H. (2013). Cracking in sweet cherries: A comprehensive review from a physiological, molecular, and genomic perspective. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73(1), 66–72. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392013000100010>
- Bastías, R., & Leyton, M. J. (2018). Producción de cerezos bajo rafia y plástico: Efectos en el microclima, calidad y condición de la fruta, 8–14. Recuperado de [file:///C:/Users/Raúl/Downloads/revista_fruticola_40_2_\(2\).pdf](file:///C:/Users/Raúl/Downloads/revista_fruticola_40_2_(2).pdf)
- Borrero, R., Rodríguez, A., Angarica, E.M., Rojas, O., (2011). Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*capsicum annun*, l) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido. *Ciencia en su PC* 4: 32-42. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba.
- Børve, J., Skaar, E., Sekse, L., Meland, M., & Vangdal, E. (2003). Rain Protective Covering of Sweet Cherry Trees-Effects of Different Covering Methods on Fruit Quality and Microclimate. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/f92f/741cb954b1b9b5e90e4eb39dc4be00dc0498.pdf>
- Cazanga, R., Leiva, C., von Bennowitz, E., Quiñones, X., Fredes, C., Hernández, J. P., ... Retamal, M. (2012). Antecedentes técnico y económicos para la producción de cerezo en la Región del Maule. Recuperado de [file:///C:/Users/Raúl/Downloads/ManualCerezo\(10\).pdf](file:///C:/Users/Raúl/Downloads/ManualCerezo(10).pdf)
- CMNUCC. (1992). CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- DIRECON, M. de R. E. (2017). Estudio de Mercado CEREZAS. Recuperado de http://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2017/09/pmp_cerezas_hong_kong_2017.pdf

- Donoso, J., Bastías, R., Lemus, G., & Silva, L. (2007). Crecimiento fenológico del cerezo en tres localidades de la VI Región. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/rayentue/centrocarozo/Informativo8.pdf>
- Ellena, M. (2006). Cultivo del cerezo para la zona sur de Chile. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33858.pdf>
- Flores, C., 2017. Uso de cobertor antipartidura y su efecto sobre la calidad y condición de la fruta y fisiología de cerezos (*Prunus avium* L.) Cultivares Bing y Regina. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Talca, Chile. 35 p.
- Gil, G. 2012. Fruticultura, madurez de la fruta y manejo poscosecha. Frutas de climas templado y subtropical. 3° edición, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 323 p.
- González, P. (2019). Variabilidad termo-pluviométrica en talca entre 1900 y 201. *Pomáceas, boletín técnico* 104: 2-5.
- Jordan, M. & Casaretto. (2006). Hormonas y Reguladores del crecimiento: Etileno, Ácido Abscisico, Brasinoesteroides, Poliaminas, Ácido Salicilico & Ácido Jasmonico. *Fisiología vegetal*, pp 2 - 12.
- Labra L, Ernesto, Astudillo M, Oscar y Riquelme S, Jorge (2005) Fruticultura: establecimiento de huertos de cerezos [en línea]. Villa Alegre: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 130. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7060> (Consultado: 7 abril 2021).
- Lang, G. A. (2014, February 15). Growing sweet cherries under plastic covers and tunnels: Physiological aspects and practical considerations. International Society for Horticultural Science. Recuperado de <https://scholars.opb.msu.edu/en/publications/growing-sweet-cherries-under-plastic-covers-and-tunnels-physiolog-3>
- Longstroth, M. R. L. Perry. (1996). Selecting the orchard site, orchard planning and establishment, p. 203 – 222.
- Mejias Barrera, P. (2020). Efecto del uso de coberturas en cerezos durante una helada en la región de Los Lagos. Recuperado de https://portaldelcampo.cl/Noticias/79376_Efecto-del-uso-de-coberturas-en-cerezos-durante-una-helada-en-la-regi%C3%B3n-de-Los-Lagos.html
- 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.

- Muñoz Villagrán, M. (2015). Cerezas: frutas en expansión Autor: Marcelo Muñoz V. Cerezas-exportaciones-producción-superficie-precios-variedades. Recuperado de www.odepa.gob.cl
- Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., ... Lee, D. (2009). Cambio Climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. <https://doi.org/10.2499/0896295370>
- ODEPA. (2019). Boletín de fruta fresca. Abril de 2019 - ODEPA | Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Recuperado Septiembre 05, 2019, de <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletin-de-fruta-fresca-abril-de-2019>
- Pachauri, R. K., Meyer, L., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., ... van Boxmeer, F. (2014). Cambio climático 2014. Recuperado de <http://www.ipcc.ch>.
- Quero-García, J., Lezzoni, A., Putawska, J., & Lang, G. (2017). Cherries (Botany, production and uses).
- Sotomayor, C. 1995c. Todo lo que usted desea saber sobre: El cerezo. Chile Agrícola. (3) 5: pp 149-151.
- Soto, P. A. (2017). Cerezas, análisis de un mercado en expansión y recomendaciones de negocio para un caso aplicado. Universidad Federico Santa María. Recuperado de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/22532/3560902048830UTFSM.pdf?sequence=1> HYPERLINK
- Stoller, a. Ficha técnica, Bio-Hold. Recuperada en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjSILWs57nqAhXRK7kGHSRLRCJ0QFjAAegQIBRAB&url=http%3A%2F%2Fwww.stoller.cl%2Ftecnica%2FBIO_HOLD1219.pdf&usg=AOvVaw0UNbnWb7WjMIejGTFDfWGw> 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=2ahUKEwiQL_157nqAhWMJrkGHecpAQgQFjABegQIAxAB&url=http%3A%2F%2Fwww.stoller.cl%2Ftecnica%2FRezi_st_1219.pdf&usg=AOvVaw1cZhinpiLAP9cmUPs0DMBe> consultado el 6 de junio de 2020.
- Valenzuela, J. 1981. El cultivo del cerezo. Boletín divulgatorio N°83. Estacion experimental la Platina Santiago, 27p
- Vial C. (2019). Expertos analizaron futuro de la industria de cerezas chilenas al 2025 en el global Cherry Summit 2019. Portal fruticola. Recuperado de

<https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/04/29/expertos-analizaron-futuro-de-la-industria-de-cerezas-chilenas-al-2025-en-el-global-cherry-summit-2019/>

- Yhony, V.-L., Josselyn, M.-Q., Karen, Q.-Q., Alfredo, C.-L., Williams, M.-G., Julio, G.-O., (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arábica* L) Biostimulants: An innovation in agriculture for coffee cultivation (*Coffea arabica* L). *J. Selva Andina Res. Soc.* vol.11 no.1
- Yuri, J., Lepe, V., Fuentes, M., 2018. Cobertores plásticos en cerezos, Boletín técnico de Pomáceas, Vol. 18, nº4. Centro de Pomáceas. Universidad de Talca. Talca. Chile. 4 p.
- Wallberg, B. y Sagredo Urra, K. (2014). Desarrollo vegetativo y reproductivo de cerezos dulces 'Lapins' bajo cubierta protectora contra la lluvia. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/134231>
- Warrington Ian, J. (1999). Apple Fruit Growth and Maturity are Affected by Early Season Temperatures. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/276270599_Apple_Fruit_Growth_and_Maturity_are_Affected_by_Early_Season_Temperatures
- Whiting, MD 2005. Principios fisiológicos para el cultivo de frutas de primera calidad. En: MD Whiting (ed.). Produciendo cerezas Premium. Actas del curso corto de cereza del PNW: p. 57-64.

7 ANEXOS

Anexo 1, datos históricos durante el ensayo.

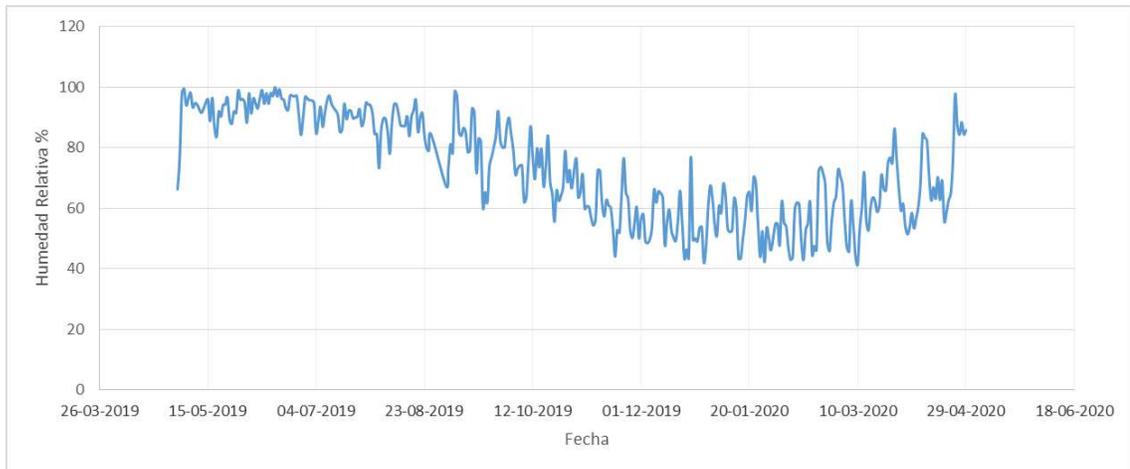


Figura 1: Humedad relativa durante la temporada, desde mayo hasta abril del siguiente año.

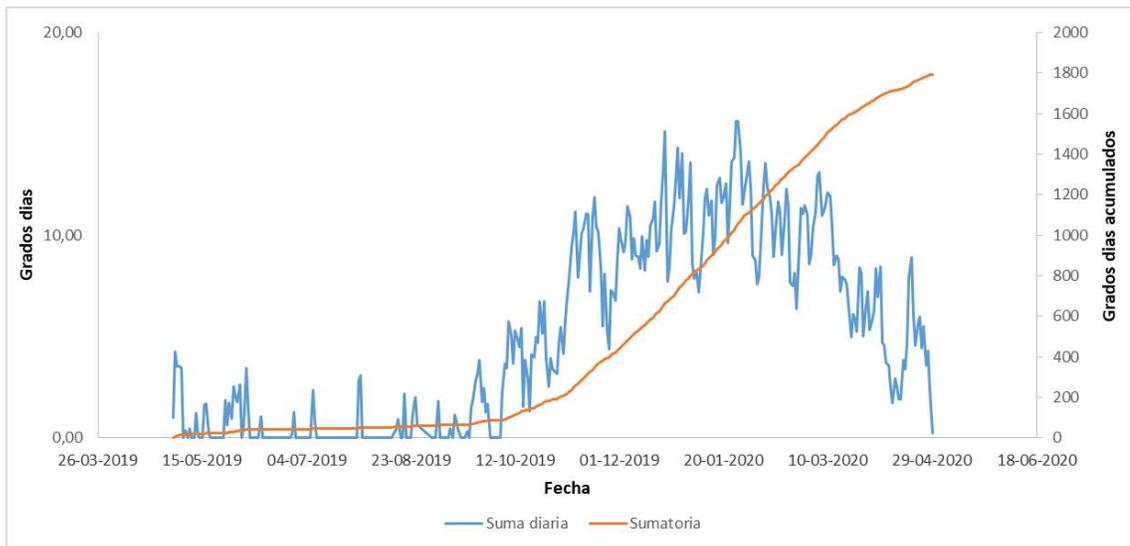


Figura 2: Grados días acumulados base 10, desde mayo hasta abril del siguiente año. La línea azul representa la sumatoria de grados día, por cada fecha, mientras la línea naranja representa la sumatoria grados días total.

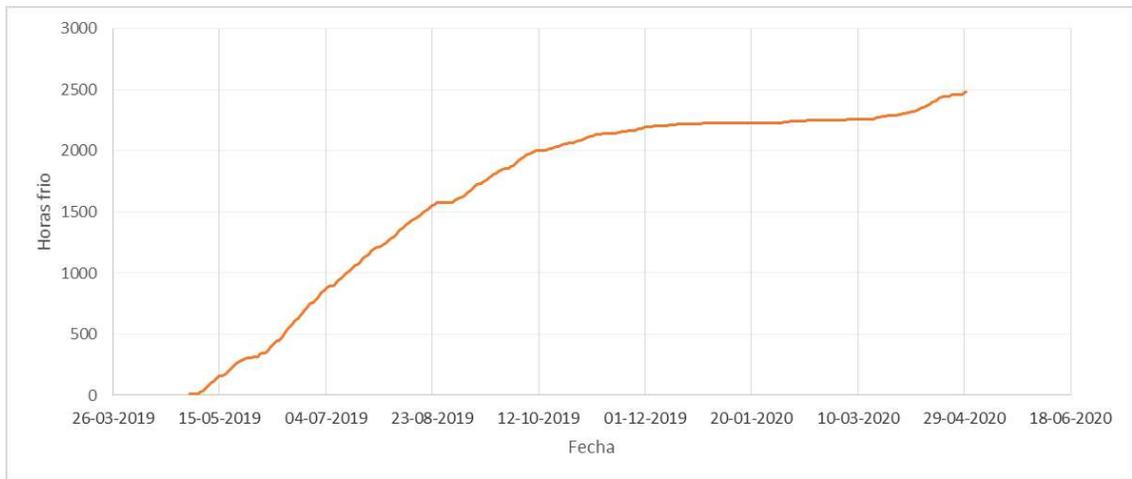


Figura 3: Horas frío acumulada, desde mayo hasta abril del siguiente año.

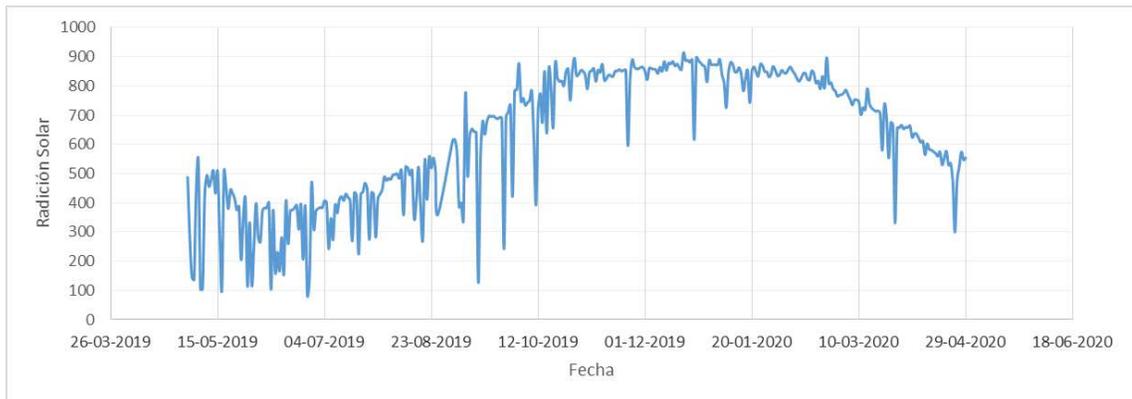


Figura 4: Redición solar, desde mayo hasta abril del siguiente año.