



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

**Efectos de la utilización de cobertor y bioestimulantes sobre el comportamiento
fisiológico de los cerezos cv. Lapins y Santina.**

MEMORIA DE TÍTULO

CAMILO ADOLFO CORNEJO GUAJARDO

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

HOJA DE APROBACIÓN

APROBACIÓN:

Profesor Guía:	 <hr/> Ing. M. Sc. AgroTIC y M. Sc. Horticultura Agr. Dr. Cesar Acevedo Opazo.
Profesor Co-guía:	 <hr/> Ing. Agr. Dr. Ciencias Agrarias Paulo César Cañete Salinas.

Fecha de presentación de la Defensa de Memoria: (Poner fecha)

Agradecimientos

Principalmente agradecer a mis padres Juan Carlos Cornejo y Liliam Guajardo, mis hermanos Juan José y Josefa, por brindarme siempre un apoyo incondicional en cada decisión que he tomado a lo largo de mi vida, además de motivarme a estudiar, para así, poder sacar esta carrera adelante. A mi tía Tamara que con su cariño y amabilidad se esmeró para que nada me faltara.

Agradecer al profesor guía Cesar Acevedo Opazo y co-guia Paulo Cañete Salinas por ayudar en todo momento en la realización de este estudio, además destacar su compromiso, disposición y el tiempo dedicado en transmitir sus conocimientos. También agradecer al Centro de investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA) por facilitar sus instrumentos de medición requeridos en este estudio.

Agradecer a la facultad de Ciencias Agrarias (director/a, profesores, secretaria, personal de aseo, encargado de computación), por su recepción durante mi proceso de transferencia desde la Universidad Austral de Chile, donde destacó la gran disposición a solucionar y ayudarme en cada uno de los requerimientos necesarios.

No puedo dejar de recordar a aquellas personas que logré conocer durante esta etapa de mi vida, con quienes siempre tuve un tiempo para compartir y disfrutar durante los tiempos de ocio. Al pasar los años fueron quedando los amigos denominados de verdad entre ellos: Carlos Ivars, Álvaro Sanhueza, Ignacio Muñoz y Moisés Benavides.

Por último, pero no menos importante agradecer a mis abuelos Ramón Cornejo y Amanda Piña (Mamitamanda), quienes partieron durante esta etapa académica. Fueron un pilar fundamental en mi vida al transmitir cada uno de sus conocimientos, brindándome todo su apoyo y cariño, es por esto que este nuevo logro está dedicado a ellos.

Resumen

El cultivo del cerezo ha incrementado su superficie productiva durante la última década, posicionando a Chile como el mayor exportador de cereza del hemisferio sur. Es así, como hoy en día se cultiva cerezo en la zona centro y sur de nuestro país, abarcando diferentes condiciones edafoclimáticas. La ocurrencia de precipitaciones durante el periodo de maduración y el déficit hídrico provocado por el cambio climático hacen que la utilización de bio-estimulantes sean una alternativa interesante ante condiciones de estrés biótico y abiótico. Por otro lado, la utilización de cobertores disminuye la ocurrencia de partidura en la fruta, aunque se ha evidenciado un efecto secundario de modificación del microclima de las plantas. La presente investigación evalúa los efectos fisiológicos producidos por el uso de cobertor plástico y la aplicación de bio-estimulantes en dos variedades de cerezo (Lapins y Santina). Las variables evaluadas fueron: humedad relativa, PAR, temperatura de la hoja, potencial hídrico xilemático, conductancia estomática, asimilación neta y transpiración. Todo lo anterior se llevó a cabo en el sector de Pencahue, Región del Maule en un huerto comercial de cerezo en 4 ensayos: Santina con y sin cobertor; Lapins con y sin cobertor. 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 bio-estimulantes no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, ya que estos actúan bajo condiciones de estrés hídrico y esta condición no fue aplicada durante el periodo productivo del huerto. Sin embargo, al extender el ensayo en postcosecha se logró observar valores de estrés hídrico de plantas. Al respecto, el tratamiento T1 fue el que presentó los mejores resultados, reduciendo de manera significativa el nivel de estrés hídrico de las plantas. Además, se observó un efecto fisiológico interesante en las plantas con cobertor, el cual disminuye de forma significativa la PAR, conductancia estomática y asimilación neta; aumentando la humedad relativa. Finalmente, al comparar Santina y Lapins (con y sin cobertor), Santina presentó una mayor humedad relativa, aunque la conductancia estomática y asimilación neta fueron menores en comparación a Lapins.

Abstract

Cherry cultivation has increased its productive surface during the last decade, positioning Chile as the largest cherry exporter in the southern hemisphere. Thus, today cherry trees are cultivated in the central and the south-central areas of our country, under different edaphoclimatic conditions. The occurrence of rainfall during ripening period and water deficit caused by climate change make the use of bio-stimulants an interesting alternative under conditions of biotic and abiotic stress. On the other hand, the use of covers reduces the occurrence of splitting in the fruit, although a secondary effect of modification of the microclimate of the plants has been evidenced. The present investigation evaluates the physiological effects produced using plastic covers and the application of bio-stimulants in two cherry varieties (Lapins and Santana). The variables evaluated were relative humidity, PAR, leaf temperature, stem water potential, stomatal conductance, net assimilation, and transpiration. All the above was carried out in the Penuhue valley, Maule Region in a commercial cherry orchard in 4 trials: Santana with and without cover; Lapins with and without cover. In addition, the use of biostimulant was evaluated through a completely randomized block design with 3 repetitions per treatment: i) T0 - control; ii) T1 - Rezist bio-stimulant; iii) T2 - Bio-Hold bio-stimulant; and iv) T3 - mixture of both bio-stimulants. The use of bio-stimulants did not show significant differences between treatments since these acts under water stress conditions and this condition was not applied during the productive period of the orchard. However, by extending the postharvest trial it was possible to observe plant water stress values. In this regard, T1 was the one that presented the best results, significantly reducing the level of water stress in the plants. In addition, an interesting physiological effect was observed in the plants under cover, which significantly reduces PAR radiation, stomatal conductance, and net assimilation, increasing the relative humidity and the rest of the variables without presenting significant differences. Finally, when comparing Santana and Lapins (with and without cover), Santana presented higher relative humidity, although stomatal conductance and net assimilation were lower compared to Lapins.

ÍNDICE

	Página
1 Introducción	1
1.2 Hipótesis	3
1.2.1 Objetivo	3
1.2.2 Objetivo específicos	3
2 Revisión bibliográfica	4
2.1 Situación mundial	4
2.2 Situación nacional	4
2.3 Caracterización botánica	4
2.4 Condición edafoclimática	5
2.5 Cultivar Lapins	6
2.6 Cultivar Santina	6
2.7 Efecto uso cobertor plástico	6
2.7.1 Temperatura	7
2.7.2 Radiación fotosintéticamente activa	7
2.7.3 Potencial Hídrico	8
2.8 Bio-estimulantes	8
2.8.1 Rezist	9
2.8.2 Bio-Hold	9
2.9 Variables fisiológicas	10
2.9.1 Tasa fotosintética	10
2.9.2 Transpiración	10
2.9.3 Conductancia estomática	11
3 Materiales y métodos	12
3.1 Sitio experimental	12
3.2 Diseño experimental	12
3.3 Mediciones de campo	14
3.3.1 Mediciones a respuestas fisiológicas	15
3.4 Análisis estadísticos	15
4. Resultados y discusión	16
4.1 Análisis ACP	16

4.2 Análisis de varianza para Bio-estimulante	18
4.3 Análisis de varianza para Uso cobertor	23
4.4 Análisis de varianza para Variedad	26
4.5 Análisis multifactorial	29
5. Conclusión	30
6. Anexo	31
7. Revisión bibliográfica	33

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 2.1: Requerimientos climáticos para el cultivo del cerezo.	5
Cuadro 3.1. Condiciones para cada uno de los ensayos.	12
Cuadro 3.2 Mediciones realizadas según avance de los ensayos.	14
Cuadro 4.1. Análisis de varianza para las variables de radiación PAR, humedad relativa, transpiración, conductancia estomática (Gs), tasa de asimilación (An), potencial hídrico xilemático y temperatura (°C). Diferencias estadísticas entre el tipo de tratamiento para cada una de las variables bajo cada variedad con o sin cubierta. Temporada 2019-2020.	18
Cuadro 4.2: Análisis de varianza para la variable de potencial hídrico xilemático (Mpa). Diferencias estadísticas entre el tipo de tratamiento para cada una de las variables bajo cada variedad con o sin cubierta. Temporada 2019-2020 Post-cosecha.	20
Cuadro 4.3: Análisis de varianza para las variables de radiación PAR, humedad relativa, transpiración, conductancia estomática (Gs), asimilación neta (An), potencial hídrico xilemático y temperatura (°C). Diferencias estadísticas la condición con cubierta plástica o sin cubierta plástica el uso	22

o no uso de cobertor plástico para cada una de las variables bajo las variedades Santina y Lapins. Temporada 2019-2020

Cuadro 4.4: Análisis de varianza para las variables de radiación PAR, humedad relativa, transpiración, conductancia estomática (Gs), tasa de asimilación (An), potencial hídrico xilemático y temperatura (°C). Diferencias estadísticas entre las variedades Santina y Lapins para cada una de las variables bajo la condición sin cobertor o con cobertor plástico. Temporada 2019-2020. 23

Cuadro 4.5: Análisis estadístico multifactorial para las variables de variables humedad relativa, PAR, temperatura, conductancia estomática, transpiración, asimilación neta y potencial hídrico xilemático Diferencias estadísticas entre los factores de tipo de cubierta plástica y variedades Lapins y Santina. Temporada 2019-2020. 26

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 3.1. Diseño experimental ensayo Cerezo	13
Figura 3.2. Fotografías: aplicaciones y tratamientos en cada una de las condiciones de manejo y variedades en estudio.	13
Figura 4.1: Análisis de componentes principales (ACP), a la izquierda se analizan las variables humedad relativa, PAR, temperatura, conductancia estomática, transpiración, asimilación neta y potencial hídrico xilemático. A la derecha se observan todos los tratamientos con sus tipos de cubierta y cultivares durante la temporada 2019/2020.	16

INTRODUCCIÓN

El cerezo (*Prunus avium* L.), también conocido como guindo dulce, es una especie frutal caduca muy apetecida para la producción de cereza, siendo este fruto muy demandado hoy en día en el mercado internacional. En Chile en los últimos 5 años ha aumentado su superficie plantada en 13.945 hectáreas, llegando a un total de 38.391 ha durante el 2019 (ODEPA, 2019). Asimismo, la Región del Maule ha tenido un incremento del 58,6% entre el 2016 y 2019 (de 11.130 a 17655 ha) (ODEPA, 2019). En cuanto al volumen exportado durante la temporada 2019/2020 fue de 228.548 toneladas aumentando en un 27,8 % en relación con la temporada 2018/2019 con una participación de un 94,3% del total exportado en el hemisferio sur (Quiroz, 2020).

El principal destino de exportación de la cereza chilena es el lejano oriente con un total de 96,8 %, donde solamente a China se exportó durante la temporada 2019/2020 un total de 214.573 toneladas (Quiroz, 2020). La cereza debe ser una fruta de gran calibre (superior a 28 mm) y alta calidad (Abud, 2017). Entre las variables de calidad y madurez, el contenido de azúcar, la acidez, el color de la piel, la firmeza y el peso de fruto son los principales atributos que influyen en la aceptación de los consumidores (Crisosto *et al.*, 2003).

Dentro del recambio y búsqueda de nuevos cultivares, Lapins se ha posicionado como el de mayor importancia, representando el 28,6% de la superficie plantada, seguida por el cultivar Santina con un 26,3 % (Soto, 2017). Esto se ve reflejado en un incremento de las exportaciones. Según estadísticas de la revista Red Agrícola (2019), el cultivar Lapins, durante la temporada 2019-2020 aumentó de 51.521 a 71.190 toneladas, ocupando el primer lugar, seguida por el cultivar Santina con un incremento de 29.359 a 41.450 toneladas exportadas con respecto a la temporada anterior.

Entre los problemas que presentan los frutos del cerezo están la exposición a diferentes condiciones medioambientales como precipitaciones que exponen a los

frutos en desarrollo a un rompimiento de la epidermis de los frutos y causar pérdida de fruta. La partidura o “cracking” es un factor clave que limita drásticamente la producción comercial de cerezas, ya que esta fisiopatía afecta la calidad del fruto y puede ocasionar incluso la pérdida total de producción destinada a la exportación (Balbontin *et al.*, 2013).

Con la incorporación de zonas geográficas de características sub-óptimas en la zona centro-sur, los productores han debido implementar el uso de cubiertas plásticas, las cuales son utilizadas como un sistema de protección contra partidura en cerezas producida por la precipitación durante el periodo de formación del fruto (Blanco *et al.*, 2019). Con el tiempo se han detectado efectos secundarios en el uso de cubierta plástica como cambios en la temperatura, radiación, humedad relativa y déficit de presión de vapor alterando el microclima del huerto (Blanco *et al.*, 2019).

Actualmente, para complementar las necesidades de las plantas al momento de enfrentar condiciones de estrés biótico y abiótico se realizan aplicaciones de fertilizantes y productos hormonales (bioestimulantes). El uso de estos productos se ha convertido en una herramienta de tipo hormonal – nutricional de gran ayuda para alcanzar una buena calidad, altos rendimientos y excelente condición en post-cosecha de la fruta, la cual debe viajar largas distancia para llegar a los mercados de destino en óptimas condiciones organolépticas (Maldonado, 2017).

La variabilidad observada a nivel de campo debido a la modificación del microclima de las plantas producto de la cobertura plástica, sumado a condiciones climáticas y fisiológicas desfavorables para el normal desarrollo de las plantas, aumentaría aún más la necesidad de uso de bio-estimulantes para mantener y mejorar el rendimiento esperado en cerezos. Debido a lo anterior, se hace altamente necesario estudiar el comportamiento fisiológico y microclimático del cerezo producido bajo condiciones de cobertura, evaluando el efecto que tendría esta práctica sobre el crecimiento de la planta y su rendimiento comercial.

A continuación, se plantea la hipótesis y objetivos del presente trabajo:

1.1. Hipótesis

La utilización de cobertores plásticos y bio-estimulantes tendría un efecto positivo sobre el comportamiento fisiológico en árboles de cerezo (cv. Lapins y Santina) al aumentar la conductancia estomática y fotosíntesis, disminuyendo el estrés hídrico de las plantas.

1.2. Objetivo general

Evaluar el efecto de cobertores plásticos y bio-estimulantes sobre el comportamiento fisiológico en árboles de cerezo cv. Lapins y Santina en la Región del Maule.

1.3. Objetivos específicos

- 1.** Evaluar el efecto del uso de cobertores plásticos sobre las variables fisiológicas del cerezo en los cv. Lapins y Santina.
- 2.** Evaluar el efecto del uso de bio-estimulantes sobre las variables fisiológicas del cerezo en los cv. Lapins y Santina.
- 3.** Comparar la respuesta fisiológica de la planta cv. Lapins y Santina manejados bajo cubierta plástica.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Situación mundial

La producción mundial de cerezas supera los 2,4 millones de toneladas, siendo el principal productor Turquía (20,7%), seguido por Estados Unidos (16,4%), China (8%) y Ucrania (8%), mientras que Chile produce solo el 4,6% del total mundial (Muñoz, 2015). Sin embargo, en el hemisferio sur, Chile es el mayor productor de cerezas con un 94,5% y su principal destino es el mercado chino al coincidir la fecha de cosecha y exportación con una alta demanda por este fruto al ser una ofrenda de alto valor durante el año nuevo chino (Quiroz, 2020).

2.2 Situación nacional.

La producción nacional de cerezas ha presentado un aumento en la última década, aunque se destaca un crecimiento exponencial en los últimos años donde en la temporada 2019/2020 alcanzó una producción de 228.548 toneladas, debido a esto la cereza se posiciona como la tercera fruta más relevante en volumen de producción en nuestro país (Quiroz, 2020).

2.3 Caracterización botánica

En la actualidad se ha buscado disminuir el tamaño del árbol de cerezo, debido a la gran altura que alcanza el cerezo silvestre, con la finalidad de mejorar el manejo agronómico. Esta disminución se ha logrado con nuevas formas de conducción, nuevas variedades y combinación con portainjertos. Las raíces son largas, fuertes y la mayor parte del sistema radical se encuentra en los 75 a 100 cm de profundidad del suelo. El tronco presenta una corteza lisa, cilíndrica y brillante rico de lenticelas. Las yemas son simples y están ubicadas sobre el ramo, yemas de madera o vegetativa es de forma elipsoidal a diferencia de las yemas de flor que son más gruesas y alargadas. Las flores del cerezo son de color blanco con una longitud de 2,5 a 4 cm, cada flor tiene 5 pétalos

con pedúnculos de 3 – 8 cm y están reunidas en una forma de paragua formadas sobre dardos. Los frutos son drupas, globosas, generalmente con forma de corazón y redondos, la piel está adherida a la pulpa y los colores varían entre amarillo, rojo y negro (Ellena, 2006).

2.4 Condición edafoclimática

La Región del Maule se caracteriza por tener una buena acumulación de horas frías, temperatura moderada y una radiación solar abundante. Una de las características del cerezo es su corto período entre floración y cosecha, es por esto que una adecuada condición de luz y temperaturas evitan trastornos en los procesos fisiológicos de la planta (Cazanga, 2013)

Los requerimientos climáticos para un óptimo desarrollo del cultivo del cerezo están presentes en el cuadro 2.1, donde se puede apreciar los requerimientos mínimos, máximos y grados días acumulados.

Cuadro 2.1: Requerimientos climáticos para el cultivo del cerezo.

Requerimiento de frío	1.100 a 1.300 horas (T° menor a 7 °C)
Requerimiento de fotoperiodo	Día neutro (10 a 14 horas de luz)
Sensibilidad a heladas	Medianamente sensibles
Período crítico para enfrentar bajas T°	Fruto recién cuajado
T° crítica o de daño por heladas	Menor a 1.5 °C
T° mínima de crecimiento	7 °C
Rango térmico óptimo de crecimiento	18 a 24 °C
Límite máximo de T° de crecimiento	35 °C
Ciclo vegetativo	145 a 180 días
Suma térmica desde yema hinchada a cosecha	300 - 700 días grados
Período de floración a cosecha	55 a 70 días

Fuente: Arribillaga, 2000

2.5 Cultivar Lapins

El cultivar Lapins es un árbol vigoroso, de hábito erecto y con complicaciones para ramificar, se caracteriza por ser auto-fértil y tener un requerimiento bajo de horas de frío (400 a 500 horas bajo 7 °C), debido a esto se puede plantar en una amplia zona desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Bio-Bío (FDF, 2010).

Además, este cultivar a partir del 3° año ya se encuentra en producción independiente. Si el portainjerto es de alto vigor o de patrones de menor vigor, siendo los portainjertos más empleados Colt y F12/1 caracterizados por ser variedades auto-fértiles. (Ellena, 2012). El potencial productivo es de 15 – 20 ton/ha, alcanzando un calibre de 26 a 30 mm dependiendo del portainjerto y el color óptimo de cosecha es rojo caoba (FDF, 2010)

2.6 Cultivar Santina

El cultivar Santina es un híbrido del cruzamiento de Stella x Summites realizado en summerland (Canadá). Es un árbol semi-vigoroso de hábito semi-erecto y sin complicaciones para ramificar, no necesita de polinización cruzada debido a que es auto-fértil. Presenta un requerimiento medio de horas frías (600 a 800 horas bajo 7 °C) y requiere de primaveras templadas. Su fruto alcanza un calibre de 26 a 30 mm, su color de madurez es rojo caoba y tiene una producción potencial de 10 a 15 ton (FDF, 2010)

2.6 Efecto del uso cobertor plástico

La utilización de coberturas plásticas en cerezo se implementó en un principio para proteger la fruta del cracking ocasionado por las lluvias, generando una disminución en la calidad de la fruta (Ellena, 2012). Sin embargo, se ha evidenciado que una cobertura plástica tiene efectos en el microclima del cultivo alterando las condiciones de crecimiento y desarrollo. Estas alteraciones microclimáticas pueden ser inducidas

por el efecto que tiene la cobertura plástica sobre la radiación, temperatura y/o humedad relativa (Zalasar, 2019). La utilización de cubierta plástica provoca un aumento de temperatura y humedad relativa en el árbol especialmente en la zona alta de este (Ellena, 2006).

La construcción de los cobertores plásticos consta de una estructura de palos o postes de cemento y madera, por sobre esta estructura se extiende una cubierta de polietileno usualmente transparente, debido a su transparencia el cobertor plástico adquiere las características de ser un filtro de absorbancia y temperatura (Ellena, 2012).

2.7.1 Temperatura

La temperatura es un factor importante para las plantas al controlar la distribución y productividad de ellas, afectando la actividad fisiológica en escalas temporales como espaciales (Yespes & Silveira, 2011). Las temperaturas varían durante el año afectando al cultivo en el caso de ser extremas. Según (Zalasar, 2019) las temperaturas mínimas bajo cubierta son ligeramente mayores que sin el uso de esta, siendo de 0,2 a 0,9 grados mayor. En relación con las temperaturas máximas; también se provocaría un efecto invernadero, es decir, un aumento de las temperaturas, donde en caso de superar los rangos óptimos de la planta podrían afectar los procesos bioquímicos y fisiológicos de ella.

2.7.2 Radiación fotosintéticamente activa

Los árboles al realizar la fotosíntesis utilizan un 50% de la radiación solar interceptada en el rango de 400 – 700 nanómetros. Esta radiación es denominada radiación fotosintéticamente activa, abreviatura PAR (photosynthetically active radiation) (Martinez, 2008). Al utilizar un cobertor plástico sobre cerezo se ha evidenciado que la PAR en días soleados disminuye en un 58% y un 36% en días nublados (Bastias et al., 2018). Contrastando con otros estudios que han medido PAR en árboles de cerezo bajo cubierta, se ha indicado una reducción en un 35% en

comparación a árboles de cereza sin cobertor plástico (Huerta, 2018). Los árboles de cerezo al estar bajo cubierta, además de ver una reducción en la PAR recibida, también se ven enfrentados a una menor velocidad del viento, y un aumento de la temperatura y acumulación de grados días (Lang, 2014).

2.7.3 Potencial hídrico

La planta requiere estar hidratada con la suficiente cantidad de agua, ya que esta cumple diversas funciones, tales como formar parte de los tejidos vegetales y regular la temperatura de las hojas. (Zuñiga, 2013). El estado hídrico de la planta se puede determinar al medir la tensión que se encuentra el agua en el xilema, utilizando el potencial hídrico xilemático (Diaz, 2019). El potencial hídrico xilemático del árbol cambia durante el día, pero se ha evidenciado una relación entre el potencial hídrico y las respuestas fisiológicas de la planta como crecimiento de fruto y fotosíntesis de la hoja en diferentes especies frutales, (Podesta, 2007). En cerezo se ha indicado que los brotes detuvieron su crecimiento a mediodía cuando el potencial xilemático alcanzó valores entre -1,5 a -1,7 MPa (Podesta, 2010)

2.8 Bio-estimulantes

La utilización de bio-estimulantes ha permitido facilitar el crecimiento y desarrollo de las plantas al promover o retardar diferentes procesos fisiológicos, provocando una mejor adaptación a diferentes condiciones de estrés biótico y abiótico los que pueden ser producidos por: temperatura extrema, estrés hídrico por déficit o exceso de humedad, salinidad, toxicidad, incidencia de plagas y/o enfermedades. Los bio-estimulantes comerciales pueden estar compuestos por nutrientes minerales (macro y micro nutrientes) y por hormonas vegetales como auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido salicílico y ácido jasmónico (Morales, 2017).

2.8.1 Rezist (ácido salicílico).

Es un producto químico bio estimulante creado para disminuir el etileno y el estrés tanto biótico como abiótico al mantener en equilibrio el metabolismo de las plantas. Este producto además presenta micro-elementos que promueven la actividad enzimática y el funcionamiento de la planta. Está compuesto por una solución líquida a pH 9,4, la cual contiene: Cobre (Cu) 1,75%, Zinc (Zn) 1,75%, Manganeseo (Mn) 1,75% (porcentajes expresados en Peso/volumen) y Ácido salicílico que es un compuesto fenólico, el cual puede ser aplicado desde el estado fenológico de inicio de brotación en adelante (Ficha Técnica, Stoller).

2.8.2 Bio-hold (Cobalto).

Es un producto químico bio-estimulante para ser aplicado en frutales con el objetivo de retención de fruta e inhibir etileno para aumentar cuaja. Este producto puede ser aplicado de forma foliar o por sistema de riego y es absorbido por la planta por distintos tejidos vegetales como hojas, brotes, tallos y raíces. Este producto está compuesto por Nitrógeno (N) 2%, Potasio (K₂O) 2%, Cobalto (Co) 1% y Molibdeno Mo 1% (porcentajes expresado Peso/Volumen en solución a Ph 6,4) (Ficha Técnica, Stoller). Cabe destacar que este producto debe ser aplicado 2 a 3 veces por temporada desde botón floral a 100% flor.

El etileno está presente en varios procesos fisiológicos de la planta como maduración y aceleración de la senescencia y caída de hojas y de flores. Este producto estimula la inhibición de la síntesis de etileno al estar compuesto por Cobalto al 1%, este ión bloquea la ACC- oxidasa la cual acelera la síntesis de Etileno en presencia de oxígeno. (Jordán & Casaretto, 2006). La síntesis de Etileno está compuesta por una serie de reacciones, que comienzan en el ciclo de metionina donde la metionina que es un aminoácido se asocia a la adenosina y conforman la S- adenosilmetionina, la cual es convertida en ACC (ácido 1 aminociclopropano 1 carboxílico) por la enzima ACC-sintasa y al estar en presencia de oxígeno esta se desdobra en Etileno con ayuda de la enzima ACC- oxidasa (Jordán & Casaretto, 2006)

2.9 Variables Fisiológicas

2.9.1 Tasa fotosintética

La fotosíntesis es un pilar del proceso productivo de la planta, donde la energía solar tiene un rol fundamental. Las plantas al captar la luz solar abren sus estomas y dan comienzo al intercambio gaseoso y producción de foto-asimilados (Zalazar, 2019). Al utilizar un cobertor plástico sobre el árbol de cerezo se altera la incidencia de la luz solar, es por esto, que la radiación solar bajo la cubierta puede disminuir hasta un 25% en un cobertor plástico de 3 años. (Zalazar 2019). Para alcanzar una fotosíntesis neta positiva la mayoría de los frutales requieren en las hojas una intensidad lumínica de al menos 500 a 800 $\mu\text{mol por m}^{-1}\text{s}^{-2}$ (Labra *et al.*, 2004).

El efecto de la luz en una hoja de cerezo similar a otras plantas C3 al describir una curva asintótica típica. Una exposición de la hoja sin cubierta plástica a pleno sol puede alcanzar una saturación de la luz que, dependiendo del lugar y hora de medición, puede alcanzar o superar los 1.850 $\mu\text{mol m}^{-1}\text{s}^{-2}$ (Layne y Flore, 1995; Vega, 2011). Además, Flores, (2017) evidenció un aumento de la tasa fotosintética en árboles de cerezo con cobertura plástica en comparación a árboles sin cobertura plástica.

2.9.2 Transpiración

La transpiración determina la eficiencia del uso del agua de una planta al evaporar el agua desde el interior de las células hacia la atmósfera dependiendo directamente de la conductancia estomática (Squeo & Cardemil, 2007). Para regular la transpiración y la pérdida de agua, la planta ajusta la apertura y cierre estomático. (Prash, & Sonnewald, 2015). En el caso del cerezo, la transpiración depende de factores como: temperatura del aire, radiación solar, déficit de presión de vapor y estado hídrico del suelo (Rogiers *et al.*, 2012). Por lo tanto, la aplicación de estrés hídrico en el cerezo provocaría el cierre estomático, generando una disminución de la tasa respiratoria y de la transpiración de la planta. (Berni *et al.*, 2009). La transpiración en árboles con altas

cargas frutales genera un aumento de pérdida de agua al presentar una menor resistencia a la difusión de la transferencia de vapor de agua (Benvenuto, 2013).

2.9.3 Conductancia estomática

La conductancia estomática tiene una directa relación con el estrés hídrico de la planta, ya que al existir un estrés negativo las estomas se cierran, disminuyendo la conductancia estomática (Díaz, 2019). La apertura estomática o cierre estomático depende de cambios en el turgor de las células de guarda presentes en el estoma. Para lograr un aumento de turgor las células necesitan la entrada de agua, esto ocurre por una disminución del potencial osmótico al interior de la célula, debido al ingreso de protones de Potasio. Para disminuir el turgor de las células estomáticas, el potasio debe ser expulsado de la célula de guarda dando por resultado el cierre estomático (Squeo & Cardemil, 2007).

Este movimiento estomático depende de factores medio ambientales como: luz solar, concentración de CO₂, humedad y temperatura (Squeo & Cardemil, 2007). Una investigación en cerezos realizada en Alemania dio como resultado que a un potencial xilemático de -1,3 MPa la conductancia estomática era de 0,22 a 0,26 m⁻²s⁻¹, lo cual correspondería a un estrés hídrico moderado (Díaz, 2019). Por otro lado, al estar expuesta la planta a un estrés hídrico que alcanza niveles entre -1,5 y -1,8 MPa generaría el cierre estomático, esto provoca en la planta una detención de la fotosíntesis sin demostrar signos de marchitez en el follaje de la planta, siendo estos valores de un estrés hídrico moderado a severo (Sotiropoulos *et al.*, 2014).

III Materiales y Métodos

3.1 Sitio experimental

El estudio fue llevado a cabo en el huerto comercial “El Guindo” ubicado en la comuna de Pencahue, Región del Maule, Chile (35° 24’ S; 71° 46’ O). El clima de la comuna de Pencahue es clasificado como mediterráneo de estación seca prolongada, es decir con un periodo sin precipitaciones que comprende 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. Pertenece a la SERIE PENCAHUE siendo miembro la familia fina, mixta, térmica de los Typic Palexeralfs, Alfisol, de color pardo oscura en el matiz 10YR, su textura varía de franco arenosa fina a franco arcillo arenosa en superficie y en todo el perfil presenta gravas angulares (Ciren, 1997).

3.2 Diseño experimental.

El estudio se llevó a cabo en dos variedades, correspondiendo cada una de ellas a un ensayo independiente. El primer ensayo fue realizado en el cv. Lapins, mientras que el segundo fue realizado en el cv. Santina. Ambas variedades se encontraban sobre **portainjerto** MaxMa 14, y fueron evaluadas en condición con y sin cobertor.

El cobertor utilizado es del tipo rafia compuesto por un polietileno de alta densidad (HDPE), color cristal, peso de 150 gr m⁻², propiedades de estabilización UV, con una transmisividad PAR superior al 80% y una difusión de la luz incidente superior al 55%. El cobertor fue extendido a partir del estado fenológico de yema invernal.

Cuadro 3.1. Condiciones para cada uno de los ensayos.

Cultivar	Portainjerto	Uso cobertor plástico
Lapins	Maxma 14	Con cobertor plástico
Lapins	Maxma 14	Sin cobertor plástico
Santina	Maxma 14	Con cobertor plástico
Santina	Maxma 14	Sin cobertor plástico

Para cada una de estas combinaciones (cultivar, portainjerto y cobertor), se evaluaron 3 tratamientos más el control: T0 control; T1 ReZist (100 cc/Hl/); T2 Bio-Hold (150 cc/Hl); y T3 ReZist+Bio-Hold (combinación de las dosis anteriores) (Figura 2). El experimento considera un diseño experimental en bloques completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento, donde cada repetición corresponde a dos plantas (unidad experimental), ver figura 3.1.

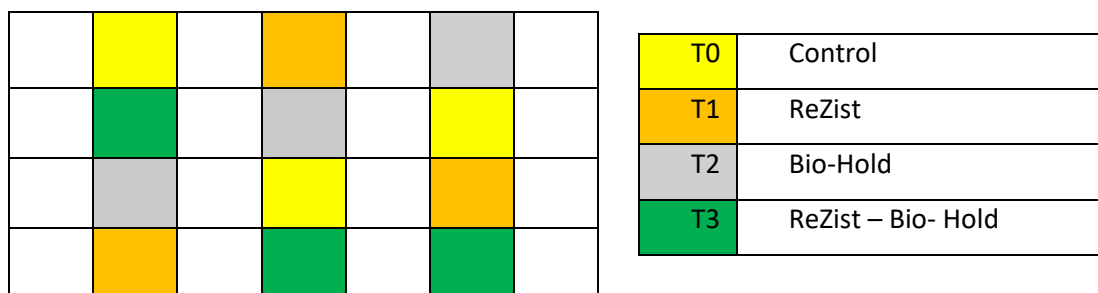


Figura 3.1. Diseño experimental ensayo Cerezo. Este diseño se repite para cada una de las condiciones antes mencionadas.



Figura 3.2. Fotografías, aplicaciones y tratamientos en cada una de las condiciones de manejo y variedades en estudio.

Las aplicaciones fueron realizadas con pulverizador de mochila classic marca SOLO, con una solución correspondiente a cada ensayo a una presión ejercida de forma manual de 3 bares, mojando la parte superior e inferior y por ambos lados de la hilera cubriendo de esta forma la totalidad del árbol.

Las aplicaciones de los productos (Figura 3.2) fueron realizadas en las fechas:

- Santina con cubierta (F1 (03-10-2019), F2 (09-11-2019)).
- Santina sin cubierta (F1 (03-10-2019), F2 (09-11-2019)).
- Lapins con cubierta (F1 (03-10-2019), F2 (18-11-2019), F3 (25-11-2019)).
- Lapins sin cubierta (F1 (03-10-2019), F2 (18-11-2019), F3 (03-11-2019)).

1.3 Mediciones de campo.

Todas las mediciones fueron medidas durante el mediodía (12 AM a 14 PM), periódicamente cada 15 días y previo a la cosecha en las siguientes fechas:

Cuadro 3.2 Mediciones realizadas según avance de los ensayos.

Fecha	Actividad	Ensayo
10-10-2019	Medición inicial	Santina con Cubierta
10-10-2019	Medición inicial	Santina sin Cubierta
10-10-2019	Medición inicial	Lapins con Cubierta
10-10-2019	Medición inicial	Lapins sin Cubierta
24-10-2019	Medición periódica	Santina con Cubierta
24-10-2019	Medición periódica	Santina sin Cubierta
24-10-2019	Medición periódica	Lapins con Cubierta
24-10-2019	Medición periódica	Lapins sin Cubierta
08-11-2019	Medición periódica	Santina con Cubierta
08-11-2019	Medición periódica	Santina sin Cubierta
08-11-2019	Medición periódica	Lapins con Cubierta
08-11-2019	Medición periódica	Lapins sin Cubierta
11-11-2019	Medición previo cosecha	Santina con Cubierta
11-11-2019	Medición comparativa	Santina sin Cubierta
21-11-2019	Medición previo cosecha	Santina sin Cubierta
22-11-2019	Medición periódica	Lapins con Cubierta
22-11-2019	Medición periódica	Lapins sin Cubierta
27-11-2019	Medición previo cosecha	Lapins con Cubierta
04-12-2019	Medición previo cosecha	Lapins sin Cubierta

1.3.1 Mediciones de respuesta fisiológica

Potencial Hídrico Xilemático (Ψ_x): Para realizar la medición se utilizaron un total de 2 hojas por repetición, una de cada lado de la hilera, ubicadas en el tercio medio superior de los brotes, Ψ_x se midió usando una cámara de presión tipo Scholander (PMS Instrument Co., modelo 1000, Corvallis, Oregón, EE. UU.; Scholander et al., 1965). Una hora y media antes del desprendimiento de las hojas para la medición, estas fueron cubiertas con una lámina de plástico y envueltas con un papel de aluminio para igualar el potencial hídrico entre la hoja y el tallo.

Conductancia estomática (Gs): Para realizar esta medición se utilizó un total de 2 hojas por repetición, una de cada lado de la hilera, ubicadas en el tercio medio superior de los brotes, Gs fue medido utilizando un porómetro (PMR-5 PP-System, EE. UU.). La temperatura y la humedad relativa se establecieron en condiciones ambientales. La temperatura fue medida en la parte media del árbol por ambos lados de la hilera utilizando una cámara termal.

A partir de estas mediciones se logró evaluar los siguientes datos: Radiación PAR, Humedad relativa (HR%), Temperatura, Transpiración, Conductancia estomática (gs), Asimilación neta (an) y Potencial hídrico Xilemático (Ψ_x).

1.4 Análisis estadístico.

En primera medida fue realizado un análisis de varianza (ANOVA), para encontrar diferencias estadísticas en cada uno de los factores evaluados, es decir se buscaron diferencias entre variedades, tratamientos y uso de cubierta para todas las variables obtenidas de las mediciones mencionadas en el apartado 2.3. Luego, a estos análisis se realizaron pruebas de múltiples rangos para la separación de medias (Tukey <0.05). El ANOVA y separación de medias fue realizado con el software Statgraphics Centurion XVI. Para comprobar la homogeneidad de los datos, se llevó a cabo un test de Levene para las varianzas, con valor $p > 0.05$. Por otro lado, se realizó un análisis de

componentes principales (ACP), con todas las variables mencionadas en el apartado 2.3. El análisis ACP fue realizado con el programa XLStat (Excel 2016).

4. Resultados y discusión

4.1 Análisis ACP

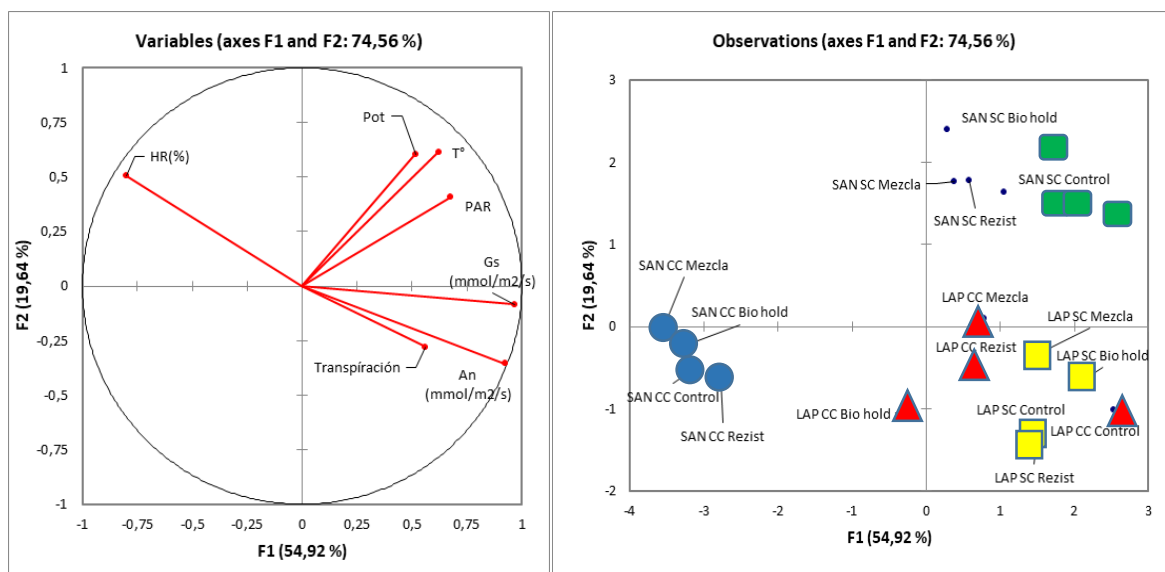


Figura 4.1: Análisis de componentes principales (ACP), a la izquierda se analizan las variables humedad relativa, PAR, temperatura, conductancia estomática, transpiración, asimilación neta y potencial hídrico xilemático. A la derecha se observan todos los tratamientos con sus tipos de cubierta y cultivares durante la temporada 2019/2020.

En el presente estudio se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con la finalidad de evaluar la interacción entre todos los resultados obtenidos. El factor 1 explica un 54,92% de la variabilidad total de los datos, mientras que el factor 2 explica el 19,64%. En su conjunto ambos factores explican el 74,56% de la variabilidad total de los datos (Figura 4.1).

A partir de este ACP se puede observar que las variables que presentan una mayor correlación son la conductancia estomática (93,3%) y la asimilación neta (85,3%), e inversamente correlacionada a estas variables se encuentra la humedad relativa (63,6%), todas altamente explicadas por el factor 1. En un estudio realizado por Roper. *et al.*, (1988)

en cerezo cv. Bing determinó que la asimilación neta se ve afectada ante un decrecimiento de la conductancia estomática, debido a un déficit de presión de vapor.

Por su parte y de manera compartida entre los factores 1 y 2 se encuentran las variables de PAR (F1 45,5% y F2 16,6%), temperatura de hoja (F1 38,5% y F2 37,7%) y potencial hídrico xilemático (F1 26,7% y F2 36,7%), las cuales se encuentran correlacionadas entre sí.

A excepción de las variables anteriores, la transpiración (F1 31,6 y F3 42,7) es explicada en mayor medida por el factor 3, separándose de esta manera del resto de las variables. Según Ellena *et al.*, (2001) una menor fotosíntesis no es sinónimo de una disminución análoga de la transpiración. Esto hace referencia a la disminución de la intensidad de luz provocada por las zonas sombreadas del dosel o en este caso por la utilización de cobertor.

Al analizar las correlaciones entre los 3 factores estudiados: Bio-estimulantes, uso de cobertor y variedades. Se puede observar que la variedad Santina con cubierta y tratamiento Bio Hold y Mezcla alcanzaron la correlación más alta con 96,7% y 96,5%, respectivamente. Mientras que los tratamientos Control y Rezist también se presentaron correlacionadas con F1 por sobre el 85%. La variedad Lapins sin cubierta, también se correlaciona con F1, presentando la mayor correlación del tratamiento Bio-Hold con un 76,2%.

A su vez, en este estudio la variedad Santina sin cubierta se correlaciona con F2, donde los tratamientos Bio-Hold y Rezist alcanzaron la correlación más alta con un 89,6% y 87,3% respectivamente. Por último, la variedad Lapins con cubierta se encuentra expresada en 3 factores diferentes: tratamiento Control 45,9% en F1, tratamientos Mezcla 47,3% y Rezist 47,8% en F3, y el mayor porcentaje de correlación observado en esta variedad se expresa con un 62,2% siendo este el tratamiento con Bio-Hold.

4.2 Análisis de varianza para Bio-estimulantes

Cuadro 4.1: Análisis de varianza para las variables: humedad relativa, transpiración, conductancia estomática (Gs), tasa de asimilación (An), potencial hídrico xilemático y temperatura (°C). Diferencias estadísticas entre el tipo de tratamiento para cada una de las variables bajo cada variedad con o sin cubierta. Temporada 2019-2020.

Humedad Relativa				
Tratamiento	Santina SC	Santina CC	Lapins SC	Lapins CC
T0	7,72	8,54	5,99	6,36
T1	7,69	8,31	6,22	6,31
T2	8,07	8,62	6,1	6,29
T3	7,97	8,32	6,03	6,40
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Transpiración				
Tratamiento	Santina SC	santina CC	Lapins SC	Lapins CC
T0	98,62	97,64	97,79	104,66
T1	97,91	97,39	98,57	99,54
T2	96,54	96,63	98,50	97,06
T3	96,93	95,12	96, 93	99,22
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Gs				
Tratamiento	Santina SC	santina CC	Lapins SC	Lapins CC
T0	170,17	121,25	186,77	178,59
T1	161,72	133,05	188,55	158,89
T2	161,61	120,10	190,87	157,18
T3	164,00	114,37	184,37	160,04
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Asimilación Neta				
Tratamiento	Santina SC	santina CC	Lapins SC	Lapins CC
T0	343,00	206,15	477,63	463,63
T1	310,50	246,53	481,72	379,32
T2	309,06	208,15	480,7	366,18
T3	317,83	188,21	447,23	379,96
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Potencial Hídrico Xilemático				
Tratamiento	Santina SC	santina CC	Lapins SC	Lapins CC
T0	-0,63	-0,57	-0,59	-0,62

T1	-0,63	-0,60	-0,61	-0,62
T2	-0,66	-0,59	-0,61	-0,58
T3	-0,63	-0,58	-0,61	-0,66
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	*

Temperatura				
Tratamiento	Santina SC	santina CC	Lapins SC	Lapins CC
T0	20,24	18,91	19,03	19,84
T1	20,12	18,59	18,67	19,70
T2	20,02	18,64	19,43	19,66
T3	19,87	18,84	19,86	19,43
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

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

En este estudio la utilización de bio-estimulantes no generó diferencias significativas entre los tratamientos, destacando solamente una diferencia en el potencial hídrico xilemático en el ensayo Lapins con uso de cobertor, donde T2 fue el tratamiento menos estresado con un potencial hídrico de -5,82 bares, mientras que T3 fue el más estresado con -6,64 bares.

En relación con la humedad relativa, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, T2 mostró una humedad relativa mayor en la condición sin cobertura y con cubierta en la variedad Santina con valores de 8,07% y 8,62%, respectivamente. A su vez, al analizar la variedad Lapins los valores máximos fueron observados en T1 con 6,22% en la condición sin cubierta y en la condición con cubierta T3 alcanzó un 6,40 %.

Por otro lado, al analizar la transpiración del cultivo, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, T0 destaca en los diferentes ensayos. En la variedad Santina con y sin cobertor, T0 alcanza valores de $97,65 \text{ mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ y $98,62 \text{ mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, respectivamente. En el caso de la variedad Lapins con cubierta se observa la máxima transpiración de $104,66 \text{ mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ para T0, mientras que para Lapins sin cubierta T1 y T2 alcanzaron las máximas tasas transpiratorias con valores de $98,57 \text{ mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ y $98,50 \text{ mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ respectivamente.

Continuando con el análisis al evaluar la variable de conductancia estomática no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. En la variedad Santina sin cubierta T3 alcanzó el valor más bajo con $114,37 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$. Por su parte, el T2 presentó el valor más alto con un valor de $190,87 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ en la variedad Lapins sin cubierta.

Al analizar la tasa de asimilación neta, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos y tampoco se observó ninguna tendencia entre los tratamientos al evaluar los diferentes ensayos, destacando el ensayo Santina con cubierta donde se generó una diferencia de 30% y el tratamiento T1 en el ensayo Lapins sin cubierta presentó la media más alta con $481,71 \mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$.

Al analizar la variable de potencial hídrico xilemático, sólo se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en el ensayo Lapins con cubierta, el cual presentó 14,09% de diferencias entre los valores más extremos (máximo y mínimo). También en este ensayo se observó el valor más bajo de potencial hídrico xilemático, siendo de $-0,58$ MPa para el tratamiento T2.

Por último, al analizar la temperatura no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. En el ensayo Santina sin cubierta el tratamiento T0 alcanzó la temperatura media más alta con $20,24 \text{ }^\circ\text{C}$, a su vez, la media más baja registrada en este estudio se observó en el ensayo Santina con cubierta en el tratamiento T2, alcanzando un valor de $18,6^\circ\text{C}$.

La composición de un estudio fisiológico lleva consigo el análisis de diferentes variables, las cuales se pueden aglutinar en dos grandes grupos: el primer grupo (variables ambientales), humedad relativa, temperatura, radiación solar, déficit de presión de vapor y humedad de suelo; un segundo grupo (variables fisiológicas) estado hídrico de planta, asimilación neta, conductancia estomática y transpiración. Ambos grupos de variables no permitieron observar ningún efecto fisiológico al utilizar los bio-estimulantes evaluados en esta investigación.

La homogeneidad encontrada en los resultados se puede relacionar con un buen manejo realizado en el huerto comercial, donde se llevó a cabo este estudio, debido a que no permitió evidenciar un real efecto de los productos utilizados. Es importante destacar que

estos productos tienen como característica principal recuperar o preparar a la planta antes condiciones de estrés ambiental antes de que estos ocurran, ya que aumentan la resistencia de la planta ante condiciones bióticas y abióticas desfavorables (Correía, *et al.*, 2018)

Los bio-estimulantes entregan a las plantas nutrientes, sustancias húmicas, hormonas de crecimiento, vitaminas y aminoácidos. (Correía, *et al.*, 2018). En el caso de Resist está compuesto por micro-nutrientes y ácido salicílico, el cual estimula y reactiva el metabolismo de la planta al participar en distintos procesos fisiológicos como crecimiento celular, respiración, cierre estomático y respuesta a estrés abiótico (Sanchez. 2010). Por su parte, Bio-Hold presenta en su composición diferentes micro-elementos como el cobalto 1% el cual participa en la forma de ion Co^{+2} en la inhibición de la síntesis de Etileno al bloquear la enzima ACC-oxidasa. (Jordán & Casaretto, 2006)

Estos ensayos fueron realizados durante las etapas fenológicas de floración a maduración, es por esto, que el huerto de cerezo al ser un huerto comercial no fue sometido a una condición de estrés hídrico, aplicando incluso estrategias de sobre riego con el fin de obtener una mejor condición de crecimiento y rendimiento de fruta a la cosecha.

Debido a lo anteriormente explicado los bio-estimulantes no tuvieron un efecto claro en disminuir el estrés hídrico, es por esto, que para ver un real efecto de estos productos hubiera sido necesario aplicar una condición de riego deficitaria, esto requiere de una buena estimación del volumen a distribuir en los riegos, para distinguir la intensidad y el momento más adecuado para efectuar esta restricción del riego. (Ellena & Rombolá, 2001). Según Podesta, (2010) existe una relación lineal positiva entre el potencial hídrico xilemático promedio y la disponibilidad de agua en el suelo, donde los valores obtenidos se ajustaron a una regresión lineal con un $r^2 = 0,72$. A su vez, este estudio demostró que un déficit hídrico de un 50% incrementa el potencial hídrico xilemático en 0,5 MPa.

Cuadro 4.2: Análisis de varianza para la variable de potencial hídrico xilemático (Mpa). Diferencias estadísticas entre el tipo de tratamiento para cada una de las variables bajo cada variedad con o sin cubierta. Temporada 2019-2020 Post-cosecha.

Potencial hidrico xilemático (Mpa)		
Tratamiento	Santina SC	Santina CC
T0	-1,58b	-1,09b
T1	-1,24a	-0,82a
T2	-1,28ab	-0,99ab
T3	-1,49ab	-0,84a
Significancia	*	*

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

Adicionalmente, al ensayo anterior el huerto fue sometido a condiciones de estrés hídrico severo durante el periodo fenológico de post-cosecha. Según Dochev *et al.*, (2001) esta condición se alcanza cuando el potencial hídrico xilemático supera los -1,4 MPa y al alcanzar los -1,5 MPa se detiene el crecimiento vegetativo del cerezo (Shackel *et al*, 1997). Bajo esta condición de manejo hídrico se pudo observar el real efecto de los productos bio-estimulantes sobre el comportamiento fisiológico de las plantas en condiciones de estrés hídrico severo.

Al respecto, el tratamiento que destacó por sobre el resto fue T1 (Rezist), el cual obtuvo el valor de potencial hídrico menos negativo -1,24 MPa para el cv. Santina sin cubierta, siendo un 27,4% menos negativo que el tratamiento control. Mientras que el caso de Santina con cubierta la diferencia fue aún mayor, alcanzando diferencias de 32,9%, donde la aplicación de Rezist redujo el estrés hídrico de la planta, llegando a valores de potencial hídrico xilemático de -0,82 MPa.

La regularidad de este producto al disminuir el estrés de la planta en ambas condiciones con cubierta y sin cubierta permite mostrar que la aplicación de un producto bio-estimulante puede reducir de manera significativa el estrés hídrico en momentos en que la disponibilidad de agua disminuye y donde un déficit hídrico muy alto por un largo periodo puede perjudicar negativamente los procesos fisiológicos, metabólicos y biológicos del cerezo (Ellena, 2012)

El árbol al estar en el periodo de post cosecha continua activo fisiológicamente y un estrés severo por un largo periodo afectaría negativamente la asimilación neta; la inducción y diferenciación floral, además del rendimiento (Podesta, 2010) y calidad de fruta para la próxima temporada. Cabe destacar que un estrés hídrico en post cosecha durante el periodo de inducción floral generaría problemas de deformación de frutos y frutos dobles para la siguiente temporada (Loewe, 2001), lo que disminuiría de manera significativa el porcentaje de fruta de exportación futura.

El ácido Salicílico (Rezist) reduce de manera significativa el estrés de la planta, disminuyendo el etileno producido por la síntesis de ACC-sintasa. Esta puede ser estimulada por factores abióticos como daño mecánico por helada, inundación y déficit hídrico (Jordan & Casaretto, 2006). La presencia de Ácido salicílico en la composición de Rezist es la respuesta a este efecto, al actuar dentro del metabolismo de las plantas participando de manera indirecta sobre la síntesis y/o señalización de las siguientes hormonas: Auxinas, Acido Jasmónico y Etileno (Sanchez, *et al* 2010).

4.3 Análisis de varianza para el uso cobertor

Cuadro 4.3: Análisis de varianza para las variables de radiación PAR, humedad relativa, transpiración, conductancia estomática (Gs), asimilación neta (An), potencial hídrico xilemático y temperatura (°C). Diferencias estadísticas la condición con cubierta plástica o son cubierta plástica el uso o no uso de cobertor plástico para cada una de las variables bajo las variedades Santina y Lapins. Temporada 2019-2020.

Tratamiento	PAR		HR		Pot		T°	
Uso Cubierta	Santina	Lapins	Santina	Lapins	Santina	Lapins	Santina	Lapins
Con cubierta	341,46 a	426,26 a	8,45 a	6,34 a	-0,58 a	-0,62 a	18,75 a	19,65 a
Sin cubierta	759,83 b	702,96b	7,86 b	6,085 a	-0,64 b	-0,60 a	20,06 a	19,25 a
Significancia	*	*	*	n.s	*	n.s	n.s	n.s

Tratamiento	Gs		An		Transpiración	
Uso Cubierta	Santina	Lapins	Santina	Lapins	Santina	Lapins
Con cubierta	122,154 a	163,573 a	212,128 a	396,827 a	96,785 a	100,086 a
Sin cubierta	164,375 b	187,630 b	320,014 b	471,654 b	97,50 a	97,941 a
Significancia	*	*	*	*	n.s	n.s

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

En esta parte del documento se realizó una comparación de manejo con y sin de cubierta plástica, observando diferencias estadísticas entre las variables: PAR, humedad relativa, potencial hídrico xilemático, conductancia estomática y asimilación neta. Por otro lado, no se observaron diferencias estadísticas para el uso de cobertor en las variables de temperatura de hoja y transpiración.

Al analizar la variable de radiación PAR se observaron diferencias significativas en el uso de cubierta plástica. Donde la radiación PAR en la variedad Santina sin cubierta aumentó al doble en comparación a Santina con cubierta. En el caso de la variedad Lapins el tratamiento sin cubierta plástica presentó aumentos de un 64% para esta variable. Esta disminución también fue observada por Mika, *et al.*, (2019), quienes observaron un 60% menos de luz al utilizar cubierta plástica. Además, es importante considerar que esta intensidad de radiación fotosintéticamente activa de igual forma permitiría un crecimiento satisfactorio de los árboles al generar una distribución homogénea de luz en el dosel del árbol en forma de radiación difusa.

En cuanto a la humedad relativa en la variedad Lapins no se observaron diferencias significativas en el uso de cubiertas plásticas. Sin embargo, en la variedad Santina se observan diferencias significativas para el uso de cubiertas plásticas, donde la utilización de la cubierta plástica provocó un aumento de un 7,5 %. Esto también fue observado por Blanco (2019) quien concluyó lo siguiente: “Las mediciones de humedad relativa mostraron patrones generales similares bajo cubierta y al aire libre, siendo ligeramente más altos bajo cubierta”.

Al estudiar la conductancia estomática se observaron diferencias significativas en el uso de cubierta plástica, donde el ensayo sin cubierta plástica presenta un valor de 187,60 $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ siendo este la media más alta obtenida. También se alcanzó una diferencia de un 34,56% en el ensayo realizado en la variedad Santina donde el menor valor fue obtenido en la condición con cubierta con 122,15 $\mu\text{mol m}^2 \text{s}^{-1}$ de conductancia estomática. Estos resultados difieren de los obtenidos por Blanco, *et al.*, (2019) en un huerto comercial de cerezo ubicado en Pulquibudi, Región del Maule, Chile, realizado en la variedad Royal Dawn sobre portainjerto MaxMa 14, al evaluar la conductancia estomática observó que

los valores bajo cubierta fueron 30% más altos que en la condición sin cubierta durante todo el periodo del desarrollo de la fruta.

En ambas variedades al analizar la tasa de asimilación se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con y sin cubierta, donde la condición sin uso de cobertor plástico fue superior un 50,9% en la variedad Santina y 18,9% en la variedad Lapins. Esto se debe a la estrecha relación existente entre la radiación PAR y la tasa de asimilación. Según Roper, *et al.*, (1988) en un estudio realizado en cerezo donde analizaron la fotosíntesis neta durante el día, determinaron que una menor radiación PAR al inicio y término del día (amanecer y atardecer) afecta de manera negativa la fotosíntesis neta. Esto confirma que una incidencia del cobertor plástico en la radiación perjudica la tasa de asimilación lo que concuerda con los resultados de este estudio.

Al analizar la transpiración no se observaron diferencias significativas al usar cubierta plástica, alcanzando valores similares en ambos ensayos. En el caso de la variedad Lapins la utilización de cubierta mostró una transpiración de $100,086 \text{ mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ solamente un 2,19% mayor que en la condición sin cubierta plástica. Según Ellena, *et al.*, (2001) una menor fotosíntesis al utilizar cobertor plástico no es sinónimo de una disminución análoga de la transpiración.

En cuanto, al potencial hídrico xilemático no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con y sin cubierta en la variedad Lapins, mientras que para la variedad Santina se observaron diferencias significativas, obteniendo un potencial hídrico xilemático de -0,58 MPa al utilizar cubierta plástica y -0,64 MPa sin cubierta. Por su parte, Diaz, (2019) en un ensayo realizado durante dos meses en la variedad Santina no observó diferencias significativas en el potencial hídrico xilemático al utilizar cobertor plástico.

Finalmente, al analizar la variable de temperatura no se observaron diferencias significativas al utilizar cobertor en las variedades Santina y Lapins. En la variedad Lapins se alcanzó una temperatura de $19,65^\circ\text{C}$ en la condición sin cubierta plástica, a su vez, la diferencia con la condición con cubierta fue de tan solo $0,40^\circ\text{C}$. Según un estudio realizado por Mika, A *et al* (2019), la temperatura bajo cubierta varía según la altura a la cual se tome la muestra, esto se demostró al recolectar muestras a 4 metros de altura donde

la temperatura supera al control, a la altura de 2 metros la temperatura bajo cubierta era similar al exterior y a 0,2 metros la temperatura bajo cubierta es menor que la temperatura medida al aire libre (sin cubierta).

4.4 Análisis de varianza por variedades.

Cuadro 4.4: Análisis de varianza para las variables de radiación PAR, humedad relativa, transpiración, conductancia estomática (Gs), tasa de asimilación (An), potencial hídrico xilemático y temperatura (°C). Diferencias estadísticas entre las variedades Santina y Lapins para cada una de las variables bajo la condición sin cobertor o con cobertor plástico. Temporada 2019-2020.

Tratamiento	HR		Pot		T°	
Variedad	SC	CC	SC	CC	SC	CC
Santina	7,86 a	8,45 a	-0,64 a	-0,58 a	20,06 a	18,75 a
Lapins	6,09 b	6,34 b	-0,6 a	-0,62 a	19,25 a	19,65 b
Significancia	*	*	n.s	n.s	n.s	*

Tratamiento	Gs		An		Transpiración	
Variedad	SC	CC	SC	CC	SC	CC
Santina	164,375 a	122,154 a	320,097 a	212,128 a	97,5 a	96,785 a
Lapins	187,630 b	163,573 b	417,739 b	396,827 b	97,941 a	100,086 a
Significancia	*	*	*	*	n.s	n.s

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

Los efectos fisiológicos generados bajo una condición de cubierta plástica pueden ser diferentes dependiendo de la variedad evaluada, es así como en este estudio se observa que en las variables de humedad relativa, temperatura, conductancia estomática y asimilación neta se observaron diferencias al utilizar cobertor plástico, pero bajo estas mismas condiciones en las variables de potencial hídrico y transpiración fueron homogéneas sin importar la variedad de cerezo evaluada.

Al momento de analizar estas variedades se debe destacar que el último muestreo fue realizado un día antes de la cosecha (cuadro 3.2) donde la variedad Santina se cosechó dos semanas antes que la variedad Lapins con cubierta y 3 semanas antes la condición con

cobertor, esto concuerda con las fechas de cosecha señaladas por Aliaga (2017) en las cuales Santina inicia su cosecha 15 días antes que Lapins.

Al analizar la humedad relativa se observaron diferencias significativas entre las variedades en ambas condiciones, donde la variedad Santina alcanzó una humedad relativa mayor que la variedad Lapins, sin cobertor plástico 29.17% y con cobertor plástico 33.28%.

A diferencia de la variable anterior, en la conductancia estomática se observaron diferencias significativas entre las variedades, donde Lapins destaca con valores mayores que los obtenidos por Santina bajo las mismas condiciones. En el ensayo sin uso de cubierta se alcanzó una diferencia de 14% y en el ensayo con cubierta estas diferencias fueron mayores alcanzando un 33,9%.

Para la asimilación neta total se observaron diferencias significativas entre las variedades, estas diferencias fueron de un 30,5% para la condición sin cubierta, alcanzando una media mayor la variedad Lapins y en la condición con cubierta esta variedad superó a Santina por un 87%.

Al realizar la comparación entre variedades, la humedad relativa de la hoja fue mayor en la variedad Santina, pero con una menor conductancia estomática y asimilación neta que la variedad Lapins. Esto se replica en ambas condiciones con y sin cubierta. Según Quedo-Garcia *et al.* 2017, al realizar un estudio en las variedades Burlat, Summit y Van cultivados en 5 portainjertos de diferente vigor y al analizar el efecto de las relaciones hídricas y el intercambio gaseoso, determinó que los valores más altos de potencial hídrico xilemático, asimilación neta y conductancia estomática fueron observados en los patrones más vigorosos. Además, concluye que la asimilación neta se correlacionó directamente con la conductancia estomática y se intensificó su efecto al controlar el vigor del portainjerto.

Analizando también la variable de transpiración no se observaron diferencias significativas entre las variedades, sin embargo, la variedad Lapins bajo cubierta alcanzó un valor de $100,08 \text{ mol} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, el cual fue levemente mayor que Santina. En el cultivo de

cerezo la transpiración está relacionada estrechamente con el déficit de vapor, la radiación global, y la temperatura. (Quedo-Garcia *et al.* 2017).

En cuanto al potencial hídrico xilemático, no se observaron diferencias significativas entre las variedades, aunque cabe destacar que bajo la condición sin cubierta la variedad Santina alcanzó un potencial hídrico xilemático de -0,63 MPa. Durante el periodo de medición los valores de las medias de cada variedad acusaron una estrategia de sobre riego por parte del agricultor, ya que los valores obtenidos están en el rango de estrés nulo a leve, el cual va de -0,6 a -0,88 MPa para el cultivo de cerezo. (Podesta, 2007). En el cultivo de cerezos medir el potencial hídrico del tallo a mediodía es un buen indicador del estado hídrico general de la planta. (Podesta, 2010)

Finalmente, al analizar la temperatura de la hoja en la condición sin cubierta no se observaron diferencias significativas entre variedades. Sin embargo, bajo cubierta se observan diferencias significativas entre las variedades donde Lapins alcanzó una temperatura de 19,65°C. Por su parte, Santina fue cosechada 15 días antes que Lapins realizando la última medición un día antes de la cosecha, debido a la diferencia en la fecha de cosecha la temperatura observada en la variedad Lapins fue mayor, a causa de un incremento de temperatura observado durante el mes de diciembre del año 2019. Este aumento de temperatura se puede observar en el Anexo N°1 donde se grafica la variación de la temperatura durante el 2019 cuando se realizó el presente estudio.

4.5 Análisis multifactorial

Cuadro 4.5: Análisis estadístico multifactorial para las variables de variables humedad relativa, PAR, temperatura, conductancia estomática, transpiración, asimilación neta y potencial hídrico xilemático. Diferencias estadísticas entre los factores de tipo de cubierta plástica y variedades Lapins y Santina. Temporada 2019-2020.

Tratamiento	PAR	HR	Transpiración	Gs	An	Pot.Hidrico	Temperatura
"A" Tipo de cobertura							
Con cubierta	383,853	7,39	98,436	142,863	304,478	-0,6	19,2
Sin cubierta	731,396	6,97	97,721	176,003	395,918	-0,62	19,7
Significancia	*	n.s.	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
"B" Variedad							
Lapins	564,602	6,21	99,014	175,601	434,283	-0,61	19,5
Santina	550,647	8,16	97,142	143,264	266,113	-0,61	19,4
Significancia	n.s.	*	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
"A x B" Interacción							
Significancia	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	*

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

Al realizar un análisis de varianza multifactorial no se observaron diferencias significativas entre las interacciones A y B, tipo de cubierta plástica y variedades respectivamente en las variables: PAR, humedad relativa, transpiración, conductancia estomática (Gs) y asimilación neta (An). En cambio, en la variable de potencial hídrico xilemático y temperatura de hoja se observan diferencias significativas entre la interacción A x B, es decir, la combinación de ambos factores genera diferencias en estas variables.

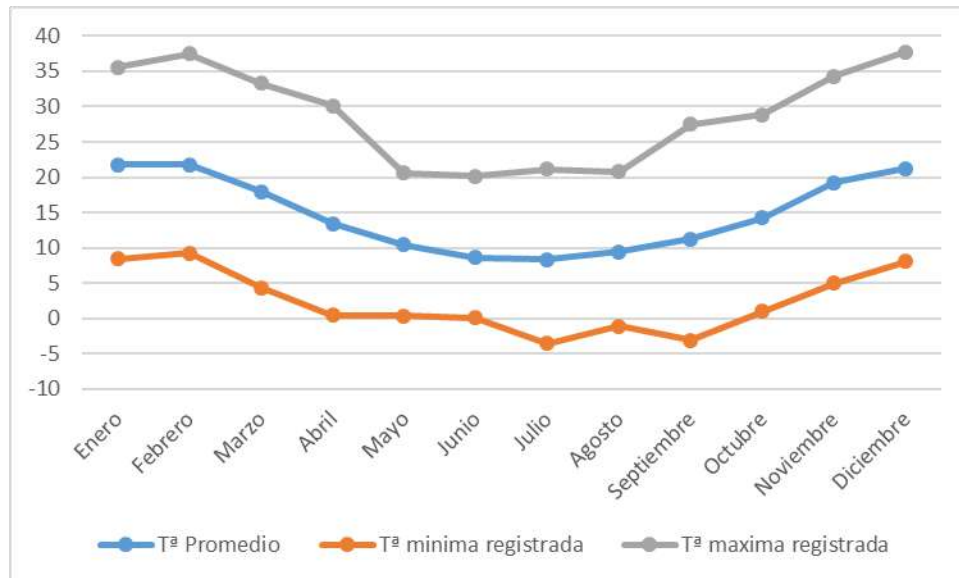
Conclusión

Los bio-estimulantes aplicados en Lapins y Santina bajo cobertor y sin cobertor no tuvieron un efecto fisiológico sobre los cerezos, debido a que estos productos actúan bajo condiciones de estrés, tanto biótico como abiótico, los que no pudieron expresarse a nivel de campo. En una extensión del estudio, durante el periodo de post-cosecha las plantas recibieron un déficit hídrico fuerte, donde el producto en base a ácido salicílico presentó los mejores resultados en ambas condiciones.

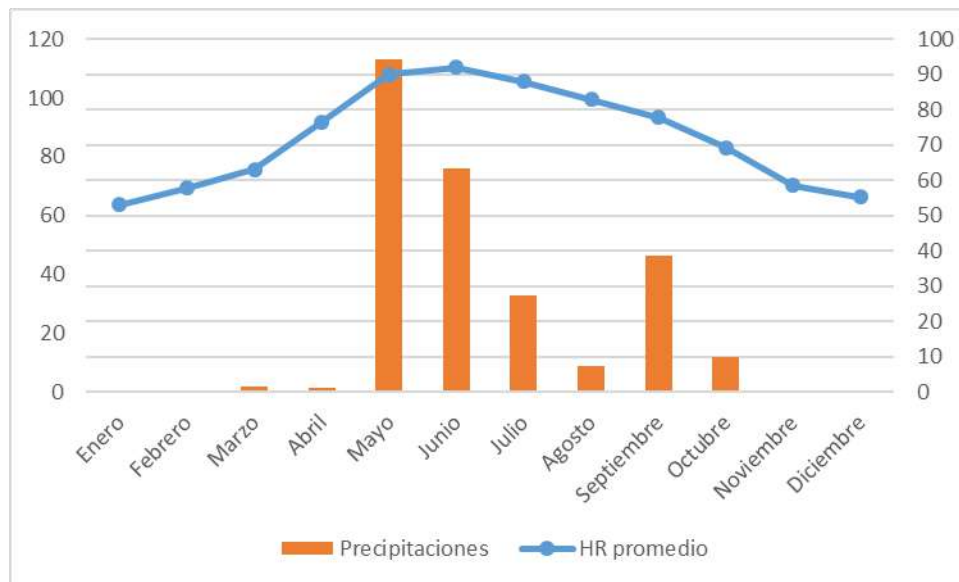
El uso de cobertor plástico de polietileno generó efectos fisiológicos significativos en las variables de PAR, conductancia estomática, y asimilación neta en ambas variedades. La variedad Santina también presentó diferencias en el potencial hídrico xilemático y humedad relativa, en cuanto a la temperatura no se observaron diferencias al utilizar cobertor. El valor obtenido sustenta la hipótesis planteada en esta investigación, ya que, la relación hídrica e intercambio gaseoso fueron mayores en la condición sin uso de cobertor. Esto se debe a que al ser un huerto de cerezos comercial no se vio sometido a condiciones de estrés hídrico en ningún periodo fenológico del cultivo durante el periodo de desarrollo del fruto.

Las variedades no presentaron diferencias al ser manejadas con y sin cobertor en las variables de potencial hídrico xilemático, temperatura y transpiración. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en la variable de humedad relativa, conductancia estomática y asimilación neta alcanzando los valores máximos en la variedad Lapins. Esta situación se atribuye a la alta correlación existente entre la relación hídrica y el intercambio gaseoso al interior del árbol, al utilizar portainjertos de vigor medio a bajo como lo son MaxMa 14.

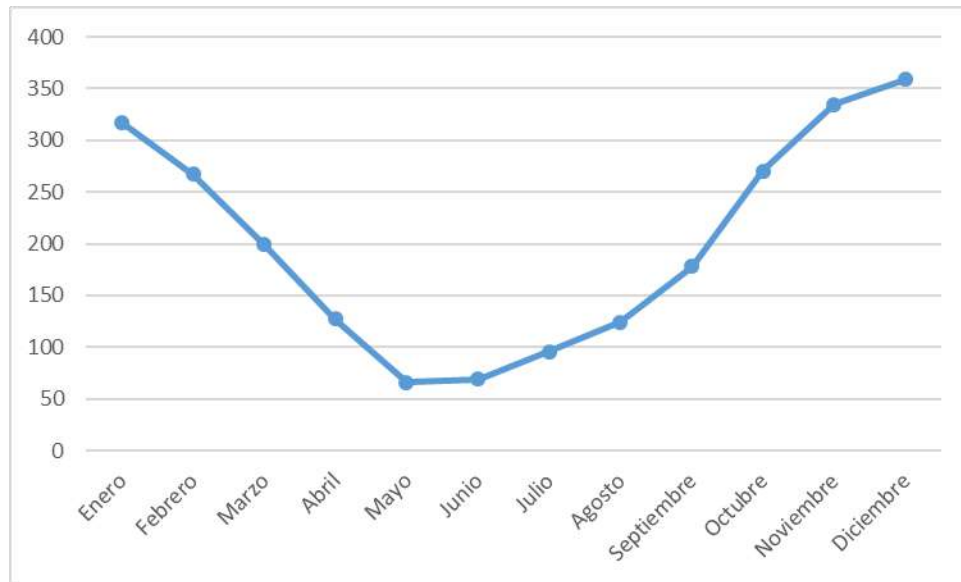
ANEXO



Anexo n°1. Registros de temperaturas máximas, medias y mínimas (°C) para la temporada 2019.



Anexo n°2. Registros de humedad relativa (%) y precipitación (mm) para la temporada 2019.



Anexo n°3. Registro de radiación solar para la temporada 2019.

III.BIBLIOGRAFÍA

- Abud, C. (2017). Cerezas de alto calibre. agosto 20, 2020, de Mundo AGRO Sitio web: [https://www.mundoagro.cl/cerezas-de-alto-calibre-2/Arribillaga, D \(2000\) Serie Actas N°18. Instituto de investigaciones agropecuarias INIA. Las lengas 1450 – teléfono fax \(67\) 233270 – 233366 – Casilla 296, Coyhaique.](https://www.mundoagro.cl/cerezas-de-alto-calibre-2/Arribillaga, D (2000) Serie Actas N°18. Instituto de investigaciones agropecuarias INIA. Las lengas 1450 – teléfono fax (67) 233270 – 233366 – Casilla 296, Coyhaique.)
- Alcantara, J., Acero, J., Alcantara, J & Sánchez, Ruth. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. NOVA, 17(32), PP 108-129
- Aliaga, O. (diciembre,2017). Cerezos: escenario actual, desafíos y condición de fruta. Boletín Técnico Pomáceas, 17 n°6, pp. 2 - 9.
- Balbontín, C., Ayala, H., Bastías, R.M., Tapia, G., Ellena, M., Torres, C., Yuri, J.A., Quero- García, J., Ríos, J.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
- Bastías, R., Leyton, M.J. (2018). Producción de cerezos bajo rafia y plástico: Efecto en el microclima, calidad y condición de la fruta, 8 – 14. Recuperado de file:///C:/Users/Camilo%20Cornejo/Downloads/2018_N2.pdf
- Benvenuto, A. 2013. Evaluación de diferentes sistemas de conducción de granados (*Punica granatum L.*) Var. Wonderful en diferentes zonas de Chile. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 50 p.
- Berni, J., Zarco-Tajado, P., Sepulcre-Cantó, G., Fereres, E. y Villalobos, F. 2009. Estimación de conductancia estomática y detección de estrés hídrico en vegetación mediante imágenes térmicas de alta resolución espacial obtenidas con un vehículo aéreo no tripulado (UAV), Teledetección: Agua y Desarrollo Sostenible. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. 1:25-28.
- Blanco, V., Zoffoli, J. & Ayala, M. (2019). High tunnel, cultivation of sweet cherry (*prunus avium L.*): physiological and production variables. *Scientia Horticulturae*, 251, 108 -117.
- Cazanga, R & Leiva,C. (2013). Antecedentes técnicos y económicos para la producción de Cerezo en la Región del Maule. julio 28, 2020, de CIREN Sitio web: <http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/2178/PC17213.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CIREN. (1997). Descripciones de suelos materiales y suelos. Estudio agroecológico, N°117, p.342.
- Correia, S., Schouten, R., Silva, A. & Goncaleves, B.. (2018, octubre 20). Sweet cherry fruit cracking mechanisms and prevention strategies: A review. *Scientia Horticulturae*, 240, pp.369-377. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818304345>
- Crisosto, C., Crisosto, M., Gayle & Metheney, P. (2003). Consumer acceptance of 'Brooks' and 'Bing' cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. *Postharvest Biology and Technology*. 28. 159-167. 10.1016/S0925-5214(02)00173-4.
- Diaz, A. (2019). Evaluación del estado hídrico e intercambio gaseoso en un huerto de cerezo (cv Santina) bajo cobertores plásticos de distinta densidad. julio 28, 2020, de Universidad de Talca, Facultad de ciencias agrarias, escuela de agronomía. http://www.cva.itesm.mx/biblioteca/pagina_con_formato_version_oct/apaweb.html
- Dochev, D., Djouvinov, V., Gospodinova, M., Kolev, K., Boxus, P., Kerin, V., Zlatev, Z., Vichev, N., Kirkova, I., & Stoimenov, G. 2001. Possibilities for water status evaluation of young cherry trees (*Prunus avium*) on clonal rootstock GM9 by means of some physiological markers. *Bulgarian journal of Agricultural Science* 7(2): 207 – 211.
- Ellena, M. (2006). Cultivo del cerezo para la zona sur de Chile. *BOLETIN INIA*, 135, pp. 24 – 60
- Ellena, M. (2012). Formación y Sistemas de Conducción del Cerezo Dulce. *BOLETIN INIA*, 247, pp.100 -190.
- Ellena, M. & Rombola, A. (2001). Cerezo dulce. 2. Puntos básicos del riego. *Tierra adentro*, 36, pp. 15-17.
- FDF. (2010). Ficha técnica variedades. julio 28, 2020, de Programa de difusión tecnológica en cerezo Sitio web: http://www.fdf.cl/biblioteca/publicaciones/2010/archivos/10_fichas_variedades_cerez.pdf
- Flores, C., 2017. Uso de cobertor anti partidura 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.

- Jordan, M. & Casaretto. (2006). Hormonas y Reguladores del crecimiento: Etileno, Ácido Abscisico, Brasinoesteroides, Poliaminas, Ácido Salicilico & Ácido Jasmonico. Fisiología vegetal, 16, pp 2 - 22.

- Huerta, R. (2019). Efecto de los cobertores plásticos sobre la asimilación neta y el crecimiento vegetativo de árboles de cerezo. julio 28, 2020, de Universidad de Talca, Facultad de ciencias agrarias, Escuela de agronomía Sitio web: <http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/11919/5/20190085.pdf>

- Labra, E., Hirzel, J. y Astudillo, O. 2004. Fruticultura: Renovación de huertos de cerezos. Instituto de investigaciones agropecuarias, Chile, Boletín INIA n° 113, 87 p.

- Lang, G.A., 2014. Growing sweet cherries under plastic covers and tunnels: physiological aspects and practical considerations, Department of Horticulture, Michigan State University, East Lansing, MI, USA. 10 p.

- Larrañaga, P & Osoreo, M. (2019). Catastro frutícola principales resultados Región del Maule / Julio 2019. junio 6, 2020, de ODEPA Sitio web: https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/catastro_maule.pdf

- Layne, D.R. y Flore J.A. (1995). End-product inhibition of photosynthesis in *Prunus cerasus* L. in responses to whole-plant source-sink manipulation. Journal of the American Society for Horticultural Science. 120:583–599.

- Loewe, V., Pineda, G. & Delart, C. (2001). Cerezo común (*Prunus avium* L.),

una alternativa para producir madera de alto valor. INFOR-FIA: INFOR.

- Maldonado, F. (2017). La importancia de utilizar bioestimulantes hormonales en años de alta carga. junio 7, 2020, de Red Agrícola Sitio web: <http://www.stoller.cl/Publicreportaje/PStoller.pdf>

- Marcelo Muñoz V. (2015). Cerezas: frutas en expansión. julio 28, 2020, de ODEPA Sitio web: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2015/08/Cerezas2015.pdf>

- Martínez, J. (2008). Uso de diferentes cubiertas plásticas en invernaderos para mejorar los efectos de radiación, temperatura y humedad relativa. julio 28, 2020, de Centro de investigación en Química aplicada Sitio web: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/593/1/Jose%20Noe%20Martinez%20Ramirez.pdf>

- Mika, A., Buler, Z., Wojcik, K. & Konopacka, D. (2019, november). Influence of the plastic cover on the protection of sweet cherry fruit against cracking, on the microclimate under cover and fruit quality. *Journal of Horticultural*, 27(2), 31 -38.
- Morales, C. (2017). Manual de manejo agronómico del arándano. junio 7, 2020, de Instituto de Investigaciones Agropecuarias Sitio web: <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/06%20Manual%20Arandanos.pdf>
- Podesta, L. (2007). Influencia de restricciones hídricas poscosecha en el crecimiento vegetativo y reproductivo en plantaciones jóvenes de cerezo(*Prunus avium*). julio 28, 2020, de Magister scientiae en riego y drenaje, universidad nacional de cuyo, Facultad de ciencias agrarias Sitio web: https://bdigital.uncuyo.edu.ar/objetos_digitales/2981/podestatesismaestria.pdf
- Podesta, L., Vallone, R., Sánchez, E. & Morábito, J.. (2010). Efecto del riego deficitario controlado sobre el crecimiento vegetativo en plantaciones jóvenes de cerezo (*Prunus avium* L.). *FCA UNcuyo*, 42, pp. 74 - 75.
- Prash, C., & Sonnewald, Y. 2015. Signaling events in plants: Stress factors in combination change the picture. *Environmental and Experimental Botany*. 114: 4- 14. Doi: 10.1016/.envexpbot.2014.06.020
- Quedo-Garcia, J., Lezzoni, A., Pulawska, J. & Lang, G.. (2017). Environmental limiting factors for cherry production. En *Cherries: Botany, production and uses*(pp. 213-214). the British Library, London, UK.: CAB international.
- Quiroz, I. (2020). Anuario 2019/2020 Mercado internacional de cerezas. junio 6, 2020, de iQonsulting Sitio web: <http://www.iqonsulting.com/files/Anuario-Cerezas-2020-iQonsulting-Final.pdf>
- Red Agrícola. (mayo, 2020). Temporada de la cereza 2019/2020. *Red Agrícola*, N°111, pp.14 - 21.
- Rogiers, S., Greer, D., Hatfield, J., Hutton, R., Clarke, S., Hutchinson, P., & Somers, A, 2012. Stomatal response of an anisohydric grapevine cultivar to evaporative demand, available soil, moisture and abscisic acid. *Tree Physiol*. 32: 249-261
- Roper, T. R., Keller, J. D., Loescher, W. H., & Rom, C. R. (1988). Photosynthesis and carbohydrate partitioning in sweet cherry: Fruiting effects. *Physiologia Plantarum*, 72(1), 42–47
- Salazar, C., Selles, G & Marfan, G. (2019). Cubiertas plásticas en uva de mesa. *BOLETIN INIA*, 402, pp- 17 - 40.

- Sánchez, G., Castro, M., Beltrán, E., Reyes, H. & García, E. (diciembre 2010). El ácido salicílico y su participación en la resistencia a patógenos en plantas. *Biología*, 12(2), pp. 90 - 95.
- Shackel, K., Ahmadi, H., Biasi, W., Buchner, R., Goldhamer, D., & Gurusinge, S. 1997. Plant water status as an index of irrigation need in deciduous fruit trees. *HortTechnology* 7(1): 23- 29.
- Sotiropoulos *et al.*, 2014). Sotiropoulos, T., Petridis, A., Koukourikou-Petridou, M., Koundouras, S., Therios, I., Koutinas, N., and Pappa, M. 2014. Efficacy of using rain protective plastic films against cracking of four sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars in Greece. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 2(6):1035-1040
- Soto, P. (2017). Cerezas, análisis de un mercado en expansión y recomendaciones de negocio para un caso aplicado. Santiago.
- Squeo, F & Cardemil, L. (2007). Transpiración. En *Fisiología Vegetal* (pp. 68 -81). La Serena, Chile: Ediciones Universidad de la Serena. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Transpiracion.pdf>
- Vega, S. 2011. Eficiencia fotoquímica en hojas de distintas edades en naranjo (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y vid (*Vitis vinífera* L.). Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 70p.
- Yepes, A & Silveira M. (2011). Respuestas de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global. (REVISIÓN. julio 28, 2020, de Colombia Forestal Sitio web: <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939616005.pdf>
- Zuñiga, M. (2013). Consumo de agua por la planta de siete especies frutales producidas en Chile. julio 28, 2020, de Universidad de Chile Facultad de ciencias agronómicas escuela de pregrado. Sitio web: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/148777/Z%C3%BA%C3%B1iga-%20Consumo%20de%20agua%20%282013%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>