



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

**Efecto de dos condiciones de manejo con y sin cobertura sobre el estado hídrico y componentes del rendimiento de cerezos cv. Lapins**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**CARLOS MATÍAS VIVALLO CORDERO**

**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 APROBACION**

**APROBACIÓN:**



**Profesor Guía:**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Agr. M.Sc. Horticultura, M.S. AgroTIC y Dr. César Antonio Acevedo Opazo.**



**Profesor Co-guía:**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Agr. Dr. Paulo César Cañete Salinas.**

**Fecha de presentación de la Defensa de Memoria: 26 de abril de 2021.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero que todo, quisiera agradecer a mis padres Juan Carlos Vivallo, Pamela Cordero y mi hermana Antonella Vivallo por el incesante apoyo y confianza que depositaron en mí a lo largo de la carrera, y por supuesto en la vida misma. También a mi abuelita Alicia Rodríguez por recibirme siempre en su hogar sin importar nada. Y a mi novia Johanis Lepe por su paciencia y apoyo, por acompañarme en este camino y siempre sacar lo mejor de mí.

También quiero agradecer a mi profesor guía César Acevedo y mi profesor co-guía Paulo Cañete por darme la oportunidad de hacer mi memoria de título con ellos, ya que estoy convencido que no podría haber tenido un mejor equipo de trabajo, grandes profesionales y apasionados por el agro, que siempre me apoyaron y se preocuparon de que fuera avanzando adecuadamente. A la vez quiero agradecer a todos aquellos profesores con que tuve la oportunidad de recibir clases, sobre todo aquellos que lograron traspasarnos sus conocimientos, experiencia y motivación.

Finalmente quiero agradecer a todos los amigos que hice a lo largo de la carrera, sin lugar a duda, sin ellos mi paso por la universidad no hubiese sido lo mismo.

Y, por último, quiero agradecer a Dios y la Universidad de Talca, especialmente a la Facultad de Ciencias Agrarias por la formación entregada y motivarme a ser un mejor profesional cada día.

## RESUMEN

Chile se ha convertido en referente mundial en el mercado de cerezas. Esta situación ha incrementado las exigencias comerciales de este producto, haciendo necesaria la incorporación de nuevas tecnologías que aseguren la producción y la calidad frente a condiciones climáticas adversas. Por esta razón se ha incrementado la utilización de los cobertores plásticos en la producción de cerezos, ya que permiten mitigar los efectos negativos de las heladas y lluvias en periodos críticos de desarrollo. Sin embargo, su uso trae consigo modificaciones significativas en el microclima de las plantas, lo cual hace necesario su estudio en mayor profundidad. El objetivo de esta investigación consistió en evaluar el efecto que produce el uso de cobertores plásticos sobre el estado hídrico y los componentes del rendimiento en cerezos, a través de un ensayo realizado durante los años 2018 y 2019 en el huerto comercial de "APSA" ubicado en la localidad de Penciahue, Región del Maule, Chile. Para esto se evaluó el potencial hídrico xilemático, el peso fresco, el peso seco y el número de frutos periódicamente desde el estado fenológico de pinta hasta la cosecha, en cerezos del cultivar Lapins sobre portainjerto MaxMa 14. Los tratamientos evaluados fueron: T0 sin cubierta plástica y T1 con cubierta plástica tipo techo. Los resultados observados durante el año 2018 mostraron diferencias significativas únicamente para la variable peso fresco registrando valores de 15,23 g para el tratamiento sin cubierta y 13,07 g para el tratamiento con cubierta plástica. Mismo resultado fue observado durante el año 2019 donde solamente se registraron diferencias significativas para la variable peso fresco. En esta oportunidad el tratamiento sin cobertor alcanzó valores de 15,35 g, mientras que el tratamiento con cobertor plástico registró valores de 13,10 g. En cuanto a las variables peso seco de frutos, número de frutos y potencial hídrico xilemático no presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos en ninguno de los dos años de evaluación. Los resultados obtenidos permiten concluir que el uso de cobertor no genera un cambio significativo en el estado hídrico de las plantas, así como tampoco sobre el rendimiento.

Palabras clave: cerezo, Lapins, cobertor, estado hídrico, microclima, rendimiento.

## ABSTRACT

Chile has become a world leader in the cherry market. This situation has increased the commercial requirements of this product, which has made it necessary to incorporate new technologies that will ensure production and quality against adverse weather conditions. Consequently, the use of plastic covers in cherry production has increased, as they allow to mitigate the negative effects of frost and rains in critical periods of development. However, the use of plastic covers leads to significant alterations in the microclimate of plants. Thus, it is necessary to study it in greater depth. The aim of this study is to evaluate how plastic covers affect water status and yield components through a test. This was carried out during 2018 and 2019 in 'APSA', a commercial orchard in Péncahue, Maule region, Chile. Xylem water potential, dry and fresh weight, and the number of fruits were periodically evaluated from veraison to harvest in Lapins cherry trees on MaxMa 14 rootstocks. The evaluated treatments were: T0 without plastic covers and T1 with plastic roof covers. The results observed in 2018 show meaningful differences only in the variable of fresh weight. It shows values of 15.23 g for the treatment without plastic covers, and 13.07 g for the treatment with plastic covers. The same result was observed in 2019. Only significant differences were observed in the variable of fresh weight. On this occasion, the values were 15.35 g for the treatment without plastic covers, whereas the values for treatment with plastic covers were 13.10 g. As for the variables of dry weight, number of fruits and xylem water potential, no statistical differences were shown in the treatments in any of the two years of tests. The results show that the use of plastic covers does not lead to any significant change in the water status nor the yield of the plants.

Key words: cherry tree, Lapins, cover, water status, microclimate, yield.

## ÍNDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
1.1. Hipótesis .....	11
1.2. Objetivo general .....	11
1.3. Objetivos específicos.....	11
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>12</b>
2.1. Importancia del cultivo de cerezas en Chile .....	12
2.2. Descripción de la especie .....	12
2.3. Características edafoclimáticas del cultivo .....	13
2.4. Caracterización del cultivar Lapins.....	13
2.5. Contexto de cambio climático .....	14
2.6. Uso de coberturas .....	14
2.6.1. Objetivos del uso de cubiertas.....	14
2.6.2. Tipos de cubiertas .....	15
2.6.3. Consideraciones.....	15
2.6.4. Efectos en el microclima bajo cubierta .....	15
2.6.5. Efectos en el peso fresco.....	16
2.6.6. Efectos en la materia seca de frutos .....	16
2.6.7. Efectos en el diámetro de frutos .....	16
2.6.8. Efectos en el número de frutos .....	16
2.6.9. Efectos en el estado hídrico.....	17
2.6.10. Efectos en la transpiración.....	17
2.6.11. Efectos en la conductancia estomática .....	18
2.6.12. Efectos en la fotosíntesis .....	18
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
3.1. Sitio experimental.....	19
3.2. Características edafoclimáticas del estudio.....	20
3.3. Mediciones fisiológicas .....	21
3.4. Mediciones de fruto .....	21
3.5. Análisis estadístico .....	23
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>24</b>
4.1. Análisis de componentes principales .....	24
4.2. Análisis de varianza.....	26
4.2.1. Peso fresco de frutos.....	27
4.2.2. Peso seco de frutos.....	28

4.2.3. Número de frutos.....	28
4.2.4. Potencial hídrico xilemático .....	29
4.3. Desarrollo de frutos .....	29
4.4. Rendimientos potenciales.....	31
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>32</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>33</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
<b>CUADRO 1.</b> Resumen de los tratamientos desarrollados, cada tratamiento está compuesto por 3 sitios de muestreo, los cuales corresponden a dos árboles de igual vigor.....	19
<b>CUADRO 2.</b> Resumen climático de Pencahue para el último trimestre del año que considera datos registrados durante los dos años de ensayo y datos históricos (T. máxima (°C), T. mínima (°C), humedad relativa (%), precipitaciones (mm)) .....	20
<b>CUADRO 3.</b> Análisis de varianza de los componentes del rendimiento y el estado hídrico en cerezo cv. Lapins, sin uso de cobertor (T0) y con cobertor (T1) para el año 2018.....	26
<b>CUADRO 4.</b> Análisis de varianza de los componentes del rendimiento y el estado hídrico en cerezo cv. Lapins, sin uso de cobertor (T0) y con cobertor (T1) para el año 2019.....	27
<b>CUADRO 5.</b> Resumen del peso fresco, peso seco y porcentaje de materia seca para los frutos obtenidos para los tratamientos: T0 sin cubierta y T1 con cubierta, los dos años de estudio.....	28
<b>CUADRO 6.</b> Resumen de los rendimientos potenciales obtenidos a través de las medias entregadas por los análisis de varianza. Para cada año: 2018 y 2019 con su respectivo tratamiento: T0 como testigo y T1 con cubierta .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>FIGURA 1.</b> Toma aérea del sitio experimental ubicado en el huerto “APSA”.....	19
<b>FIGURA 2.</b> Hoja cubierta con bolsa de plástico y papel aluminio dos horas antes de la medición.....	21
<b>FIGURA 3.</b> Pesaje de frutos frescos previo a realizar el proceso de secado respectivo y volver a pesar para obtener el peso seco de frutos.....	22
<b>FIGURA 4.</b> Conteo y cosecha de frutos al término de la temporada .....	22
<b>FIGURA 5A.</b> Análisis de componentes principales (ACP) que considera los datos de potencial hídrico, número de frutos, peso fresco y peso seco obtenidos durante los años 2018 y 2019 .....	24
<b>FIGURA 5B.</b> ACP que refleja la distribución de los datos en el plano explicado a través de los componentes 1 y 2. Cada dato está caracterizado por un ícono de color: triángulo-azul corresponde al año 2018 y círculo-verde al año 2019.....	24
<b>FIGURA 6.</b> Evolución del peso fresco y peso seco de frutos desde pinta a cosecha para ambos tratamientos, año 2018. Donde T0: tratamiento sin cubierta, T1: tratamiento con cubierta, PF: peso fresco y PS: peso seco .....	30
<b>FIGURA 7.</b> Evolución del peso fresco y peso seco de frutos desde pinta a cosecha para ambos tratamientos, año 2019. Donde T0: tratamiento sin cubierta, T1: tratamiento con cubierta, PF: peso fresco y PS: peso seco .....	30

## 1. INTRODUCCIÓN

El cerezo (*Prunus avium* L.), también conocido como guindo dulce, pertenece a la familia botánica Rosaceae, familia que se caracteriza por su gran diversidad (Gonzalez *et al.*, 1989), razón por la cual resulta muy relevante en términos botánicos y económicos, pudiendo encontrar géneros tan reconocidos como: *Malus* (manzanos), *Pyrus* (perales), *Fragaria* (frutillas), *Rubus* (zarzamoras) y *Prunus* (frutales de caroso), siendo este último, el género al que pertenece el cerezo (Loewe *et al.*, 2001; García, 2010). Este cultivo, últimamente se ha convertido en el frutal con mayor crecimiento en superficie del país, llegando a las 38.391 hectáreas, las cuales se distribuyen a lo largo de Chile desde la IV a la XI región, concentrándose más del 80% de la superficie en la VI y VII región de nuestro país (Ciren, 2019).

En términos de volúmenes exportados de cerezas frescas, se puede observar un crecimiento de más de un 250% comparando las toneladas exportadas en el año 2008 versus los volúmenes exportados una década más tarde por Chile (Dominguez *et al.*, 2019). Una notable evolución que se ha mantenido con los años y que para la temporada 2019/2020, significó unas 228.548 toneladas de cerezas frescas exportadas, convirtiendo a Chile en el principal exportador de cerezas del planeta, superando ampliamente a Estados Unidos segundo exportador mundial, que despachó alrededor de 78.523 toneladas durante la temporada. Del total exportado por Chile un 94% se destina al lejano oriente, seguido por Estados Unidos y Latinoamérica, que se llevan un 2%, el porcentaje restante se envía a Europa, Canadá y al medio oriente (iQonsulting, 2020).

China es el principal destino de las cerezas chilenas, esto se debe en parte a la importancia que tiene este país en la economía mundial, con una tasa de crecimiento anual del 7% durante los últimos 5 años (Odepa, 2019). Además, la alta demanda que tiene la cereza en este mercado se debe a que esta fruta es considerada un regalo de gratitud y prosperidad en la celebración del Año Nuevo Chino. Durante este periodo la cereza alcanza altos precios, para posteriormente ir cayendo a medida que comienza a aparecer la fruta proveniente de otros países como Australia y Argentina (iQonsulting, 2020). Esta ventaja comparativa, permite a Chile exportar cerezas cuando no existe oferta en el hemisferio norte, comercializando de esta forma altos volúmenes de fruta, obteniendo muy buenos retornos para nuestro país (Solorza, 2017).

Debido a las exigencias que demanda el mercado chino y los altos precios que alcanza la cereza, se hace cada vez más necesario realizar manejos que permitan asegurar su producción frente a factores adversos. Uno de los factores más importantes que afectan al cultivo son las lluvias primaverales, las cuales provocan un fenómeno fisiológico conocido como “cracking” o partidura, el cual ocurre principalmente desde las etapas de pinta a fruto maduro, pudiendo significar la pérdida de hasta un 60% de la fruta (Ellena, 2012). Otro factor limitante corresponde a las heladas tempranas en primavera durante el periodo de floración-cuaja, las cuales afectan al cerezo en su etapa más sensible, donde temperaturas de entre -3,2 y -2,7 °C resultan letales generando pérdidas del orden de 50% de la fruta (Gil, 2012).

El impacto del cambio climático en la agricultura es tal que se ha convertido en una de las principales preocupaciones ya que su presencia provoca aumentos en la temperatura que van desde 1 a 4°C, lo que va acompañado de una mayor frecuencia en los periodos de calor extremo, además de aumentos en las temperaturas mínimas y nocturnas, sumado a aumentos en la velocidad del viento y disminuciones en las lluvias invernales que llegarían a los 200 mm aproximadamente. Lo anterior se suma a un incremento en la variabilidad de los eventos climáticos, tornándolos más inestables, pudiendo pasar de un extremo a otro en un periodo de tiempo muy reducido (Santibáñez, 2011). Por otro lado, el cambio climático también ha hecho posible el desplazamiento de las zonas productivas, permitiendo abarcar nuevas regiones hacia el sur del país y con ello producir cerezas donde antes no era posible (Odepa, 2013; Barros y Torres, 2017).

Las cubiertas plásticas figuran como el principal mecanismo de control para algunos de los efectos adversos más importantes producidos por el clima, actuando como método de control pasivo frente a heladas, registrando diferencias de entre 1,5°C a 2°C favorables para las condiciones de cobertura (Wallberg y Sagredo, 2014; Bastías y Leyton, 2018). También, son capaces de disminuir los daños por partidura en cerca de un 60% (Cline, 1995). Además, en vid mesa se han encontrado diferencias en la velocidad del viento de hasta un 85% menos bajo este tipo de cubiertas (Salazar *et al*, 2019). Sin embargo, existe una gran incerteza sobre el efecto que tendría la utilización de esta tecnología sobre la respuesta fisiológica de las plantas, ya que su uso significa un cambio a nivel de microclima donde se modifica la intensidad de radiación solar, la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento, entre otras (Lang, 2014). Esto conllevaría a cambios en el consumo de agua, estado hídrico, transpiración y fotosíntesis, lo que afectaría directamente la producción y con ello los componentes del rendimiento. De cumplirse lo anterior, se hace necesario realizar un manejo diferente al que se utiliza convencionalmente y que en este momento no existe para el cultivo bajo cobertura.

### 1.1. Hipótesis

El uso de cobertores plásticos generaría cambios en la respuesta hídrica de las plantas. Además, el uso de cubierta aumentaría el rendimiento final en cerezos.

### 1.2. Objetivo general

Caracterizar el estado hídrico y los componentes del rendimiento en cerezo cv. Lapins bajo condiciones de manejo con y sin cobertura.

### 1.3. Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento hídrico del cerezo bajo condiciones de manejo con y sin cobertura.
- Evaluar el efecto de condiciones de manejo con y sin cobertura sobre los componentes del rendimiento en cerezos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Importancia del cultivo de cerezas en Chile

En términos de superficie, el cerezo se posiciona a nivel nacional como el tercer frutal de mayor superficie, siendo solamente superado por el nogal y la vid de mesa respectivamente. Sin embargo, a diferencia de estos, el cerezo presenta un crecimiento sostenido. Por ejemplo, del año 2018 al 2019 se registró una variación del 27,2%, crecimiento ampliamente superior al que presentaron los dos frutales de mayor superficie (Odepa, 2019). Además, se han registrado un total de 38.391 hectáreas en la última temporada (2019/2020), que se concentran principalmente en el valle central, especialmente entre la VI y VII región, las que juntas representan más del 80% del total plantado (Ciren, 2019).

Este amplio desarrollo del cultivo en el país le ha permitido convertirse en el mayor exportador de cerezas en el mundo despachando un total de 228.548 toneladas, superando ampliamente a Estados Unidos, quien se ha posicionado como el segundo exportador con 78.523 toneladas. Esta notable diferencia se ha ido acentuando desde la temporada 2016/2017 a la fecha. Cabe destacar, además, que los crecientes volúmenes de exportación de cereza tienen como principal destino el lejano oriente, específicamente China, país que importa más del 90% de las cerezas chilenas (iQonsulting, 2020).

### 2.2. Descripción de la especie

El cerezo es originario de Oriente Próximo, específicamente de la zona que se encuentra alrededor del Mar negro y el Mar caspio (Pérez *et al.*, 2008). Posteriormente fue domesticado en Asia Central desde donde se fue distribuyendo al mediterráneo a través de la civilización griega. Al ser distribuido a través de Europa se propició que fueran surgiendo diversos ecotipos con distintas adaptaciones morfológicas y ecológicas (García, 2010).

Es un árbol caducifolio y vigoroso, que puede llegar a alcanzar los 25 metros de altura, de corteza marrón rojiza y lisa, con lenticelas vistosas y marcas horizontales. El cerezo presenta una marcada dominancia apical que le hace presentar problemas en etapas iniciales de la formación de huertos. Sus hojas son simples ovado-oblongas, acuminadas de entre 7,5 a 12,5 cm de largo y 3,5 y 5 cm de ancho, de margen aserrado con envés escasamente pubescente y haz glabro. Pecíolo de 4 a 5 cm de longitud y normalmente presentan 2 nectarios que pueden estar en la base del limbo o el pecíolo (Grau, 2007). Sus flores son blancas agrupadas en umbelas, cada flor está compuesta de 5 sépalos y 5 pétalos (blancos), con más de 20 estambres y un pistilo glabro ubicado en el centro. Los frutos corresponden a drupas globosas o con forma de corazón cuya piel y pulpa pueden variar de amarillo a rojo o incluso negro (Loewe *et al.*, 2001).

### 2.3. Características edafoclimáticas del cultivo

El cerezo corresponde a un frutal de clima templado que se ubica entre los paralelos 35° y 55° latitud norte y sur, sin embargo, presenta una amplia adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales (García, 2010). Los diferentes cultivares de cerezo presentan un amplio rango de requerimiento de frío necesario para romper el letargo invernal que varía entre las 400 y las 1300 horas bajo 7°C (Morales y Castro, 2018). Al no cumplirse las horas de frío necesarias la brotación y floración se retrasan y se producen de manera deficiente (Labra *et al.*, 2005).

El cultivo presenta una sensibilidad media a heladas con distintos grados de resistencia para cada etapa fenológica. La mayor resistencia a las heladas se da durante el receso invernal, mientras que la etapa más susceptible a daños se da en etapas iniciales de crecimiento de fruto, donde temperaturas desde 0°C hacia abajo, generarán daños que se verán incrementados según el tiempo de exposición (Ellena, 2012) y la magnitud de esta, bastando temperaturas de -2,7 °C para dañar el 50% de los frutos en crecimiento (Gil, 2012).

En cuanto a suma térmica, el cerezo requiere entre 300 y 700 días grado desde yema hinchada a cosecha para lograr la madurez de sus frutos. El cumplimiento de dicha suma térmica se verá acelerada a medida que nos movamos hacia latitudes más al norte de nuestro país por las mayores temperaturas diarias que allí se registran. Por el contrario, al movernos hacia latitudes más australes se presentarán retrasos en la madurez de los frutos, dado por una menor temperatura media (Labra *et al.*, 2005). Es importante destacar que temperaturas superiores a los 30°C durante el periodo de diferenciación provocan malformaciones que terminan por producir frutos dobles (Predieri *et al.*, 2003).

Al ser una especie vigorosa presenta un sistema radical profundo y expansivo, que para desarrollarse óptimamente requiere de suelos profundos y fértiles con buen drenaje y aireación, idealmente de textura franca, con una profundidad de 80 cm o más (Labra *et al.*, 2005). En cuanto al pH de suelo tiene su óptimo a pH ligeramente inferior a 7, tolerando hasta pH alrededor de 5,6. Respecto a la salinidad el valor crítico es de 2,2 ds/m (Ciren, 2017).

### 2.4. Caracterización del cultivar Lapins

Cultivar originario de Canadá, desarrollado por el Agriculture Canada Research Station en Summerland, British Columbia, como un cruce de Van x Stella en los años 1970, siendo seleccionado por su excepcional resistencia a partidura (Lane *et al.*, 1984).

Presenta un vigor alto y una entrada en producción al tercer año tanto sobre portainjertos vigorosos como menos vigorosos. Es autofértil, considerado como “dador universal” de polen (Donoso *et al.*, 2011). Su plena floración ocurre en la segunda mitad de septiembre en la zona sur del país, mientras que su cosecha corresponde a media estación o tardía, comenzando a principios de diciembre en la zona central de Chile. Además, presenta frutos grandes que en promedio tienen un diámetro de 25 a 30 mm (Ellena, 2012; Labra *et al.*, 2005). Y presenta bajo requerimiento de frío invernal que va de las 400 a 500 horas bajo 7°C (Ciren, 2017).

## 2.5. Contexto de cambio climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) define al cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (ONU, 1992). Estos cambios, según Santibáñez (2011) involucran alzas en las temperaturas que acelerarán los ciclos de las plantas acortando los periodos productivos, de igual manera se acelerarán los ciclos de insectos y patógenos lo que involucrará mayores costos para su control. Además, para el caso del cerezo específicamente se producirán problemas de fertilidad y cuaja, lo que afectará directamente los rendimientos, que de igual manera se acelerarán. También aumentarán las temperaturas mínimas y con ello se reducirán las horas de frío invernales lo que afectará la dormancia en los frutales de hoja caduca, reduciendo la brotación y la fertilidad de las yemas; del mismo modo se verán incrementadas las temperaturas nocturnas lo que afectará el desarrollo de color y aroma en frutales y vides (CEPAL, 2012). El alza de las temperaturas sumado a bajas en la pluviometría llevará a reducir la disponibilidad de agua sobre todo en el periodo estival, lo que propiciará el avance de la desertificación a lo largo del territorio nacional. La ventosidad aumentará y como dijimos previamente las lluvias tenderán a disminuir, sin embargo, su intensidad se verá incrementada, lo que podría afectar a los frutales en floración o fructificación. Por otro lado, se prevé una atenuación de las heladas lo que favorecerá a los frutales como el cerezo. En definitiva, las condiciones se irán tornando más adversas y azarosas por lo que será necesario relocalizar muchos cultivos y/o implementar estrategias para reducir el estrés (Santibáñez, 2011).

## 2.6. Uso de coberturas

### 2.6.1. Objetivos del uso de cubiertas

Originalmente las cubiertas plásticas nacieron en Europa con la finalidad de proteger a las especies frutales de eventos climáticos adversos como granizos, vientos y lluvias siendo estas últimas responsables en gran medida del desorden fisiológico denominado “cracking” el cual representa la mayor pérdida en los rendimientos para la mayoría de las zonas productoras de cerezo del mundo (Balbontín *et al.*, 2013). Con el paso del tiempo los agricultores se dieron cuenta que el uso de estas cubiertas también significaba una mejora a nivel microclimático modificando la luminosidad, temperatura y humedad relativa (INIA, 2016).

## 2.6.2. Tipos de cubiertas

Hoy en día existe una gran variedad de cobertores en el mercado, los cuales son cada vez más utilizados en los huertos para así proteger el cultivo y asegurar una buena producción. Uno de ellos es la cubierta de tipo rafia, la cual es la más utilizada en el cultivo del cerezo y consiste en un tramado denso de polietileno que impide el ingreso del agua, lo que es muy favorable frente a las lluvias, es resistente a la manipulación, pero puede limitar la luz que incide finalmente en el árbol (Abud *et al.*, 2018).

Otro tipo de cubierta es la de malla que consiste en un tejido de hilos de polietileno de alta densidad, sin embargo, como es un tejido no proporciona protección frente a la lluvia, pero sí logra reducir la velocidad del viento y otorga un cierto grado de sombreamiento.

Finalmente tenemos los Film plásticos, que por lo general son de baja densidad y de distintos espesores, los que son muy usados en vides de mesa, no así en el cerezo (Salazar *et al.*, 2019).

Además de los techos convencionales tipo carpa, últimamente han aparecido estructuras más complejas denominadas macrotúneles los cuales simulan las condiciones microclimáticas de un invernadero (Sánchez *et al.*, 2019).

## 2.6.3. Consideraciones

La polinización es una etapa que puede verse afectada por el tipo de cobertura, específicamente la actividad de los insectos polinizadores, siendo *Apis mellifera* el principal polinizador del cerezo, el cual trabaja más eficientemente entre los 15 y 26°C (Donozo, 2011) hasta detener por completo con temperaturas bajo los 10°C especialmente si estamos bajo condiciones de neblina o llovizna (Fried, 1999).

Según investigaciones para huertos que presentan cobertura tipo macrotúnel se han registrado caídas en los rendimientos de hasta un 50%, lo que es atribuible a la polinización de *A. mellifera* debido a la pérdida de la calidad lumínica, la cual es fundamental para la orientación de las abejas. Es por esta razón que hoy se utilizan colmenas de *Bombus spp* para alcanzar rendimientos comparables a huertos sin cobertura (Lang, 2014).

## 2.6.4. Efectos en el microclima bajo cubiertas

Bajo las cubiertas plásticas se han registrado pérdidas cercanas al 40% de la radiación PAR interceptada y diferencias de 2°C menos en el dosel de cerezos (Wallberg y Sagredo, 2014). Por su parte Bastías y Leyton (2018) señalan que, en cuanto a temperatura de frutos, bajo cubierta plástica esta disminuye 3,8°C y bajo rafia hasta 4,3°C todo esto en condiciones de día soleado (con días nublados no habría efecto).

Respecto a la temperatura máxima del aire esta disminuye entre 2 y 5°C con el uso de cobertura, siendo la cubierta tipo rafia la más efectiva en disminuir la temperatura del aire. Por otro lado, la temperatura mínima diaria aumenta entre 1 y 2°C bajo cobertura (Bastías y Leyton, 2018). Con respecto al viento, según Lang (2014) bajo condición de macrotúnel se registran reducciones de 5 hasta 20 Km/h en la velocidad del viento.

#### 2.6.5. Efectos en el peso fresco

Blanco *et al.* (2019) encontraron diferencias en el peso fresco de frutos en árboles de cerezo con y sin cobertura, obteniendo resultados favorables para el tratamiento con cobertura. Según indican Wallberg y Sagredo (2014) bajo condiciones de cobertura el peso de frutos se ve modificado alcanzando diferencias de casi 3 gramos más, en comparación a frutos sin cobertura. Lang *et al.* (2011), en un estudio realizado en macrotúnel, obtuvieron leves diferencias de peso entre los frutos producidos bajo cubierta con respecto al testigo, estas diferencias se mantuvieron por las dos temporadas que se realizó el ensayo.

#### 2.6.6. Efectos en la materia seca de frutos

En cuanto al porcentaje de materia seca se encontró que los frutos que se desarrollaron bajo cobertura plástica respecto al control sin cubierta presentaron diferencias de casi una unidad favorable para la condición de cobertura, sin embargo, esta diferencia no fue significativa y al repetir el estudio dos temporadas después se encontraron resultados opuestos que sí resultaron significativos y favorables para la condición sin cobertura (Mika *et al.*, 2019). Lo mismo observó Tapia (2019) quien afirma que los frutos bajo cubierta presentan menor porcentaje de materia seca respecto a los frutos que se desarrollan al aire libre.

#### 2.6.7. Efectos en el diámetro de frutos

Lang (2013) ha encontrado diferencias en el diámetro de frutos creciendo bajo cubiertas plásticas específicamente bajo macrotúneles. Registrando incrementos en el diámetro de las cerezas que crecen bajo condición de cobertura. Dicho incremento en el diámetro sería más notorio a medida que se cubren los árboles en etapas tempranas de crecimiento de frutos (Lang, 2014). Del mismo modo Blanco *et al.* (2019) registraron medias de 29 mm para la condición de cobertura, mientras que para la condición sin cobertura solo 27 mm como media.

#### 2.6.8. Efecto en el número de frutos

Blanco *et al.* (2019) si bien preliminarmente registraron diferencias en el número de frutos creciendo bajo cobertura, estas diferencias no fueron significativas.

Whiting (2018) señala que la cantidad y calidad de frutos es proporcional al balance entre los tejidos “source” (fuente) que corresponde a las hojas y los tejidos “sink” (sumidero) que son los frutos y brotes de la



temporada, asegurando que mientras más temprano sea el raleo su efecto sobre la calidad de la fruta será mayor; es más, raleos posteriores a las dos semanas desde plena flor no tendrán efecto sobre la calidad de la fruta al final de la temporada. Además, señala que entre 1 a 2 yemas por dardo da como resultado el mayor peso de fruto posible.

#### 2.6.9. Efectos en el estado hídrico

Según estudios realizados por Díaz (2019) no se encontró diferencia estadística entre los potenciales hídricos de xilema en árboles creciendo bajo cobertura plástica y árboles sin cobertura. Por su parte, Blanco *et al.* (2019) inicialmente no observaron diferencias en el potencial hídrico xilemático, sin embargo, trascurrido 50 días desde plena flor se comenzaron a registrar diferencias favorables a la condición de cobertura.

Podesta *et al.* (2010) afirman que se han registrado valores de potencial hídrico xilemático que van de los -0,89 a los -0,94 MPa registrados a medio día para cerezos cvs. Lapins, Summit y Celeste con riego óptimo.

Respecto a la aplicación de una estrategia de “déficit hídrico controlado” como el que se realiza en otros frutales de carozo para disminuir el crecimiento vegetativo, no resulta aconsejable en el caso del cerezo, debido a que su cosecha es muy temprana y existe coincidencia en las fases de mayor desarrollo vegetativo con la fructificación, por lo que se privilegia mantener un estado hídrico óptimo para asegurar el correcto desarrollo de los frutos (Ellena, 2006). Por otro lado, es posible aplicar una disminución moderada del suministro hídrico durante el periodo de poscosecha, sin embargo, se corre el riesgo de aumentar el porcentaje de frutos dobles debido a que durante este periodo se está llevando a cabo la diferenciación floral (fines de diciembre a mediados de marzo) que se verá afectada por situaciones de estrés hídrico y altas temperatura (Lemus, 2005).

#### 2.6.10. Efectos en la transpiración

En un estudio realizado por Sotiropoulos *et al.* (2014) se encontraron diferencias en la transpiración para cerezos bajo cubiertas en comparación a cerezo sin cubierta en los cvs. Early Star y Ferrovia, concretamente se observaron reducciones de alrededor de 2 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>2</sup>/s<sup>1</sup> bajo cubierta plástica. Por otro lado, no se encontraron diferencias para el cv. Van.

Por su parte Oyarzún *et al.* (2010) observaron máximos de alrededor de 6 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>2</sup>/s<sup>1</sup> a las 14:00 h del día en hojas bien iluminadas, mientras que los máximos registrados en hojas sombreadas se daban cerca de las 11:00 h del día con valores que bordeaban los 4,5 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>2</sup>/s<sup>1</sup>.

#### 2.6.11. Efectos en la conductancia estomática

Según Blanco *et al.* (2019) se encontraron diferencias de hasta 30% entre cerezos cv. Royal Dawn creciendo bajo macrotúnel y cerezo al aire libre, resultando la condición de cobertura con los valores de conductancia estomática más altos, llegando a alcanzar valores de  $250 \text{ mmol m}^2/\text{s}^1$ .

Sánchez *et al.* (2019) por su parte no observaron diferencias significativas entre los tratamientos: bajo techo, bajo macrotúnel y al aire libre en cerezos cv. Santana. Similar fue lo encontrado por Sotiropoulos *et al.* (2014) quienes no encontraron diferencias significativas entre cerezos bajo cobertura y al aire libre en cvs. Early Star y Ferrovia, por otro lado, el cv. Van si registró diferencias favorables a la condición de cobertura.

#### 2.6.12. Efectos en la fotosíntesis

Wallberg y Sagredo (2014) afirman que las cubiertas plásticas reducen aproximadamente un 40% de la radiación PAR incidente, permitiendo que los árboles bajo cobertura intercepten aproximadamente un 55% de la radiación PAR, mientras que los árboles creciendo al aire libre interceptan un 90% aproximadamente.

Respecto a la tasa de fotosíntesis Sotiropoulos *et al.* (2014) evaluaron cerezos en condiciones de cobertura y al aire libre para los cvs. Early, Star, Ferrovia y Van sin encontrar diferencias significativas con excepción del cv. Ferrovia que presentó un decrecimiento en la tasa fotosintética bajo cubierta plástica.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Sito experimental y características del ensayo

El estudio se llevó a cabo durante los años 2018 y 2019 en el huerto comercial “APSA” perteneciente a la empresa Agrícola Pencahue S.A. ubicado en la localidad de Pencahue, Región del Maule (Lat. 35°22'43.31”S, Long. 71°48'32,86”O y altitud de 70 m.s.n.m.), Chile. Dicho estudio se realizó en cerezos plantados el año 2015 cv. Lapins sobre portainjerto MaxMa 14 con un marco de plantación de 4x2 metros, regado por goteo y conducidos en Y-Trellis.



**Figura 1.** Toma aérea del sitio experimental ubicado en el huerto “APSA”.

Los cerezos fueron separados en 2 tratamientos, un primer tratamiento sin cobertor (T0) compuesto por árboles seleccionados según su vigor, estableciendo 3 sitios con árboles de vigor: bajo, medio y alto respectivamente; lo mismo para el caso de los árboles pertenecientes al tratamiento con cobertura (T1), donde se seleccionaron otros 3 sitios basados en el vigor, dando un total de 6 sitios, 3 con cobertura (T1) y otros 3 sin cobertura (T0), con cada sitio compuesto por 2 plantas con el mismo vigor (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Resumen de los tratamientos desarrollados, cada tratamiento está compuesto por 3 sitios de muestreo, los cuales corresponden a dos árboles de igual vigor.

Tratamiento	Tipo de condición
T0	Al aire libre
T1	Bajo cubierta plástica (extendida desde “yema invernal” hasta cosecha)

La cobertura plástica utilizada para los cerezos (T1), corresponde a polietileno de alta densidad (HDPE), color cristal, de 150gr/m<sup>2</sup> de peso, transmisividad de un 80% de la luz PAR y un 55% de difusión de luz incidente. El cobertor plástico es extendido a partir de yema invernal y recogido al culminar la cosecha.

Ambos cuarteles estudiados son regados bajo el mismo criterio de riego y a través de dos líneas de riego con goteros de descarga de 4 l/h ubicados a 2 metros de distancia entre ellos. La cantidad de agua suministrada corresponde al 110% de la evapotranspiración del cultivo (ETa), desde el estado fenológico de yema hinchada hasta mediados de mayo. Los datos para la programación de riego son recogidos a partir de sensores de humedad de suelo y se complementan con los datos obtenidos de la estación meteorológica automática, propiedad de Viña San Pedro ubicada a 1,5 km de distancia del predio.

### 3.2. Características edafoclimáticas del estudio

La zona en estudio presenta clima templado cálido con estación seca prolongada (Csb1) según la clasificación climática de Köppen (Hajek y Castri, 1976; Santibáñez, 2017), con temperaturas mínimas medias de 3,9°C en el mes de julio y medias máximas de 32°C en el mes de enero. Respecto a las precipitaciones, las medias anuales corresponden a 622 mm con el máximo de precipitaciones durante el mes de junio. Por su parte la humedad relativa presenta un máximo durante junio y julio correspondiente al 83% y un mínimo durante el mes de enero con un 47% (Santibáñez, 2017). Cabe destacar que el periodo libre de heladas corresponde a 210 días los cuales transcurren entre octubre y abril (Bravo *et al.*, 2020).

**Cuadro 2.** Resumen climático de Penciahue para el último trimestre del año que considera datos registrados durante los dos años de ensayo y datos históricos (T. máxima (°C), T. mínima (°C), humedad relativa (%), precipitaciones (mm)).

Periodo	T° máx.			T° mín.			Humedad relativa			Precipitaciones			
	Histórico	2018	2019	Histórico	2018	2019	Histórico	2018	2019	Histórico	2018	2019	
<b>Oct.</b>	22,3	21,4	22,7	6,8	7,7	6,9	65,0	71,9	69,3	25,0	13,8	12,1	
<b>Nov.</b>	26,8	27,0	28,9	8,7	10,1	9,9	53,0	65,1	58,6	11,0	2,6	0,0	
<b>Dic.</b>	29,9	29,6	31,0	11,0	11,2	11,8	49,0	60,0	55,2	6,0	0,0	0,0	
<b>Anual</b>	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	622,0	339,8	293,0

Fuente: Red agroclimática nacional (Agromet).

El suelo corresponde a la serie “Las doscientas”, perteneciente al orden de los Inceptisoles los cuales se caracterizan por presentar un desarrollo incipiente del perfil (Hepp. *et al.*, 2014). Originado a partir de arenisca compactada, con alto contenido de hierro y manganeso, de textura franco-arenosa, con una profundidad efectiva de suelo que va de los 10 a los 70 cm, limitado por la presencia de una estrata compactada. Presenta moteados, y concreciones ferromangánicas muy abundantes producto de fluctuaciones en el nivel freático (Gallardo *et al.*, 1994).

La profundidad del suelo no es suficiente para el establecimiento de especies frutales, por lo que se requirió una labor de subsolado a 1,5 metros previo a la plantación. Además, se hicieron camellones de 30 cm y desagües para evitar inundaciones durante el invierno (Ciren, 1997).

### 3.3. Mediciones fisiológicas

Las mediciones se realizaron en los 6 sitios establecidos, es decir: 3 sitios correspondientes al tratamiento con cubierta plástica y los 3 sitios restantes correspondientes al tratamiento sin cubierta.

El potencial hídrico xilemático se midió al mediodía en los 6 sitios indicados previamente. Las mediciones fueron realizadas semanalmente a partir de pinta, a través de una cámara de presión (marca PMS Instrument Co., modelo 600, Corvallis, Oregon, USA), tomando 4 hojas sanas, ubicadas en el tercio medio de la planta, representativas en tamaño y color, ubicadas en ambas caras de la entrehilera, seleccionando dos de cada sector del tercio medio del árbol. Las hojas elegidas fueron cubiertas con bolsas de plástico y papel aluminio con una anterioridad de dos horas previas a la medición, con la finalidad de igualar el potencial hídrico de la hoja con el de la planta, evitando de esta manera la fotosíntesis y transpiración de las hojas (Acevedo *et al.*, 2005).



**Figura 2.** Hoja cubierta con bolsa de plástico y papel aluminio dos horas antes de la medición.

### 3.4. Mediciones de fruto

En cuanto a las variables de calidad de frutos, se recolectaron 15 frutos por sitio de medición semana a semana desde pinta a cosecha. Los frutos fueron extraídos de uno de los dos árboles seleccionados para no afectar las mediciones de potencial hídrico que se efectuaron en el árbol no cosechado.

Las variables evaluadas correspondieron a las mediciones de peso fresco y peso seco de fruto. Para la medición de peso fresco, se utilizó la balanza analítica (marca Veto, modelo A6709163, Santiago, Chile).

Posteriormente los mismos frutos fueron secados en una estufa de aire forzado (marca Memmert, modelo UF750, Schwabach, Alemania), para luego ser pesados a través de la misma balanza analítica con que se midió el peso fresco inicialmente.



**Figura 3.** Pesaje de frutos frescos previo a realizar el proceso de secado respectivo y volver a pesar para obtener el peso seco de frutos.

Finalmente, para la medición de número de frutos, se procedió a cosechar completamente un árbol por cada sitio de medición.



**Figura 4.** Conteo y cosecha de frutos al término de la temporada.

### 3.5. Análisis estadístico

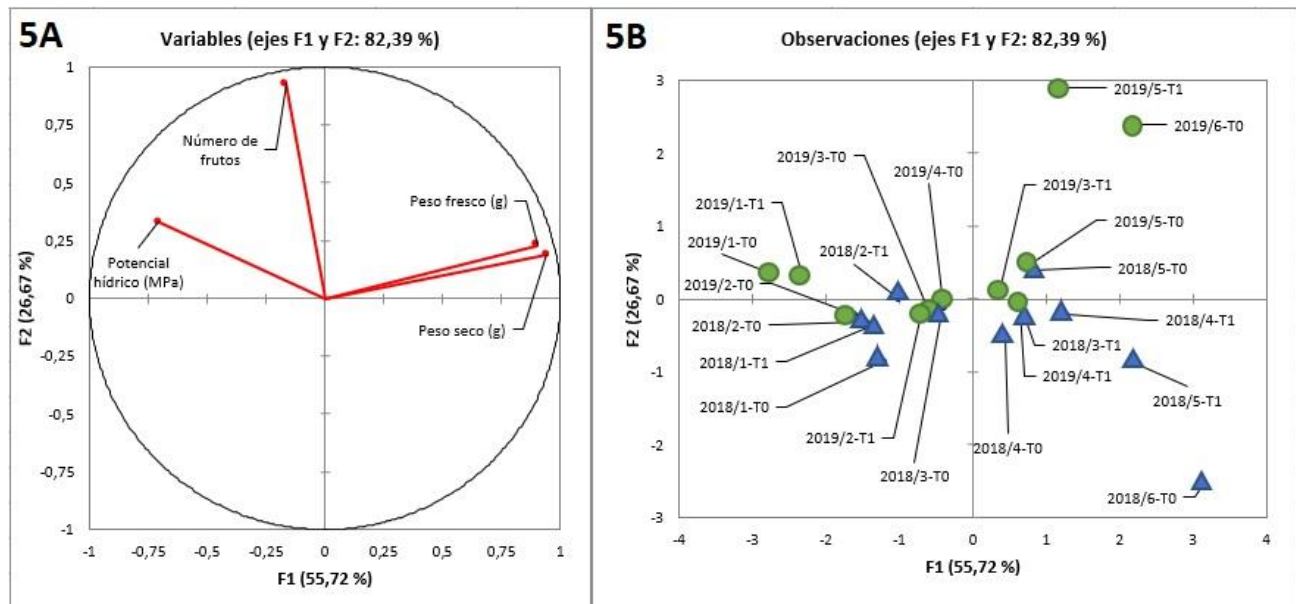
Para el análisis estadístico de los datos se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para todas las variables antes mencionadas, el cual fue realizado mediante el programa Statgraphic Centurion XVII. Para determinar la homogeneidad de varianzas se utilizó el test de Levene con valor p mayor a 0,05. Mientras que, para las diferencias estadísticas entre las variables, se procedió a realizar pruebas de separación de medias (Tukey <0,05).

Adicionalmente se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con todas las variables recopiladas en el estudio, mediante el software estadístico XL Stat. Esto con la finalidad de obtener un análisis multivariado de todos los datos evaluados durante los dos años de estudio para evaluar el nivel de correlación entre todos los datos registrados.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Análisis de componentes principales

En su conjunto el componente 1 (F1) y el componente 2 (F2) explican el 82,39% de los datos, mostrando un alto porcentaje de explicación de ambos ejes. El componente 1 explica el 55,72% del total de los datos, mientras que el componente 2 explica el 26,67% de esta variabilidad total. Las variables peso fresco, peso seco y potencial hídrico del cerezo son explicadas apropiadamente por el componente 1, mientras que la variable de número de frutos es explicada principalmente por el componente 2.



**Figura 5A.** Análisis de componentes principales (ACP) que considera los datos de potencial hídrico, número de frutos, peso fresco y peso seco obtenidos durante los años 2018 y 2019. **Figura 5B.** ACP que refleja la distribución de los datos en el plano explicado a través de los componentes 1 y 2. Cada dato está caracterizado por un ícono de color: triángulo-azul corresponde al año 2018 y círculo-verde al año 2019. Además, cada ícono está acompañado de la correspondiente etiqueta que está compuesta de izquierda a derecha por el año: 2018 y 2019. A continuación, seguido de la diagonal viene el número que identifica la semana de medición y seguido del guion el tratamiento: sin cubierta T0 y con cobertura T1.

Las variables de peso seco y peso fresco presentan un importante grado de correlación entre ellas debido a que tanto el peso fresco como el peso seco de los frutos incrementan sus valores producto de la dinámica hormonal de estos, los cuales presentan su peak durante la etapa III de crecimiento del fruto, dado por el incremento de las hormonas de la madurez: Etileno y ac. Abscísico. Esto produce un aumento de la capacidad “sink” o fuente, la que se traduce en una mayor acumulación de materia seca y agua al interior de los frutos, afectando directamente el peso seco y peso fresco de los frutos respectivamente (Bastías *et al.*, 2014).



Por otro lado, la variable de potencial hídrico se correlaciona negativamente con el peso seco y con el peso fresco. Esto difiere con lo observado por autores como Naor *et al.* (1995) y Golçalves *et al.* (2006) quienes en manzano y cerezo observaron que el peso de los frutos está correlacionado positivamente con el potencial hídrico xilemático afirmando que árboles con menos estrés hídrico presentan frutos con mayor masa (con mayor contenido de agua). Sin embargo y considerando que no hubo un estrés hídrico importante sobre los árboles en estudio, no se obtuvo una alta correlación entre estas variables, resultando valores de -0,38 y -0,51 para el potencial hídrico con el peso fresco y el peso seco de frutos, respectivamente.

Finalmente, la variable número de frutos presenta una correlación positiva con el potencial hídrico lo cual se puede explicar dado que el estado hídrico de las plantas afecta la carga frutal, ya que una condición de déficit hídrico se traduciría en potenciales hídricos muy negativos, generando una fuerte disminución en el número de frutos (Selles *et al.*, 2006). Por su parte, la correlación que presentó el número de frutos con el peso seco y fresco de frutos fue negativa, lo cual concuerda por lo observado en manzanos por Parra-Quezada *et al.* (2008) quienes afirman que el peso de frutos y el rendimiento dependen de la carga frutal, donde mayor carga es decir mayor número de frutos se traduciría en un menor crecimiento de éstos y por lo tanto menor peso de frutos.

En la figura 5B observamos la distribución de los datos en los respectivos cuadrantes de la figura. Esta distribución es explicada por la dirección, sentido e intensidad (largo) de los vectores presentados en la figura 5A. Al respecto los datos registrados durante el año 2019 se correlacionan significativamente con el vector de potencial hídrico presentando en este análisis, debido a una menor distancia de estos con el eje 1; mientras que en una condición opuesta encontramos la mayor parte de los datos correspondientes al año 2018. Además, las primeras semanas de análisis (post pinta), son las que presentan los valores de potencial hídrico más cercanos a 0 (menor restricción hídrica). Por el contrario, las semanas próximas a cosecha poseen potenciales más negativos, es decir, presentan una condición de mayor restricción hídrica, lo que se debe principalmente a una mayor demanda atmosférica la cual se va acentuando a medida que avanzamos en el periodo estival, diciembre y enero en el hemisferio sur (Podestá, 2007).

Considerando esta información, podemos inferir que el año 2018 fue un tanto más estresante para las plantas que el año 2019, sin embargo, esta tendencia se explica debido a que, en el año 2018, la pinta (periodo fenológico que da inicio a las mediciones), comenzó más tarde que en el año 2019. Este desarrollo más tardío de la maduración de frutos significó valores de potencia hídrico más altos generados por una mayor demanda atmosférica producida por el aumento de las temperaturas estivales (Cuadro 2.). Concretamente las mediciones durante la primera temporada comenzaron los primeros días de noviembre, mientras que para la segunda temporada se registró a mediados de octubre. Esta diferencia en el inicio de "pinta" podría deberse a factores climáticos como: una primavera menos cálida de lo habitual; más húmeda y por tanto con mayor nubosidad (Cuadro 2.), lo que habría ralentizado el comienzo de la maduración y la toma de color de la fruta (Aburto, 2012).

Respeto a las variables peso seco y peso fresco, se observa que en el sentido de los vectores se agrupa principalmente los datos pertenecientes al año 2019, mientras que en el sentido inverso encontramos datos correspondientes al año 2018. Lo que nos indica un año con fruta más pesada y tal vez con mayor rendimiento. Esto podría explicarse debido a una mejor interacción del peso de frutos con las variables de potencial hídrico y número de frutos, es decir una condición hídrica más favorable (potenciales hídricos xilemático más cercanos a cero), tendría un efecto positivo en aumentar el peso de frutos en carozos (Ferreyra *et al.*, 2002; Golçalves *et al.*, 2006), a su vez un mejor balance en el número de frutos daría como resultado mayores pesos de fruto (Parra-Quezada, 2008).

Como se señaló anteriormente en este ensayo la correlación registrada entre las variables de peso de frutos y potencial hídrico resulta negativa, debido a que no se registraron valores importantes de restricción hídrica en ninguno de los dos años de estudio, ya que ninguna medición alcanzo valores cercanos a los -1,4 MPa de potencial hídrico xilemático, lo que según autores como Dochev *et al.* (2001) corresponde a umbrales de estrés hídrico severo en cerezos. De haber existido estrés hídrico mayor habríamos esperado encontrar un efecto significativo en el crecimiento del fruto (Gil, 2012), lo que se podría expresar como una ralentización en el crecimiento de éstos (Ferreyra *et al.*, 2002).

Finalmente, respecto al número de frutos se observa que los datos que se agrupan en sentido del vector pertenecen al año 2019, lo cual nos indica una mayor carga frutal en dicho año. Como vimos anteriormente autores como Whiting (2018) afirman que la calidad de los frutos, entiéndase: peso, tamaño y materia seca de frutos dependería del balance entre los tejidos “source” que corresponde a las hojas y tejidos “sink”, es decir, frutos y brotes de la temporada. Este balance según Whiting y Lang (2004) correspondería a un área foliar mínima de 244cm<sup>2</sup> por fruto, lo que según Ayala (2015) equivale a una relación entre 5 a 6 hojas por fruto para tener un balance óptimo entre tejidos “sink” y “source”.

#### 4.2. Análisis de varianza

Posteriormente se realizó un análisis de varianza a través del cual se evaluaron las variables: peso fresco, peso seco, número de frutos y potencial hídrico xilemático para ambos años de estudio.

**Cuadro 3.** Análisis de varianza de los componentes del rendimiento y el estado hídrico en cerezo cv. Lapins, sin uso de cobertor (T0) y con cobertor (T1) para el año 2018.

Tratamiento	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Número de frutos	Potencial hídrico (MPa)
T0	15,23 a	3,65	377,0	-0,69
T1	13,07 b	3,23	428,33	-0,69
p-valor	0,05	0,12	0,75	0,95
Significancia	*	n.s.	n.s.	n.s.
C.v.	9,63%	8,62%	34,67%	15,74%

Medias seguidas por la misma letra en sentido vertical no difieren estadísticamente, test HSD Tukey, p-valor ≤ 0,05. Nivel significativo ≤ 0,05(\*), nivel altamente significativo ≤ 0,01(\*\*)

**Cuadro 4.** Análisis de varianza de los componentes del rendimiento y el estado hídrico en cerezo cv. Lapins, sin uso de cobertor (T0) y con cobertor (T1) para el año 2019.

Tratamiento	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Número de frutos	Potencial hídrico (MPa)
T0	15,35 a	3,67	510,67	-0,57
T1	13,10 b	3,24	525,33	-0,59
p-valor	0,00	0,08	0,87	0,63
Significancia	**	n.s.	n.s.	n.s.
C.v.	9,17%	8,88%	18,01%	21,14%

Medias seguidas por la misma letra en sentido vertical no difieren estadísticamente, test HSD Tukey, p-valor  $\leq 0,05$ . Nivel significativo  $\leq 0,05$ (\*), nivel altamente significativo  $\leq 0,01$ (\*\*)

#### 4.2.1. Peso fresco de frutos

Para el caso de peso fresco durante el año 2018 se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, favorables al tratamiento sin cobertura (T0), del mismo modo durante el año siguiente (2019) también se registraron diferencias significativas favorables para el tratamiento sin cobertura, alcanzando diferencias de 2,16 g. el primer año de mediciones y 2,25 g. al año siguiente. Al respecto la literatura es muy variada, ya que, si bien existe una tendencia a obtener mayores pesos de frutos bajo cobertura, esto no se cumple en la totalidad de los casos.

Autores como Rubauskis *et al.* (2013) quienes realizaron durante cuatro años consecutivos un ensayo que comparaba los efectos del cobertor sobre los cvs. Iputj y Krupnoplodnaya, durante los dos primeros años no observaron diferencias estadísticas en el peso del fruto. Sin embargo, durante los dos años restantes registraron diferencias significativas favorables para la condición con cobertura. Esta variación en los resultados encontrados se atribuye a que las últimas dos temporadas se presentaron temperaturas más favorables bajo cubierta plástica. También existen otros autores que han observado diferencias favorables para la condición con cobertura. Por ejemplo, Blanco *et al.* (2019) observaron diferencias significativas para el cv. Royal Dawn creciendo bajo macrotúnel. Del mismo modo Wallberg y Sagredo (2014) para el cv. Lapins registraron diferencias que favorecieron a los tratamientos con cobertor. Específicamente el tratamiento que presentó los mayores pesos de fruto fue en el que se utilizó cubiertas plásticas desde brotación, seguido por el tratamiento en el cual el cobertor fue utilizado desde el periodo fenológico de pinta y el tratamiento sin cobertura fue el que registro los menores pesos de frutos. Finalmente, también existen autores que han observado, diferencias favorables para la condición sin cobertura, Mika *et al.* (2019) evaluaron el peso de frutos de cerezo cv. Lapins durante dos temporadas. En la primera temporada no registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo, al repetir el ensayo en una segunda temporada observaron resultados favorables para la condición sin cobertura. Esto fue atribuido al clima seco de la zona, lo que permitió la adecuada maduración de los frutos; sin eventos de lluvia que afectaran negativamente los frutos creciendo al aire libre, por lo tanto, no se observó el efecto que tendrían los cobertores habitualmente.

Esta experiencia concuerda en gran medida por lo observado en nuestro ensayo, ya que ambas temporadas fueron más seca de lo habitual (Cuadro 2), permitiendo que los frutos maduraran sin verse afectados por eventos climáticos como las lluvias durante el periodo de maduración de los frutos (Lang, 2014).

#### 4.2.2. Peso seco de frutos

Respecto al peso seco, durante ambos años no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos. Estos resultados concuerdan con lo registrado por Abud (2020) quien no observó efecto en la utilización de cubierta sobre el porcentaje de materia seca en frutos de cv. Santina, Lapins y Bing. Por otro lado, Mika *et al.* (2019) en un ensayo realizado en Polonia inicialmente no observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos con y sin cobertura. Sin embargo, dos temporadas más tarde se observaron diferencias significativas favorables para la condición sin cobertura lo cual fue atribuido a temporadas inusualmente más secas.

**Cuadro 5.** Resumen del peso fresco, peso seco y porcentaje de materia seca para los frutos obtenidos para los tratamientos: T0 sin cubierta y T1 con cubierta, los dos años de estudio.

Variable	2018		2019	
	T0	T1	T0	T1
<b>P. fresco (g)</b>	15,23	13,07	15,35	13,10
<b>P. seco (g)</b>	3,63	3,23	3,67	3,24
<b>M. seca (%)</b>	23,90	24,71	23,91	24,73

Es importante señalar que el porcentaje de materia seca habitual para frutos de cerezo cv. Lapins según Román (2013) y Tapia (2018) se encuentra entre el 19% y 20%. Además, Román (2013) asegura que porcentajes mayores al 21% de materia seca son los requeridos para soportar un viaje largo a mercados distantes, cifra que es superada por ambos tratamientos en los dos años de estudio, lo cual pronosticaría una buena vida de poscosecha y haría factible la exportación a mercados lejanos (Raffo, 2018).

#### 4.2.3. Número de frutos

En cuanto al número de frutos no se registraron diferencias significativas en ninguno de los dos años de estudio, lo que concuerda con lo observado por Blanco *et al.* (2019), quienes tampoco observaron diferencias significativas en cerezos cv Royal Dawn sobre MaxMa14 creciendo bajo cobertor. Sin embargo, al comparar el número de frutos del presente estudio con el número de frutos que registraron Blanco *et al.* (2019), podemos señalar que existe una diferencia de casi 1000 frutos más en el presente ensayo. Esta notable diferencia se atribuye a la juvenilidad que presenta el huerto en estudio, específicamente durante el año 2018 el huerto en cuestión tenía tres años. Esto explicaría el aumento observado en el número de frutos registrado de un año a otro.

A pesar de aquello y que no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos, es cierto que en ambos años el número de frutos fue inferior para el tratamiento sin cobertor, lo cual podría deberse a eventos de heladas que habrían producido daños en flores y/o frutos favoreciendo la caída de estos, dando como resultado un menor número de frutos al final de la temporada para el tratamiento testigo (Rodrigo y Herrero, 2000). Estas heladas a pesar de no ser de gran magnitud ocurrieron durante etapas tempranas de crecimiento de frutos, donde se presenta la mayor susceptibilidad (Gil, 2012). Específicamente durante el año 2018 las heladas registradas durante los periodos críticos fueron de  $-0,1^{\circ}\text{C}$  el 9 de septiembre y de  $0^{\circ}\text{C}$  el 10 de octubre, las cuales coinciden con las etapas fenológicas de “botón blanco” y “crecimiento de fruto” respectivamente. Al año siguiente, es decir el año 2019 las heladas registradas fueron de  $-4^{\circ}\text{C}$  el 9 de septiembre, durante la etapa de “ramillete expuesto” y de  $-0,2^{\circ}\text{C}$ ,  $-0,3^{\circ}\text{C}$  y  $-0,7^{\circ}\text{C}$  el 1, el 4 y el 5 de octubre respectivamente, que corresponden a la etapa de “crecimiento de frutos” (Ciren, 1989).

Como señalamos previamente la relación hoja:fruto es fundamental para obtener fruta de calidad y con buena vida de poscosecha, por esto se realizan diversos manejos a lo largo de la temporada que comienzan con la poda y se reafirman con el raleo de yemas, flores y si fuese necesario mediante raleo temprano de frutos (Ayala, 2015).

#### 4.2.4. Potencial hídrico xilemático

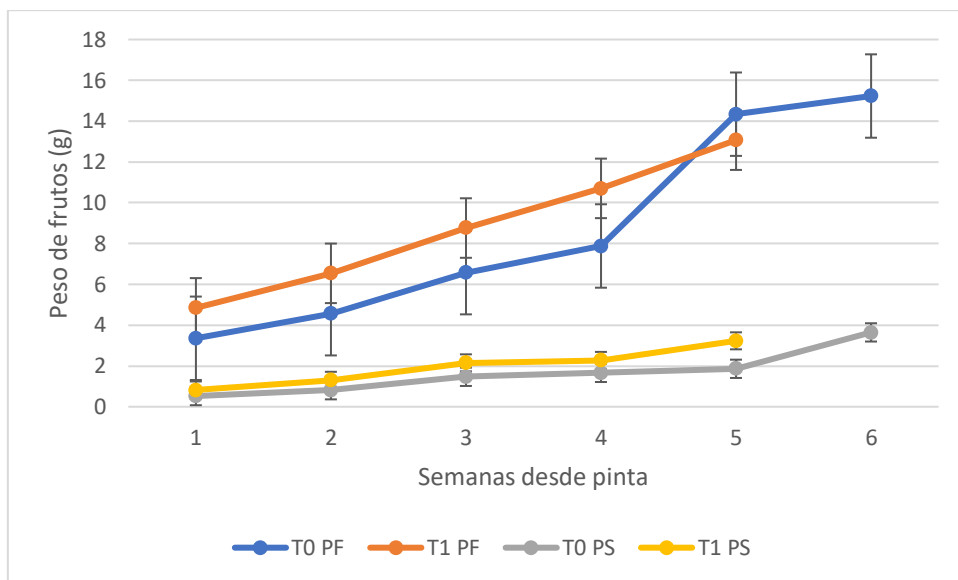
Finalmente, el potencial hídrico de xilema tampoco registró diferencias significativas entre los tratamientos para ninguno de los dos años, manteniendo valores muy similares a lo largo de todo el estudio. Lo anterior concuerda con lo observado por Díaz (2019) quien tampoco encontró diferencias significativas entre los tratamientos con y sin cobertura en cv. Santina. Por su parte Abud (2020) señala que los árboles bajo condición de cobertura tienden a presentar un estado hídrico más confortable. Sin embargo, en la mayoría de los casos no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos con y sin cobertura, lo cual se atribuye a que escasas veces se alcanzan condiciones desfavorables de estado hídrico.

Por otro lado, Sánchez *et al.* (2020) evaluaron al cv. Santina sobre Colt bajo cobertura antilluvia, macrotúnel y testigo. Dicho estudio fue realizado simultáneamente en las localidades de Placilla (VI Región) y Sagrada Familia (VII Región), observando valores de potencial hídrico xilemático menos negativo bajo cubierta antilluvia en contraposición a la condición de macrotúnel que presentó potenciales más negativos lo que se debió a condiciones de altas temperaturas, debido al uso de este tipo de cobertura.

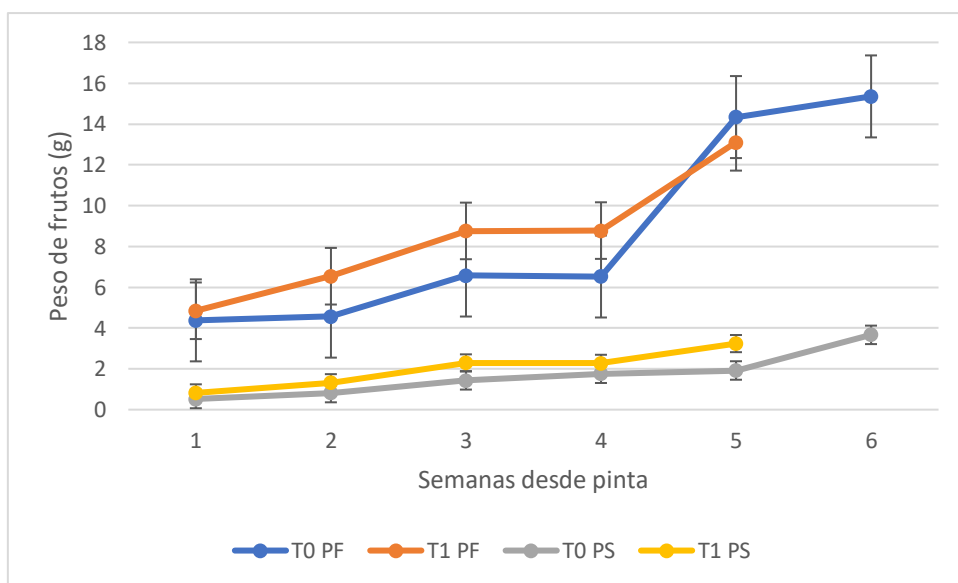
#### 4.3. Desarrollo de frutos

Ambas figuras (figura 6 y 7) representan la etapa III de la curva de crecimiento de frutos, los cuales crecen con un patrón de tipo doble sigmoideo en la que podemos identificar tres etapas: la etapa I se caracteriza por presentar un activa división celular y crecimiento del mesocarpio, esta etapa representa aproximadamente el 15% del peso final de frutos. Posteriormente sigue la etapa II que se caracteriza por la lignificación del carozo

y no presentar un crecimiento significativo en el peso. Finalmente tenemos la etapa III que está representada en ambos gráficos y que se caracteriza por presentar nuevamente un crecimiento acelerado en el tamaño y peso de frutos que se debe principalmente a la elongación de las células del mesocarpio, esta etapa representa aproximadamente el 80% del peso final de frutos (Gil, 2012; Hidalgo, 2013).



**Figura 6.** Evolución del peso fresco y peso seco de frutos desde pinta a cosecha para ambos tratamientos, año 2018. Donde T0: tratamiento sin cubierta, T1: tratamiento con cubierta, PF: peso fresco y PS: peso seco



**Figura 7.** Evolución del peso fresco y peso seco de frutos desde pinta a cosecha para ambos tratamientos, año 2019. Donde T0: tratamiento sin cubierta, T1: tratamiento con cubierta, PF: peso fresco y PS: peso seco

En ambos años los tratamientos con cubierta plástica (T1) presentaron tempranamente un aumento en el peso de los frutos, generando diferencias en comparación con los tratamientos sin cobertura (T0), diferencia que fue disminuyendo a medida que nos acercamos a la fecha de cosecha, hasta llegar a la sexta semana.

Si bien la utilización de cubiertas plásticas significa un adelanto en la precocidad del cerezo, varios autores señalan que estas diferencias no serían más de 3 a 5 días (Bastías y Leyton, 2018; Sánchez *et al.*, 2020). Para el presente ensayo la diferencia en las fechas de cosecha entre los tratamientos fue de 7 y 4 días para ambos años, respectivamente.

#### 4.4. Rendimientos potenciales

En el Cuadro 6 se observan los rendimientos potenciales obtenidos por tratamiento durante ambos años de estudio. El rendimiento por planta y el rendimiento por hectárea presentaron un aumento de un año a otro; esto se explica debido a que las plantas del ensayo son jóvenes, por lo que aún no alcanzan el rendimiento de un huerto maduro de cerezos cv. Lapins, es decir rendimientos de entre 12 a 14 ton/ha (Candan *et al.*, 2017). Por su parte T0 fue el tratamiento que presentó el mayor rendimiento durante ambos años.

**Cuadro 6.** Resumen de los rendimientos potenciales obtenidos a través de las medias entregadas por los análisis de varianza. Para cada año: 2018 y 2019 con su respectivo tratamiento: T0 como testigo y T1 con cubierta.

Componentes del rendimiento	2018		2019	
	T0	T1	T0	T1
<b>Peso de frutos (kg)</b>	0,015	0,013	0,015	0,013
<b>Número de frutos</b>	377	428	510	525
<b>Rendimiento/planta (kg)</b>	5,706	5,592	7,830	6,879
<b>Rendimiento/ha (kg)</b>	7177	6990	9788	8599

Diversos autores (Rubauskis *et al.*, 2013; Mika *et al.*, 2019; Blanco *et al.*, 2019) concluyen que, si bien preliminarmente se observan diferencias en los rendimientos obtenidos entre tratamientos con y sin cobertura, estos no logran una significancia estadística, por lo que no podemos asegurar que el uso de coberturas produce un aumento en el rendimiento final del cerezo, así como tampoco podemos asegurar que su uso provoca una disminución en el rendimiento final. Sin embargo, se observa que el uso de cubiertas plásticas sí se traduce en incrementos en los rendimientos comerciales (Sotiropoulos *et al.*, 2014; Mika *et al.*, 2019). Concretamente autores como Ribera y Alfaro (2017) afirman que el uso de cubiertas plásticas genera aumentos significativos superiores al 50% en la fruta exportable. Es más, según Blanco *et al.* (2019) los cobertores producen aumentos en los calibres, aumentos que se traducen en un mayor número de frutos de categoría Extra-Jumbo (entre 28 y 32 mm) bajo macrotúnel.

## 5. CONCLUSIONES

- La utilización de cubierta plástica no generó diferencias estadísticas significativas en los valores de estado hídrico de las plantas, lo cual es atribuible a la ausencia de condiciones de estrés hídrico importante, por esta razón sería interesante evaluar el potencial hídrico xilemático bajo condiciones de restricción hídrica.
- Respecto a los rendimientos, el uso de cubierta plástica no tuvo el efecto esperado, es decir no incrementó el rendimiento final del cerezo. Sin embargo, no se puede descartar su efecto positivo en el rendimiento comercial final; por lo que el uso de cobertores sería recomendado en condiciones climáticas específicas, como heladas primaverales y lluvias durante el periodo de maduración de frutos.
- El número de frutos juega un papel fundamental en el rendimiento final obtenido, por lo que se debe procurar tener un adecuado balance entre hojas y frutos, es decir entre 5 a 6 hojas por fruto para poder obtener buenos rendimientos y fruta de calidad óptima.
- La precocidad conferida por el uso de cubiertas es un factor muy útil para adelantar la cosecha y con ello hacer posible que el productor llegue antes al mercado de destino y poder obtener mejores retornos. Sin embargo, el desarrollo de los frutos deber ser monitoreado regularmente para evitar problemas de sobremadurez de la fruta.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

Abud, C., Cuevas, R., Ahumada, L. 2018. Cobertores plásticos en cerezo. Productividad y calidad de la fruta. Boletín número 4, Volumen 18, Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. Recuperado en: [http://pomaceas.otalca.cl/wp-content/uploads/2018/09/boletin\\_JULIO.pdf](http://pomaceas.otalca.cl/wp-content/uploads/2018/09/boletin_JULIO.pdf). Consultado el: 21 de noviembre de 2020.

Abud, C., Cuevas, R., Ahumada, L. 2020. Uso de cobertores plásticos en cerezos. Proyecto FIA, PYT-2017-0226, Curicó, Chile.

Aburto, J. 2012. Aplicación de ácido giberélico para retrasar la maduración de cerezas (*Prunus avium* L.) en el sur de Chile. Memoria de pregrado y posgrado, Universidad De Chile, Santiago. 9 p.

Acevedo O, César, Ortega-Farías, Samuel, Hidalgo A, Claudio, Moreno S, Yerko, & Cordova A, Fernando. (2005). Efecto de Diferentes Niveles de Agua Aplicada en Post-Cuaja y en Post-Pinta Sobre la Calidad del Vino cv. Cabernet Sauvignon. *Agricultura Técnica*, 65(4), 397-410.

Red agroclimática nacional (Agromet). 2020. Estación meteorológica de Penciahue. Recuperado en: <https://www.agromet.cl/>. Consultado el: 16 de noviembre de 2020.

Ayala, M., 2015. Raleo y poda en cerezo dulce: Cuestión de estrategia. *Revista Agronomía y Forestal UC*. N°51 8-13p. Recuperado en: [http://agronomia.uc.cl/component/com\\_sobipro/Itemid,232/pid,1641/sid,1651/](http://agronomia.uc.cl/component/com_sobipro/Itemid,232/pid,1641/sid,1651/). Consultado el: 2 de diciembre de 2020.

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.

Barros, F., Torres, C. 2017. El cambio climático y su efecto sobre la calidad de manzanas y cerezas. Boletín número 4, Volumen 17, Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. Recuperado en: [http://pomaceas.otalca.cl/wp-content/uploads/2016/06/Boletin\\_N04\\_4.pdf](http://pomaceas.otalca.cl/wp-content/uploads/2016/06/Boletin_N04_4.pdf). Consultado el: 24 de noviembre de 2020.

Bastías, R., Diez, F., Finot, V. 2014. Tasa de crecimiento absoluto y relativo como indicadores de fases de desarrollo del fruto en cerezo *Prunus avium*. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia* (2014) 30(2): 89-98.

Bastías, R., Leyton, M. 2018. Producción de cerezo bajo rafia y plástico: Efectos en el microclima, calidad y condición de la fruta, *Revista frutícola Copefrut S.A.* Vol. 40, N°2. 56p. Recuperado en: [https://www.copefrut.com/wp-content/themes/copefrut/img/revistas/2018\\_N2.pdf](https://www.copefrut.com/wp-content/themes/copefrut/img/revistas/2018_N2.pdf). Consultado el: 16 de octubre de 2020.

Blanco, V., Zoffoli, J. P., & Ayala, M. 2019. High tunnel cultivation of sweet cherry (*Prunus avium* L.): physiological and production variables. *Scientia Horticulturae*, 251, 108–117.

Bravo, R., Quintana, J., Reyes, M. 2020. Factores atmosféricos, tendencias y efectos en frutales y vides. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Boletín N° 417. 102 pp. Recuperado en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6847/NR41980.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consultado el: 5 de enero de 2021.

Candan, A., Raffo, D., Gomila, T., Colodner, A. 2017. Pautas para el mantenimiento de la calidad de cerezas frescas. 1a ed. Alto Valle, Río Negro, Argentina. Ediciones INTA.

Centro de Información de Recursos Naturales (Ciren). 2017. Modelo de adaptación al cambio climático por medio de la zonificación de aptitud productiva de especies hortofrutícolas priorizadas en la región del Biobío. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Recuperado en: <https://www.ciren.cl/proyectos/modelo-de-adaptacion-al-cambio-climatico-por-medio-de-la-zonificacion-de-aptitud-productiva-de-especies-hortofruticolas-priorizadas-en-la-region-del-biobio/>. Consultado el: 21 de julio de 2020

Centro de Información de Recursos Naturales (Ciren). 1997. Estudio agrologico VII región, descripciones de suelos. Publicación CIREN n°117. 184p. Recuperado en: <http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/2276>. Consultado el: 28 de julio de 2020

Centro de Información de Recursos Naturales (Ciren). 1989. Requerimientos de clima y suelo de frutales de hoja caduca. CIREN. Santiago. p: 21-24. Recuperado en: <http://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/123456789/22808>. Consultado el: 13 de agosto de 2020.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). 2012. La economía del cambio climático en Chile. Documento de proyecto. 363p.

Díaz, A. 2019. Evaluación del estado hídrico e intercambio gaseoso de un huerto de cerezo (cv. "Santina") bajo cobertores plásticos de distinta densidad. Universidad de Talca, Chile.

Dominguez, J. I., Vergara, M. M., Aguirre, R., Barrera, D., Montero, J., Caceres, L., Eguillor, P., Espinoza, A., Garcia, A., Reyes, A., Pino, G., Pizarro, M. J., Tapia, B., Acuña, D., Laval, E., Yañez, L., Muñoz, M., Cartes, G., Contreras, P., Valdès, A., Galán, M. 2019. Panorama de la Agricultura Chilena. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA. Ministerio de Agricultura. 152 p.

Dochev, D.; V. Djouvinov; M. Gospodinova; K. Kolev; P. Boxus; V. Kerin; Z. Zlatev; N. Vichev; I. Kirkova; G. Stoimenov (2001). Possibilities for water status evaluation of young cherry trees (*Prunus avium* L.) on clonal rootstock GM9 by means of some physiological markers. Bulgarian Journal of Agricultural Science 7(2): 207-211.

Donoso, J., Lemus G., Muñoz, C. y Desmatis D. 2011. Consideraciones para optimizar la polinización en huertos de cerezos (*Prunus avium* L.). Revista tierra adentro: 20-24. Recuperado en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/5196>. Consultado el: 15 de julio de 2020.

Ellena, M. 2006. Cultivo del Cerezo para la zona Sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile, Boletín INIA n° 98, 105 p. Recuperado en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7061>. Consultado el: 20 de septiembre de 2020

Ellena, M. 2012. Formación y sistemas de conducción del cerezo dulce. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile, Boletín INIA n° 247, 200 p. Recuperado en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7500>. Consultado el: 10 de agosto de 2020.

Ferreira R., G. M., Lemus, G. 2002. Efecto del estrés hídrico durante la fase ii de crecimiento del fruto del duraznero cv. kakamas en el rendimiento y estado hídrico de las plantas. Agricultura técnica 64: n4.

Gallardo, I., Matamala, J. Sánchez, F. 1994. Caracterización físico-hídrica de los suelos de Penciahue. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillan, Chile. Boletín INIA Quilmapu n°56,99p.

García, F. 2010. Análisis de diversos factores biológicos que influyen en el proceso de floración, producción y calidad del fruto en variedades de cerezo (*Prunus avium* L.) cultivadas en la Región de Murcia. Universidad Miguel Hernández.

Gil, G. 2012. Fruticultura, La producción de fruta. Frutas de climas templado y subtropical. 3° edición, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 643 p.

Grau, P. 2007. Cultivo del cerezo en el secano interior de la región del Bío-Bío. Boletín INIA N° 63. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán. 158 p. Recuperado en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7168>. Consultado el: 11 de octubre de 2020.

Gonçalves, B., Moutinho-Pereira, J., Santos, A., Silva, A., Bacelar, E., Correia, C., Rosa, E. Scion–rootstock interaction affects the physiology and fruit quality of sweet cherry, *Tree Physiology*, Volume 26, Issue 1, January 2006, Pages 93–104

Gonzalez, M., Candau, P. 1989. Contribucion a la palinologia de rosaceae. Acta Botánica Malacitana, Vol 14. 105 – 116p.

Hajek, E., Castri, F., 1976. Bioclimatología de Chile. Universidad Catolica de Chile, Santiago, Chile.

Hepp, C., Stolpe, N. 2014. Caracterización y propiedades de los suelos de la Patagonia occidental (Aysen). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile, Boletín INIA n° 298, 59 p. Recuperado en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7793>. Consultado el: 20 de septiembre de 2020.

Hidalgo A, Daniela y Arribillaga G, Diego (2013) *Ciclo fenologico reproductivo* [en línea]. Coyhaique: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7604>. Consultado el: 15 febrero 2021.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 2016. Cubiertas plásticas: INIA y Subsole se anticipan en estrategias de adaptación al cambio climático, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Recuperado en: <https://www.inia.cl/blog/2016/10/11/uva-de-mesa-de-campo-abierto-a-cubierta-plastica-inia-y-subsole-se-anticipan-al-cambio-climatico/>. Consultado el: 21 de agosto de 2020.

Lane, D., Schmid, H. 1984. Lapins and sunburst sweet cherry. Canadian journal of plant science: 211-214p

Labra, E., Astudillo, O., y Riquelme, J. 2005. Fruticultura: Establecimiento de Huertos de Cerezos. Villa Alegre, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Boletín INIA N°130. 89p. Recuperado en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7060/NR32851.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consultado el: 3 de julio de 2020.

Lang, G., Valentino, T., Demirsoy, H., & Demirsoy, L. 2011. High tunnel sweet cherry studies: Innovative integration of precision canopies, precocious rootstocks, and environmental physiology. Acta Horticulturae, (903), 717–723.

Lang, G. A. 2013. Tree fruit production in high tunnels: Current status and case study of sweet cherries. Acta Horticulturae, (987), 73–81.

Lang, G. A. 2014. Growing sweet cherries under plastic covers and tunnels: Physiological aspects and practical considerations. Acta Horticulturae, (1020), 303–312.

Lemus, G; 2005. Manual producción: El cultivo del cerezo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile, Boletín INIA n° 133, 200 p. Recuperado en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7061>. Consultado el: 21 de septiembre de 2020.

Loewe, V., Pineda, G., Delard, C., 2001. Cerezo común (*Prunus avium*) Una alternativa para producir madera de alto valor. INFOR. 9-12p. Recuperado en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/824>. Consultado el: 1 de octubre de 2020.

Mika, A., Buler, Z., Wójcik, K., Konopacka, D., 2019. Influence of the Plastic Cover on the Protection of Sweet Cherry Fruit Against Cracking, on the Microclimate under Cover and Fruit Quality. Journal of Horticultural Research | Volume 27: Issue 2. 32p.

Morales, Michelle., Castro, Valentina., 2018. Cálculo del frío para frutales caducos, requerimientos y acumulación actual. CEAF. Boletín n°1. Recuperado en: <http://saia.cl/boletin-n1/>. Consultado el: 20 de noviembre de 2020.

Naciones Unidas. 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Recuperado en: [Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992 \(acnur.org\)](http://www.un.org/esa/secretariat/convencion_marco_de_las_naciones_unidas_sobre_el_cambio_climatico_1992.html). Consultado el: 25 de noviembre de 2020.

Naor, A., I. Klein and I. Doron. 1995. Stem water potential and apple fruit size. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 120:577-582.

ODEPA. 2013. Cambio Climático Impacto en la Agricultura Heladas y Sequía. Octubre. Recuperado en: [cambioClimatico2013.pdf \(odepa.gob.cl\)](http://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas). Consultado el: 16 de noviembre de 2020.

ODEPA. 2018. Superficie plantada Nacional. Santiago: ODEPA. Obtenido de <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>. Consultado: 10 de octubre de 2020.

Oyarzún, R., Stockl, C., Whiting, M., 2010. Analysis of hydraulic conductance components in field grown, mature sweet cherry trees. Chilean Journal of Agricultural Research. VOL. 70 - N° 1.

Parra-Quezada, R. A., Robinson, T. L., Osborne, J., & Parra-Bujanda, L. B.. (2008). Efecto de carga de fruto y déficit hídrico en la calidad y producción de manzana. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(1), 49-54.

Pérez, R., M.A. Gómez, and R. Morales. 2008. Agromorphological characterization of traditional Spanish sweet cherry (*Prunus avium* L.), sour cherry (*Prunus cerasus* L.) and duke cherry (*Prunus x gondouinii* Rehd.) cultivars. Span. J. Agric. Res. 6:42-55.

Podestá, L. 2007. Influencia de restricciones hídricas poscosecha en el crecimiento vegetativo y reproductivo en plantaciones jóvenes de cerezo (*Prunus avium* L.). Universidad de Nacional de Cuyo. Argentina.

Podestá, L. 2010. Efecto del riego deficitario controlado sobre el crecimiento vegetativo en plantaciones jóvenes de cerezo (*Prunus avium* L.) Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, vol. 42, núm. 1, 2010, pp. 73-91

Predieri, S., Dris, R., Sekse, L., Rapparini, F., 2003. Influence of environmental factors and orchard management on yield and quality of sweet cherry. Food, Agric. Environ. 1, 263-266.

Raffo, Dolores. 2018. La producción de cerezas en la Patagonia Norte: el desafío de producir cerezas de calidad exportable. 78. 6-9.

Ribera, A., Alfaro, R. 2017. Impacto del uso de cobertores plásticas en aspectos productivos y calidad de fruta de cerezo dulce: temporada 2016-2017. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile.

Rodrigo, J., Herrero, M. 2000. Efectos de heladas sobre frutos cuajados de albaricoquero. IV Jornadas de Fruticultura: Jornadas de Experimentación en Fruticultura. Actas de horticultura, nº 29: 123-127.

Román, S. 2003. Efecto de la nutrición de la planta en la calidad del fruto de cerezo. Rancagua, Chile, 2013.

Rubauskis, E., Skrīvele, M., Ruisa, S., & Feldmane, D. 2013. Effects of Voen Cover on the Growth and Yield of two Sweet Cherry Cultivars. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences, 67(2), 157–161.

Salazar-Parra, C; Selles, G. and Marfán, G. 2019. Cubiertas plásticas en uva de mesa. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones agropecuarias, INIA. Boletín INIA N° 402. 86 p. Recuperado en: [http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/29355/INIA\\_Libro\\_0024.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/29355/INIA_Libro_0024.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Consultado el: 20 de julio de 2020.

Santibáñez, F., 2011. Cómo los cambios climáticos afectarán a la agricultura chilena. Revista tierra adentro: 21-26.

Santibáñez, F., Santibáñez, P., Caroca, C., González, P., 2017. Atlas agroclimático de Chile. Tomo III: Región de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y del Maule. Centro AGRIMED, Facultad de ciencias agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 102p.

Sánchez, J., Palma, M., Simeone, D., Fuentes, M., Sepilveda, A., Yuri, J. 2019. Indicadores nutricionales y agroclimáticos para la producción de cerezas de alta calidad bajo cubiertas plásticas: una estrategia de adaptación microclimática. Revista Red agrícola. Recuperado en: [https://www.redagricola.com/cl/assets/uploads/2019/08/ra105\\_ago.pdf](https://www.redagricola.com/cl/assets/uploads/2019/08/ra105_ago.pdf). Consultado el: 10 de enero de 2021.

Sánchez, J., Palma, M., A., Yuri, J. 2020. Cubiertas plásticas en cerezos: diferencias entre techos antilluvia y macrotúneles. Revista Mundoagro. Recuperado de: [Cubiertas plásticas en cerezos: diferencias entre techos antilluvia y macrotúneles | Mundoagro](#). Consultado el: 20 de enero de 2021.

Selles van Sch, Gabriel, Ferreyra E, Raúl, Selles M, Iván, & Lemus S, Gamalier. (2006). Efecto de Diferentes Regímenes de Riego Sobre la Carga Frutal, Tamaño de Fruta y Rendimiento del Olivo cv. Sevillana. *Agricultura Técnica*, 66(1), 48-56.

Solorza, J. 2017. Exportación de cerezas al mercado chino: Sociedad San Francisco Lo Garcés. Memoria para optar al título Magíster en control de gestión. Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 125 p.

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.

Tapia, C. 2018. Maximización productiva de cerezos. Boletín número 6, Volumen 18, Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. Recuperado en: <http://pomaceas.otalca.cl/wp-content/uploads/2019/03/Bolet%C3%ADn-T%C3%A9cnico-Diciembre-2018.pdf>. Consultado el: 22 de diciembre de 2020.

Tapia, C. 2019. Cobertores de lluvia generan efecto positivo sobre el crecimiento y distribución de calibres en cerezos, pero producen una mayor susceptibilidad a daño de condición poscosecha. Recuperado en: [Cobertores de lluvias generan efecto positivo sobre el crecimiento y distribución de calibres en cerezos, pero](#)

producen una mayor susceptibilidad de daños de condición en poscosecha. - Smartcherry. Consultado el: 18 de noviembre de 2020.

Wallberg, B. N., & Sagredo, K. X. (2014). Vegetative and reproductive development of “lapins” sweet cherry trees under rain protective covering. *Acta Horticulturae*, (1058), 411–417.

Whiting, M., and G. Lang. 2004. 'Bing' sweet cherry on the dwarfing rootstock 'Gisela 5': thinning affects fruit quality and vegetative growth but not net CO<sub>2</sub> exchange. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 129:407-415.

Whiting, M. 2019. Estrategias de manejo de la carga frutal en cerezo. *Revista Red agrícola*. Recuperado en: Estrategias de manejo de la carga frutal en cerezo - Redagrícola (redagricola.com). Consultado:28 de diciembre de 2020.