



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

Evaluación del estado hídrico e intercambio gaseoso de un huerto de cerezo (cv. 'Santina') bajo cobertores plásticos de distinta densidad.

MEMORIA DE TÍTULO

ALEJANDRO ENRIQUE DIAZ CANALES

**Profesor guía:
Samuel Ortega-Farías**

**TALCA, CHILE
2019**

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, 2019



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

Evaluación del estado hídrico e intercambio gaseoso de un huerto de cerezo (cv. 'Santina') bajo cobertores plásticos de distinta densidad.

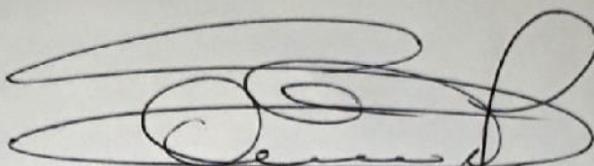
**Por
ALEJANDRO ENRIQUE DIAZ CANALES
MEMORIA DE TÍTULO**

**Presentada a la Universidad de Talca como parte de los requisitos para
optar al título de**

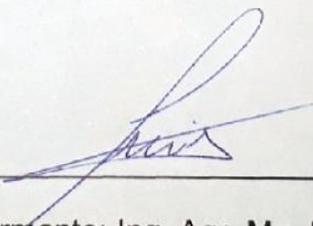
INGENIERO AGRÓNOMO

TALCA, 2019

APROBACIÓN



Profesor Guía: Ing. Agr. Mg. Dr. Samuel Ortega-Farías
Profesor Escuela de Agronomía
Facultad de ciencias Agrarias
Director del Centro de Investigación y Transferencia en riego y agroclimatología
(CITRA)
Universidad de Talca



Profesor Informante: Ing. Agr. Mg. Dr. Luis Ahumada Orellana
Escuela de Agronomía
Facultad de ciencias Agrarias
Centro de Investigación y Transferencia en riego y agroclimatología (CITRA)
Universidad de Talca

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la familia por darme la oportunidad de poder estudiar esta tremenda carrera y por entregarme todo el apoyo necesario cada vez que lo necesité.

Agradecer a la Facultad de Ciencias Agrarias (director/a, secretaria, personal de aseo, encargado de computación, etc.) por la gran disponibilidad para ayudar y solucionar los problemas de los estudiantes.

Agradecer al Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA) y a su Director Samuel Ortega Farías. A FIA y a la empresa C. Abud & Cia, en particular a Luis Ahumada Director del departamento de I+D+i, por darme la oportunidad de ser parte de este interesante proyecto FIA (Código PYT-2017-0226). “Cerezos bajo cobertores plásticos de baja densidad. Desarrollo y transferencia de un nuevo modelo de uso semipermanente, como herramienta para hacer frente al cambio climático; mejorar calidad y eficiencia productiva; y potenciar la sustentabilidad del cultivo en Chile”

RESUMEN

En Chile durante la última década se ha visto un gran aumento de superficies plantadas con cerezos, esto se debe principalmente a la alta rentabilidad que posee este cultivo. Sin embargo, los huertos de cerezos han tenido que enfrentar una de las grandes problemáticas que afronta la agricultura en la actualidad, como lo es el calentamiento global, el cual genera un cambio climático que cada vez tiene repercusiones más severas en la agricultura, como por ejemplo la escasez hídrica. Por ende, es indispensable la implementación de nuevas tecnologías para combatir el cambio climático. Los cobertores plásticos de polietileno es una de esas nuevas tecnologías que actualmente se usa para reducir el cracking en las cerezas, que se produce cuando entra en contacto el agua de las lluvias con la fruta madura, previo a la cosecha.

En este estudio, se buscó evaluar el efecto de los cobertores de polietileno de diferentes densidades, sobre el estado hídrico e intercambio gaseosos de árboles de cerezos (cv. 'Santina'). El estudio se realizó en la comuna de Sagrada Familia (Curicó, región del Maule, Chile) con un diseño experimental completamente al azar constituido, por 3 tratamientos, con 6 repeticiones cada uno. El primer tratamiento (T1) era el testigo, por lo cual no poseía cobertores plásticos de polietileno, el segundo tratamiento (T2) estaba bajo cobertores de polietileno de alta densidad y el tercer tratamiento (T3) estaba bajo cobertores de polietileno de baja densidad. Tanto el tratamiento 2 como el tratamiento 3 estuvieron cubiertos desde brotación a cosecha. Para analizar el efecto que poseían los cobertores plásticos de polietileno se realizaron tres mediciones durante los meses de noviembre (2) y diciembre (1), evaluándose el potencial hídrico, el contenido de agua en el suelo, la conductancia estomática, la transpiración de la hoja y la asimilación neta. Los resultados arrojaron que los cobertores plásticos de polietileno no tuvieron efecto sobre el estado hídrico y el contenido de agua en el suelo. En cuanto al intercambio gaseoso, no tuvieron efecto tanto en la transpiración, como en la conductancia estomática, pero si en la asimilación neta (fotosíntesis), aumentando en los árboles que estaban bajo cubierta plástica de polietileno.

ABSTRACT

In Chile during the last decade has seen a large increase in areas planted with cherry, this is mainly due to the high profitability that has this crop. However, cherry orchards have had to face one of the biggest problems facing agriculture today, such as global warming, which generates a climate change that has increasingly severe repercussions in agriculture, such as the water shortage. Therefore, the implementation of new technologies to combat climate change is essential. The polyethylene plastic covers is one of those new technologies that is currently used to reduce cracking in cherries, which occurs when the rain water comes in contact with ripe fruit, prior to harvesting.

In this study, we sought to evaluate the effect of polyethylene covers of different densities, on the leaf water status and gas exchange of cherry trees (cv. 'Santina'). The study was conducted in the commune of Sagrada Familia (Curicó, Maule region, Chile) with a completely randomized experimental design consisting of 3 treatments, with 6 repetitions each. The first treatment (T1) was the control, so it did not have polyethylene plastic covers, the second treatment (T2) was under high density polyethylene covers and the third treatment (T3) was under low density polyethylene covers. Both treatments 2 and treatment 3 were covered from budbreak to harvest. To analyze the effect of polyethylene plastic covers, three measurements were taken during the months of November (2) and December (1), evaluating the water potential, soil water content, stomatal conductance, transpiration and net assimilation. The results showed that plastic polyethylene covers had not a significant effect on the water status and soil water content. In addition, there were not a significant effect among treatments for transpiration and stomatal conductance, but net assimilation (photosynthesis) significantly increased in trees under polyethylene plastic cover.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| I.- INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| 1.1. Hipótesis | 11 |
| 1.2. Objetivo general..... | 11 |
| 1.3. Objetivos específicos | 12 |
| II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 13 |
| 2.1. Generalidades del cerezo | 13 |
| 2.1.1. Origen del cerezo | 13 |
| 2.1.2. Requerimientos climáticos..... | 13 |
| 2.1.3. Requerimientos de suelo | 14 |
| 2.1.4. Características de las principales variedades de cerezos..... | 15 |
| 2.1.5. Características de algunos de los portainjertos utilizados en Chile | 16 |
| 2.1.6. Sistemas de conducción de cerezos..... | 17 |
| 2.2. Importancia de la producción de cerezas..... | 18 |
| 2.3. Problema que genera el cambio climático en la agricultura | 19 |
| 2.4. Recurso hídrico en cerezos | 20 |
| 2.5. Estado hídrico en cerezos..... | 20 |
| 2.5.1. Potencial hídrico | 21 |
| 2.5.2. Contenido de agua en el suelo | 22 |
| 2.6. Intercambio gaseoso..... | 22 |
| 2.6.1. Conductancia estomática..... | 22 |
| 2.6.2. Transpiración | 23 |
| 2.6.3. Asimilación neta (fotosíntesis) | 23 |
| 2.7. Coberturas plásticas. | 23 |
| 2.7.1. Efecto de los cobertores plásticos sobre las condiciones ambientales en las diversas especies frutales..... | 25 |
| 2.7.2. Efecto de los cobertores plásticos sobre el estado hídrico y el intercambio gaseoso de las plantas..... | 27 |
| 2.8. El cracking y los cobertores plásticos de polietileno..... | 28 |
| III.- MATERIALES Y METODOS | 30 |

| | |
|--|----|
| 3.1. Lugar y sitio experimental | 30 |
| 3.2. Diseño experimental | 30 |
| 3.3. Evaluaciones | 31 |
| 3.3.1. Estado hídrico de las plantas de cerezas..... | 31 |
| 3.3.2. Intercambio gaseoso | 32 |
| 3.3.3. Contenido de agua en el suelo | 32 |
| 3.4. Análisis estadístico..... | 32 |
| IV.- DISCUSIÓN Y RESULTADOS | 33 |
| 4.1. Potencial hídrico | 33 |
| 4.2 Contenido de agua en el suelo..... | 35 |
| 4.3. Conductancia estomática..... | 36 |
| 4.4. Transpiración..... | 37 |
| 4.5. Asimilación neta (fotosíntesis)..... | 38 |
| V.- CONCLUSIONES | 40 |
| VI.- CITAS BIBLIOGRÁFICAS | 41 |

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Cuadro 1. Resumen de temperaturas óptimas y críticas para el desarrollo del cerezo | 14 |
| Cuadro 2. Detalle sobre el tipo de cobertura que se utilizará en cada tratamiento..... | 31 |
| Figura 1. Efecto de los cobertores sobre el potencial hídrico de xilema | 33 |
| Figura 2. Efecto de los cobertores sobre el contenido de agua en el suelo | 35 |
| Figura 3. Efecto de los cobertores sobre la conductancia estomática | 36 |
| Figura 4. Efecto de los cobertores sobre la transpiración de la hoja..... | 307 |
| Figura 5. Efecto de los cobertores sobre la asimilación neta..... | 39 |

I.- INTRODUCCIÓN

La superficie plantada con cerezos en Chile en los últimos 10 años ha crecido exponencialmente, aumentando en más de un 50% desde 2006 hasta la fecha (ODEPA, 2014). Chile a nivel mundial se ubica en el 2 lugar de exportadores de cerezas frescas con un 20% del total de las exportaciones mundiales luego de Estados Unidos que posee el 21% (Muñoz, 2015). Esto hace que Chile se haya convertido en una de las potencias a nivel mundial en la producción y exportación de cerezas. En cuanto a la Región del Maule, es una de las más importantes a nivel nacional con respecto a las plantaciones de cerezos, en conjunto con la región de O'Higgins poseen aproximadamente 25.000 hectáreas plantadas (ODEPA, 2018) las que probablemente continuarán aumentando. Las principales variedades son Bing, Lapins, Santina y Sweethearts (Bravo, 2013).

Para la agricultura el recurso hídrico es de vital importancia, puesto que realiza alrededor de un 70% de las extracciones de este recurso, sumado a esto, con el calentamiento global se espera que la escasez de agua continúe en creciente aumento. Para el año 2050 se especula que las temperaturas aumenten de 1,6°C a 6°C, provocando que exista una mayor demanda de agua por parte de los cultivos agrícolas (FAO, 2017). Como el cerezo es un cultivo que está en constante expansión, es sumamente importante que se optimice el uso eficiente del agua para que se siga manteniendo el nivel de producción existente. La utilización de nuevas tecnologías tomará un rol fundamental, con el objetivo de lograr atenuar el daño que puede provocar el déficit hídrico, ya que al aumentar las temperaturas producto del calentamiento global, en las plantas disminuirá la tasa fotosintética, aumentará la tasa respiratoria, y por ende la evapotranspiración también aumentará, además de acortar la duración de los ciclos fenológicos de la planta (Ojeda *et al.*, 2011). Es así como, el uso de nuevas tecnologías está en constante aumento con el objetivo de reducir el impacto del déficit hídrico y el aumento de temperaturas.

El uso de cobertores plásticos de polietileno de baja densidad es una de las tecnologías que recién está entrando al país, sin embargo, el estado hídrico de las plantas de cerezo bajo estos plásticos aún no ha sido estudiado en profundidad. El

empleo de estos cobertores plásticos de polietileno tiene un gran potencial, ya que es capaz de transformar tierras que son improductivas en superficies con una buena rentabilidad en cuanto a producción, además de ser capaz de mejorar la calidad de la fruta (Zenner y Peña, 2013).

Estudios previos realizados sobre kiwi amarillo demuestran que estos cobertores, disminuyen el estrés hídrico de la planta (CORFO, 2016) disminuyendo la transpiración y el consumo hídrico. Es por ello la necesidad de probar esta tecnología en plantaciones de cerezo que pueden causar un ahorro en el consumo hídrico de los huertos y por ende un ahorro en costos en la programación de los riegos.

Por lo tanto, a continuación, se plantean la hipótesis y objetivos del presente estudio:

1.1. Hipótesis

Los cobertores plásticos de polietileno mejorarán el estado hídrico del cerezo cv. 'Santina' en la precosecha.

1.2. Objetivo general

Evaluar el efecto de cobertores de polietileno de distinta densidad sobre el estado hídrico e intercambio gaseoso de un huerto de cerezo (cv. 'Santina') en la Región del Maule.

1.3. Objetivos específicos

- I. Evaluar el efecto de los cobertores plásticos de diferentes densidades sobre el contenido de agua en el suelo.
- II. Evaluar el efecto de los cobertores plásticos respecto al estado hídrico (potencial hídrico de xilema de los árboles) de árboles de cerezo.
- III. Evaluar el efecto de los cobertores plásticos sobre el intercambio gaseoso (conductancia estomática, transpiración y asimilación neta) de los árboles de cerezo

II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades del cerezo

2.1.1. Origen del cerezo

El cerezo (*Prunus avium* L.) es una planta cuyo origen radica en el sureste de Europa y el oeste de Asia. Su consumo se extendió a diversas regiones con el Imperio Romano (Scarpati *et al.*, 2011).

2.1.2. Requerimientos climáticos

Este frutal requiere de un clima templado, tiene la facilidad de adaptarse a diversas condiciones ambientales donde los requerimientos de frío para salir del receso invernal varían entre 1.200 y 1.300 horas bajo 7°C (Gil, 1997). Cuando no se cumplen las horas frío necesarias disminuye considerablemente la cuaja de frutos, acompañado de un fuerte desprendimiento de estos (Labra *et al.*, 2005).

Es un frutal con una susceptibilidad media a heladas, dependiendo del estado fenológico en que se encuentre la planta. Durante el receso invernal las yemas presentan la mayor resistencia al frío. La mayor sensibilidad la experimentan cuando la yema está cerrada (-1,1°C) y cuando comienza a crecer el fruto (-1,0°C) (Labra *et al.*, 2005).

Cuadro 1. Resumen de temperaturas óptimas y críticas para el desarrollo del cerezo (Santibañez y Uribe, 2001)

| | Factores térmicos (°C) | Receso | Brotación | Puntas verdes | Inicio de floración | Plena flor | Fruto pequeño | Crecimiento del fruto |
|---------------|--------------------------|--------|-----------|---------------|---------------------|------------|---------------|-----------------------|
| Cerezo | T° crítica de heladas | -20°C | -8°C | -6°C | -1,7°C | -2,5°C | -1,1°C | -2°C |
| | T° óptimo de crecimiento | | 12- 16°C | | 15-20°C | | 18- 25°C | 18- 24°C |

Para que el fruto alcance la madurez se requiere una suma térmica (desde yema hinchada a cosecha) que va desde los 300 a los 700 días grado (depende del cultivar). Es por esto que, si se establece un cultivo en zonas más australes demora más en alcanzar la fecha de madurez, producto de que tardará más en alcanzar los días grado (Labra *et al.*, 2005).

2.1.3. Requerimientos de suelo

El cerezo es una especie frutal con un alto vigor, por lo que también presenta un sistema radicular bien desarrollado (profundo y extenso). Para que se pueda desarrollar de forma óptima se necesita un suelo fértil, con buena aireación y buen drenaje (Labra *et al.*, 2005), donde la profundidad mínima requerida oscila entre 0,9 a 1,0 m y la óptima va desde 1,2 a 1,5 m de profundidad (CIREN, 2017). La acidez (pH) mínima de suelo que tolera el cerezo va desde 5,5 a 5,7. Y el óptimo de acidez oscila entre 6,0 y 6,5 de pH (CIREN, 2017). Cuando la pedregosidad es inferior a un 15% no es una limitante para el cultivo del cerezo, pero si lo es cuando la pedregosidad va desde un 15 a un 30 % (CIREN, 2017).

En cuanto a la salinidad el valor tolerado de conductividad eléctrica es de 0,9 dS/m y el valor crítico de conductividad aceptado es de 2,2 dS/m para este cultivo (CIREN, 2017).

2.1.4. Características de las principales variedades de cerezos

Santina es un cultivar introducido hace poco tiempo en Chile, cuyo origen radica en la estación Summerland, Canadá en 1975. Este cultivar posee un vigor alto, con un hábito de crecimiento semi abierto. No requiere de polinizantes puesto que es una variedad autofértil. Posee una cosecha media a tardía en la zona central del país (principios de diciembre, extendiéndose hasta la segunda semana del mismo mes como máximo). La producción estimada va desde las 10 a 12 ton/ha, la fruta posee un calibre que ronda los 26 y 28 mm, con un color rojo púrpura. Posee una buena vida en postcosecha y su sensibilidad a partidura es moderada. Se recomienda injertar con un portainjerto semi vigoroso a vigoroso (Labra *et al.*, 2005).

Bing es una de las variedades más importantes del país, posee un vigor alto y un hábito de crecimiento semi abierto, es una variedad autoestéril, por lo que requiere polinización cruzada, donde los posibles polinizantes pueden ser: Van, Early y Stella. La cosecha de esta variedad en la zona central se realiza entre la cuarta semana de noviembre y la primera de diciembre. Su producción estimada es de 10 a 12 ton/ha, la fruta posee un calibre que ronda entre los 25 y 27 mm, con un color rojo púrpura. Posee una buena vida en postcosecha, pero es altamente sensible a la partidura y a la *Pseudomonas syringae* (provoca el cáncer bacterial), siendo el principal problema de esta variedad. Se recomienda injertar con un portainjerto bajo a medio vigor (Labra *et al.*, 2005).

Lapins es un cultivar con un vigor medio, cuyo hábito de crecimiento es semi abierto, es una variedad autofértil al igual que Santina. La cosecha de esta variedad es media a tardía en la zona central de Chile (fines de noviembre hasta la segunda semana de diciembre como máximo). Su producción estimada es alrededor de 15 ton/ha, la fruta posee un calibre entre los 26 y 28 mm, cuyo color es rojo oscuro intenso. Posee una buena vida en postcosecha y una moderada sensibilidad a la partidura. Se recomienda injertar con un portainjerto de medio vigor a vigoroso (Labra *et al.*, 2005).

Sweetheart es un cultivar establecido hace poco tiempo en Chile, posee un vigor medio alto, con un hábito de crecimiento abierto, no requiere de polinizantes, puesto que

es autofértil. La cosecha es tardía en la zona central, siendo entre la segunda y tercera semana de diciembre. Su producción estimada va desde las 12 a 15 ton/ha, la fruta posee un calibre entre los 26 y 28 mm, con un color rojo oscuro. Tiene una buena vida en postcosecha, pero una baja resistencia a la partidura. Se recomienda injertar con un portainjerto de medio vigor a vigoroso (Labra *et al.*, 2005).

2.1.5. Características de algunos de los portainjertos utilizados en Chile

Los portainjertos pertenecientes al mismo genotipo de la variedad seleccionada desarrollan arboles con alto vigor, en cambio los que no pertenecen a la misma especie pueden reducir el vigor del árbol hasta en un 40% (Labra *et al.*, 2005).

Mericier (*Prunus avium L.*) es un patrón franco de semilla, es muy vigoroso y compatible con una gran cantidad de variedades de cerezos. En cuanto a la producción es tardía, pero tiene una alta productividad donde la principal ventaja de este portainjerto es la resistencia a la asfixia radicular (Labra *et al.*, 2005). La densidad recomendada para este portainjerto en un sistema de conducción de vaso o multieje es de 5-6 m x 3,5-4 m, mientras que para eje central es de 5 x 3,5 m (Arribillaga, 2002).

Colt es un híbrido entre *Prunus avium L.* y *Prunus pseudocerasus*, este portainjerto es un poco más pequeño que mericier, es compatible con una gran cantidad de variedades de cerezos, posee un enraizamiento profundo y extenso. Es moderadamente resistente a la asfixia radicular y al cáncer bacterial, pero susceptible al estrés hídrico y a *Agrobacterium spp* (agallas de la corona) (Labra *et al.*, 2005), la distancia de plantación recomendada es de 5 m x 3 m (Arribillaga, 2002).

MaxMa 14 es un portainjerto con características similares a *Prunus mahaleb L.* y *Prunus avium L.*, es compatible con una gran cantidad de variedades de cerezos, adaptándose a condiciones adversas incluso si hay presencia de un cierto nivel de asfixia radical. Es un patrón semi enanizante. A la variedad elegida le da precocidad y una alta eficiencia productiva. Es moderadamente susceptible a *Phytophthora spp* y *Verticillium spp* (Labra *et al.*, 2005).

Mahaleb posee un sistema radicular semi profundo, requiriendo de un suelo con buen drenaje, ya que es susceptible a la pudrición radicular y a *Verticillium spp.* Tiene la característica de que es resistente al cáncer bacterial (Labra *et al.*, 2005).

Gisela 6 es un patrón semi enanizante el cual posee una buena resistencia al cáncer bacterial, estimula una floración temprana, teniendo como consecuencia una alta productividad, es compatible con suelos arenosos, francos y arcillosos. Este portainjerto tiene la cualidad de ser tolerante a infecciones por virus (Labra *et al.*, 2005).

CAB 6P es un portainjerto con un vigor medio a alto con una excelente productividad, mejorando el calibre y el peso de la fruta. Es un portainjerto resistente a sequías y suelos calcáreos, además de poseer una buena tolerancia a nemátodos (Labra *et al.*, 2005).

2.1.6. Sistemas de conducción de cerezos

Se recomienda el sistema de Vaso multieje para portainjertos vigorosos, suelos fértiles y para cuando se busca disminuir el vigor excesivo de las plantas, puesto que se “reemplaza una rama vigorosa por varias ramas verticales de vigor intermedio” (Labra *et al.*, 2005).

El sistema de conducción de Eje central se usa para “lograr una buena cantidad de ramas laterales de poco vigor sobre el eje, lo más precozmente posible y con ángulos de inserción bastante abiertos” (Labra *et al.*, 2005). Estas ramas laterales pasarán a contener la carga frutal, por lo que deben ser renovadas constantemente. Este sistema de eje central se usa comúnmente en huertos nuevos, ya que en huertos ya establecidos se hace dificultoso cambiar a este sistema (Labra *et al.*, 2005).

El sistema de conducción Solaxe se utiliza para buscar un equilibrio entre la parte vegetativa y reproductiva, además de facilitar el manejo. Solaxe es un sistema que “consiste en un eje sobre el cual se obtienen ramas de bajo vigor, insertas en un ángulo

muy abierto que le dan una posición de inclinación por debajo de la horizontal” (Labra *et al.*, 2005).

2.2. Importancia de la producción de cerezas

El consumo de la cereza ha aumentado últimamente y una de las causas de esto es la conciencia que están tomando los consumidores frente a los beneficios de esta fruta (McCune *et al.*, 2011). Una de estas cualidades es el alto contenido de antioxidantes fenólicos (Kris-Etherton *et al.*, 2002).

Chile es uno de los principales países exportadores de cereza, ubicándose en el segundo lugar con un 20%, luego de Estados Unidos con el 21% del volumen exportado mundial (Muñoz, 2015). Una de las grandes ventajas de Chile y que lo diferencia de los demás países productores de cereza, es su capacidad de producir en contrastación permitiéndole obtener mejores precios por la venta de cerezas, “posicionándose en términos de valor, en el primer lugar como exportador con 34% del valor transado en el mercado mundial” (Muñoz, 2015). El principal destino de exportación de Chile es China, abarcando un 76% de las exportaciones totales de cerezas (ODEPA, 2017).

El cerezo es la quinta especie frutal más plantada en Chile, con un total de 27.798 hectáreas a lo largo del país. El crecimiento del cerezo está en constante aumento estimándose en aproximadamente 2.300 hectáreas por año principalmente en la Región del Maule con las variedades Santina y Lapins (ODEPA, 2017).

2.3. Problema que genera el cambio climático en la agricultura

Para el año 2050 existe una estimación que indica en que la producción mundial de alimentos deberá aumentar alrededor de un 70 % y que para el año 2025 el requerimiento del recurso hídrico se duplicaría, en vista de que los recursos de tierra y agua cada vez se vuelven más escasos sumado a la incertidumbre que provoca el cambio climático se vuelve imprescindible mejorar la productividad agrícola (Ocampo, 2011).

El planeta se está calentando por el aumento de las concentraciones de gases invernaderos. El calentamiento del planeta está generando otras alteraciones climáticas a una velocidad sin precedentes en tiempos históricos, y sus consecuencias incluirán aumentos en el nivel del mar, alteraciones en los ciclos hidrológicos y el aumento de las concentraciones CO₂ provocará una acidificación de los océanos (Chapin *et al.*, 2010).

El cambio climático ha causado preocupación entre la comunidad científica y la población mundial, donde variables climáticas como frecuencia de precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas en diferentes épocas del año, el aumento del nivel del mar, entre otras. Cada vez son más alteradas generando impactos adversos en los diferentes sectores productivos del sector agrícola, afectando rendimientos, calidad de la fruta, fecha de cosecha, entre otros. Es por esto que en 1992 en la primera Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC) que fue realizada por la ONU en Rio de Janeiro, Brasil, donde países como Alemania, Estados Unidos, Francia, Suiza, entre otras llegan al acuerdo de reducir y estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero, los cuales son causantes del calentamiento global y en consecuencia del cambio climático (Tonconi, 2014).

Según el Panel Intergubernamental de Expertos del Cambio Climático (IPCC) estiman que el cambio climático tendrá serias repercusiones en el sector agrario, aumentara la incidencia de plagas, existirá un mayor peligro de incendios forestales, aumentara la erosión del suelo, y con respecto al recurso hídrico existirá una mayor contaminación de las aguas, un aumento de la demanda del recurso hídrico y la disminución de la disponibilidad de agua, lo que afecta directamente a la agricultura (Ocampo, 2011).

2.4. Recurso hídrico en cerezos

El recurso hídrico es ampliamente influyente en importantes procesos que llevan a cabo las plantas como lo es la transpiración, transporte de nutrientes y fotosíntesis (Ellena, 2012).

El movimiento de agua en las plantas es por diferencia de potencial, es decir, desde la zona de mayor potencial hídrico a la de menor, siendo desde las raíces a las hojas (Azcón-Bieto y Talón, 2000). Es por esto que la absorción del agua que efectúan las raíces desde el suelo, es producto del gradiente de potencial hídrico que se genera por la transpiración de la parte aérea (Acevedo, 1979; Pizarro, 1987).

En cuanto a los requerimientos hídricos, los del cerezo son bajos a inicios de temporada, “aumentando a medida que crece la demanda evaporativa de la atmosfera y el área foliar del cultivo” (Lemus, 2005). La demanda hídrica disminuye a fin de temporada coincidiendo con la baja en la demanda evaporativa y el área foliar (Lemus, 2005).

2.5. Estado hídrico en cerezos

Los cerezos poseen una particularidad y es que el crecimiento del fruto coincide con un rápido crecimiento vegetativo y reproductivo. Teniendo como consecuencia una cosecha temprana en la temporada. “No es necesario realizar un déficit hídrico para evitar la competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo” (Lemus, 2005). Se debe mantener un estado hídrico óptimo y estable durante el periodo en que el árbol realiza la producción de la fruta, para así obtener una fruta de buen calibre (Lemus, 2005).

Se debe efectuar un buen suministro hídrico durante el periodo que va desde floración a cosecha, y más aún en la etapa III de crecimiento de fruto (noviembre). Sin embargo, la inducción y diferenciación floral se efectúa en postcosecha, por lo tanto debe existir

un buen suministro hídrico en ese periodo, para que no existan repercusiones negativas en el desarrollo de frutos de la temporada próxima (Lemus, 2005).

Una posible disminución en el aporte hídrico en el periodo de diferenciación floral (fines de diciembre a marzo), no posee repercusiones en la producción frutal, sino que aumenta la posibilidad de que se generen desordenes fisiológicos como: frutos dobles, frutos hijos o frutos con sutura (Lemus, 2005).

2.5.1. Potencial hídrico

El potencial hídrico se puede monitorear o determinar mediante el potencial hídrico de xilema que corresponde a la tensión con que se encuentra el agua en el xilema de la planta y se mide en unidades de presión, normalmente en megapascuales (MPa) (Lemus, 2005).

El potencial hídrico xilemático, permite identificar el estado hídrico en el cual se encuentran los árboles frutales y vides (Ferreyra y Sellés., 2001; Fereres & Goldhamer, 2003). Otro de los indicadores que permiten determinar el estado hídrico de las plantas es la temperatura de canopia (Jackson *et al.*, 1977; Ehrler 1973; Gurovich 1989), pero existe una alta variabilidad en los resultados, dependiendo de las condiciones climáticas en las que se realizan las mediciones (Stockle & Dugas, 1992).

Se aconseja realizar las mediciones de potencial hídrico de xilema en aquellas hojas ubicadas en la zona media baja, cercana a las ramas principales puesto que según registros son más demostrativas y estables (Valenzuela, 2011).

En la actualidad no se registran muchas mediciones de potencial xilemático en cerezos (Proebsting *et al.*, 1981). En la localidad de Vicuña (IV región), los árboles de las variedades de Lapins, Summit y Celeste registraron valores de potencial xilemático que van desde - 0,89 a - 0,94 MPa (Lemus, 2005). Otro estudio realizado por Valenzuela (2011) indico que los potenciales xilemático en cerezos variaron entre -1,1 a -0,85 MPa.

2.5.2. Contenido de agua en el suelo

En cerezo se requiere de un área de mojado entre el 45 y 50 % para no alterar el desarrollo de la planta. Es así como el contenido de agua en el suelo vario entre un 23 y 28% disminuyendo a medida que aumenta la distancia de los emisores. En cuanto al riego por goteo registra una mayor variación en el porcentaje de humedad de suelo dependiendo del distanciamiento de los emisores, dónde los registros van desde un 25 a un 12% aproximadamente (Lemus, 2005).

2.6. Intercambio gaseoso

2.6.1. Conductancia estomática

Durante la primavera se da el crecimiento de brotes, desarrollo de fruto y la aparición y expansión de las hojas, mediante estas últimas se provoca la pérdida de vapor de agua a través de los estomas generando que la demanda hídrica de la planta aumente (Lemus, 2005). La conductancia estomática está relacionada con el estado hídrico de la planta, ya que si este se hace más negativo, los estomas tenderán a cerrarse y por ende disminuir la conductancia estomática (Yoon & Ritcher, 1990). En un estudio realizado en Alemania en cerezos arrojó valores de conductancia estomática de 0,22 a 0,26 mol m⁻² s⁻¹ cuando el potencial xilemático era de -1,3 MPa.

2.6.2. Transpiración

La transpiración está ligada a la conductancia estomática, donde la relación es directamente lineal, es decir que si hay una baja conductancia estomática la transpiración también disminuirá (Yoon & Ritcher, 1990). La planta constantemente ajusta la apertura y cierre estomático con el fin de regular la transpiración y en consecuencia la pérdida de agua (Prasch, & Sonnewald, 2015). La transpiración en el caso del cerezo depende de diversos factores como lo son la temperatura del aire, la radiación solar, el déficit de presión de vapor y el estado hídrico del suelo (Rogiers *et al.*, 2012).

2.6.3. Asimilación neta (fotosíntesis)

Estudios que se han realizado en diversas especies demuestran que la reducción de la radiación solar afecta de forma positiva la fotosíntesis, aumentando el intercambio gaseoso y la concentración intercelular de CO₂ (Corelli-Grappadelli & Lakso, 2007). En otras especies la capacidad fotosintética aumenta cuando la radiación fotosintéticamente activa (PAR) disminuye y también reduce la fotoinhibición, mejorando la eficiencia fotoquímica del fotosistema II (Medina *et al.*, 2002).

2.7. Coberturas plásticas.

En Italia el uso de cubiertas se originó el uso de coberturas plásticas con el fin de resguardar los cultivos frente a lluvias, vientos y granizos. Al pasar el tiempo los agricultores se dieron cuenta que estas coberturas ayudaban a mejorar las condiciones microclimáticas de los cultivos como luminosidad, humedad relativa y temperatura (INIA, 2016).

La transmisión de la radiación solar a través de la cubierta influye en la actividad fotosintética del cultivo, ya que el material de cobertura provoca una reducción en la

intensidad de la radiación y una modificación en la distribución espectral (Goldberg *et al.*, 1996).

Existen diversos tipos de plásticos de polietileno, con diversas clasificaciones. “El polietileno agrupa una familia numerosa de polímeros de distintas estructuras moleculares, que confieren distintas características. Tenemos: polietileno de Alta Densidad (PEAD), Polietileno de Baja Densidad (PEBD) y Polietileno Lineal de Baja Densidad (PELBD) (butano, hexeno, octeno)” (Espí *et al.*, 2006).

El uso de los diversos tipos de polímeros sintéticos como por ejemplo el polietileno de baja y alta densidad en la agricultura es una de las nuevas tecnologías que está teniendo un importante aumento debido a que permite convertir tierras que a simple vista parecen improductivas en explotaciones agrícolas productivas incluso en algunos casos mejora la calidad de la fruta y de las hortalizas (Zenner y Peña, 2013).

La longevidad o perduración de los cobertores plásticos de polietileno depende del envejecimiento que se provoca por la radiación UV y el daño físico que se genera por la estructura de soporte que poseen estos. Existe un valor Langley (Ly), el cual permite determinar la estabilidad que poseen los cobertores frente a la radiación UV y así poder determinar la longevidad que posee el cobertor. Los cobertores modernos poseen un Ly que va desde los 600-1.000 KLy, esto quiere decir que si el cobertor posee un KLy de 1.000 y la radiación UV del sector donde se instalarán es de 200 KLy. El cobertor durará teóricamente 5 años (Blanke, 2007).

Comúnmente lo que se usa para el techado de cerezos es el plástico tejido o “woven plastic”. Están hechos generalmente por polietileno de alta densidad (HDPE) con una o dos capas de polietileno de baja densidad (LDPE) con el fin de aumentar la impermeabilidad del cobertor y evitar afectar la transmitancia. Estos techos de polietileno poseen una gran resistencia mecánica que es una de las cualidades que buscan los productores, ya que estos se deben expandir y contraer constantemente y por varias temporadas, por lo cual deben presentar una excelente resistencia a la tracción que se genera en estos movimientos. El gramaje de estos plásticos ronda entre los 130 a 140

gr/cm². Mientras mayor sea el plástico tejido, mayor será la resistencia de este (Silva, 2017).

2.7.1. Efecto de los cobertores plásticos sobre las condiciones ambientales en las diversas especies frutales.

Las cubiertas plásticas tienen efecto sobre las temperaturas, radiación solar, humedad relativa, viento, entre otros factores. Los parámetros mencionados anteriormente tienen efecto sobre la evapotranspiración de los cultivos y por lo tanto en el consumo del agua. Al respecto, Bañados (2017) indicó que las mallas redujeron la evapotranspiración de un huerto de arándanos en un 30%.

El uso de estas nuevas tecnologías como lo son las cubiertas plásticas de polietileno de distintas densidades generan un microclima bajo estos techos, modificando la intensidad de la radiación solar, la temperatura, la humedad relativa y el viento (INIA, 2017). Mediante la modificación de estas variables se puede adelantar o retrasar la cosecha. El uso de cobertores permite resguardar a la fruta del daño que se genera por las lluvias (partidura), por las heladas y las consecuencias del viento y el exceso de radiación sobre el desarrollo de las plantas de cerezo (INIA, 2017).

Mediante estudios se ha demostrado que en el caso de las vides las cubiertas plásticas aumentan la temperatura del aire, reducen la radiación fotosintéticamente activa y reducen la velocidad del viento, además de interferir en la calidad de la radiación solar que recibe el cultivo cubierto, reduciendo la radiación UV, el rojo y el rojo lejano (Chavarria *et al.*, 2009; Conceicao & Marin., 2009).

Bajo las cubiertas plásticas se dan modificaciones microclimáticas como por ejemplo un aumento en 3,4°C en las temperaturas máximas, una disminución del 90% en la velocidad del viento y limita la radiación fotosintéticamente activa en un 30% aproximadamente (Cardoso *et al.*, 2008). Siendo la PAR la que influye en procesos metabólicos de las plantas que están relacionados con el intercambio gaseoso (Chavarria *et al.*, 2008).

En Alemania se realizó un estudio donde las cubiertas plásticas redujeron la radiación solar incidente (PAR) entre un 20 a un 40 %, la temperatura del aire aumentó de 3 a 12 °C al interior de los cobertores y la humedad relativa aumentó entre un 10 y un 15%. Los cobertores se colocaron desde el inicio de la primavera en adelante, provocando un aumento en la expresión vegetativa independiente de la ventilación que se hacía para enfriar el aire y reducir la humedad (Blanke & Balmer, 2008). Bajo los cobertores las hojas de cerezos registraron valores de clorofila que iban desde los 45 a 59 μg de clorofila / cm^2 . Lo que es suficiente para los árboles frutales puesto que está saturada por encima de los 50 μg de clorofila / cm^2 (Blanke & Balmer, 2008).

Algunas de las ventajas que poseen los cobertores plásticos son la protección que estos brindan a las plantas, frente a los granizos y a las bajas temperaturas a inicios de primavera. También mejora la calidad de la fruta debido a un aumento en los sólidos solubles. Además, se pueden establecer periodos de cosecha más extensos logrando obtener mejores precios en los mercados de destino (Tagliari, 2003).

Estudios han demostrado que el uso de cobertores plásticos de polietileno provoca un aumento en el rendimiento comercial (Neidhart, 1980; Riesen *et al.*, 1980; Meli *et al.*, 1984; Kamota, 1988; Zbinden, 1988; Opperman, 1988) además de una reducción en el agrietamiento de la fruta (Neidhart, 1980; Meli *et al.*, 1984; Opperman, 1988; Trought, 1986).

Las cubiertas plásticas también pueden proveer control sobre plagas de aves e insectos, puede brindar protección frente a las heladas en la floración si es que se está utilizando el material adecuado (Takakura, 1993), otra ventaja es la posibilidad de realizar cosechas ininterrumpidas producto de condiciones climáticas adversas.

Los árboles bajo cobertores plásticos demoran más en el proceso de maduración de la fruta en comparación con los que están al aire libre. Estando directamente relacionado con la modificación del microclima que se produce bajo los cobertores. Influyendo en los ya mencionados procesos de maduración, desarrollo de color de la fruta y en la acumulación de sólidos solubles (Borve & Meland, 1998). Pero esto depende del periodo en el que se colocan los cobertores, ya que hay estudios donde árboles de cerezos

fueron cubiertos por techos de polietileno desde inicios de primavera en adelante, provocando que la floración se anticipara de 6 a 13 días en comparación con los cerezos que estaban al descubierto, teniendo como consecuencia un adelanto de 11 a 15 días en la cosecha de la fruta (Borve & Meland, 1998).

Uno de los problemas que presentan los cobertores plásticos es que la fruta que se encuentra bajo estos pierde la firmeza. Para este problema existen diversas teorías algunas están relacionadas con el aumento de las temperaturas y otras con la cantidad de luz que le llega a la planta. Una de las soluciones que se está dando para esta problemática es la apertura y cierre mecánico de los cobertores. Permitiendo que se mantenga más tiempo el techo abierto y cerrándose frente a una eventual posibilidad de lluvia. También los cobertores poseen otros efectos benéficos como lo es la reducción de la probabilidad del daño por heladas, reducir el estrés de la planta, reducir el requerimiento hídrico, adelantar o retrasar la cosecha y evitar el daño que generan los pájaros en la fruta (Silva, 2017).

En algunos casos el uso de cubiertas plásticas provoca una reducción en el contenido de sólidos solubles de la fruta (Trought, 1986; Kamota, 1988) dependiendo de la variedad (Opperman, 1988).

2.7.2. Efecto de los cobertores plásticos sobre el estado hídrico y el intercambio gaseoso de las plantas

Estudios previos realizados sobre kiwi amarillo demuestran que los cobertores disminuyen el estrés de la planta, disminuyendo la transpiración y el consumo hídrico de los cultivos (CORFO, 2016). Al utilizar coberturas plásticas, se modifica el microclima del cultivo disminuyendo el uso del recurso hídrico cerca de un 30 % en el caso de la uva de mesa, por lo tanto, se mejora considerablemente el uso eficiente del agua (INIA, 2016). Bajo cubiertas plásticas puede existir una disminución que va desde el 15 al 20 % en el agua a aplicar por temporada. No obstante, los cobertores generan un adelantamiento en el crecimiento e incremento en el follaje lo que provocaría desfases en los consumos de agua (INIA, 2017).

Especialistas han cuantificado que bajo las cubiertas plásticas hay una disminución en la demanda de agua en torno al 20% aproximadamente, es decir disminuye el consumo de agua. Esto puede ser contradictorio pues bajo las cubiertas se produce un aumento en el área foliar del cultivo en relación a las plantas que están al aire libre, lo cual podría aumentar el consumo del agua en la planta (Bañados, 2017).

Los cultivos al estar bajo cobertores plásticos se cambia el microclima de la planta aumentando las temperaturas máximas en 3,4°C en el caso de la vid, pero a la vez disminuye la velocidad del viento en un 90% y limita la radiación fotosintética activa en más del 30% (Cardoso *et al.*, 2008). La restricción de la radiación fotosintética afecta en los procesos metabólicos que se relacionan con el intercambio gaseoso de la planta, reduciendo la evapotranspiración de la planta y en consecuencia el consumo del recurso hídrico (Chavarría *et al.*, 2008). Además, la reducción de luz bajo los cobertores plásticos puede contribuir a la reducción en la apertura estomática lo cual produce una disminución de la transpiración y fotosíntesis de las hojas (Taiz & Zeiger, 1991; Souza *et al.*, 2015). Al respecto, Souza *et al.*, (2015) indicaron que las vides que estaban cubiertas por plástico difuso tuvieron valores más bajos de fotosíntesis, conductancia estomática, transpiración, temperatura foliar y déficit de presión de vapor de la hoja en comparación con las vides que se encontraban al aire libre y con las que estaban cubiertas bajo plástico transparente. En cerezos (Alemania), Kafkaletou *et al.* (2015) observaron que en el cv. 'Adriana' las cubiertas plásticas no tuvieron un efecto significativo en la respiración comparado con el testigo (sin cobertura), donde las tasas de producción de CO₂ fueron de 278 y 361 nmol kg⁻¹ s⁻¹ bajo y sin cobertor, respectivamente.

2.8. El cracking y los cobertores plásticos de polietileno

El cracking o partidura es uno de los principales desordenes fisiológicos que afectan a las cerezas, limitando de forma muy importante su comercialización. El cracking se produce porque al estar la fruta en contacto prolongado con agua libre, las células absorben agua por osmosis produciendo fracturas cuticulares. Estas fracturas se

producen principalmente por un aumento del volumen celular que causa la separación de la cutícula respecto a la pared celular epidermal (Lemus, 2005).

Existen dos tipos de cracking dependiendo de las condiciones climáticas: a) se produce partidura de pedicelo debido a las lluvias y b) se desarrollan la partiduras en la zona media y apical de la fruta debido a condiciones atmosféricas de alta humedad relativa y cambios abruptos en el contenido de agua en el suelo (Lemus, 2005) Para evitar este desorden fisiológico una de las tecnologías que se utiliza y que ha tenido buenos resultados, pero con un alto costo, es la implementación de cobertores plásticos de polietileno. Estos se colocan “desde unos 10 a 15 días antes de cosecha para proteger la fruta de la lluvia” (Lemus, 2005). El uso de cubiertas plásticas de polietileno impide que la lluvia tenga contacto directo con la fruta, reduciendo significativamente la partidura o cracking. Sin embargo, las cubiertas no garantizan el control total de este problema (Lugli *et al.*, 2001)

Durante el último tiempo se han realizado estudios para determinar el efecto que poseen los cobertores plásticos frente a problemas climáticos como las lluvias en época de cosecha (Pennel & Webster, 1996). Generalmente los cobertores se colocan unas 3 semanas antes de cosecha, cuando la fruta comienza a tomar color, siendo el periodo en que la fruta es más susceptible al cracking (Meland & Skjervheim, 1998). Según Cline *et al.* (1995), los cobertores pueden reducir en hasta un 63% la partidura de las cerezas disminuyendo significativamente la pérdida de fruta por la caída de lluvias durante la maduración. De forma similar, otros estudios han demostrado que el uso de cobertores plásticos reduce significativamente el agrietamiento de la fruta (Neidhart, 1980; Meli *et al.*, 1984; Opperman, 1986, 1988; Trought, 1986). También es importante indicar que la fruta se vuelve sumamente susceptible al ataque de hongos (por ejemplo, *Botrytis*) cuando se rompe la cutícula de la fruta (Christensen, 1996).

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar y sitio experimental

El estudio fue conducido en un huerto de cerezos (cv. Santina sobre el portainjerto Colt) en la comuna de Sagrada Familia (Curicó, región del Maule, Chile) durante la temporada 2017-2018. El huerto tiene una edad de 7 años, establecido bajo un marco de plantación de 4x2m con un sistema de conducción de eje central. El sistema de riego es de aspersión con 1 aspersor (27 L/h) por árbol.

El lugar donde fue realizado presenta un clima mediterráneo, caracterizado por presentar una precipitación anual de 700mm, las cuales se concentran principalmente en el periodo de invierno. Además, la zona presenta veranos secos y cálidos con casi nulas precipitaciones (Santibáñez *et al.*, 1979). El suelo del huerto presenta una textura franco arcillosa con una buena retención de agua.

3.2. Diseño experimental

Fue establecido en un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 6 repeticiones por tratamiento, donde la unidad experimental fue constituida por 18 árboles distribuidos en 2 hileras. Los tratamientos se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Detalle sobre el tipo de cobertura que se utilizará en cada tratamiento.

| Tratamientos | Descripción de tratamientos |
|--------------|--|
| T1 | Testigo sin cobertor. |
| T2 | Polietileno de alta densidad (rafia): uso desde brotación a cosecha. |
| T3 | Polietileno de baja densidad: uso desde brotación a cosecha. |

3.3. Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron entre los meses de noviembre y diciembre (3 fechas) con dos evaluaciones antes de cosecha y una en postcosecha.

3.3.1. Estado hídrico de las plantas de cerezas

El potencial hídrico de xilema (Ψ_x) fue realizado entre las 12:30 y las 14:00 hrs sobre sobre hojas adultas, sanas y expuesta al sol, (Moriana & Fereres, 2002; Gómez del Campo *et al.*, 2008). Las hojas fueron cubiertas entre una y dos horas antes de la medición con bolsa plástica y papel aluminio con el objetivo de equilibrar el potencial hídrico entre la hoja y el tallo (Meyer & Reicosky, 1985; Arriagada, 2009). La medición fue ejecutada con una cámara de presión tipo scholander (PMS Instrument Company., Model 1000, Pressure Chamber Instrument) (Scholander *et al.*, 1965).

3.3.2. Intercambio gaseoso

Las mediciones de conductancia estomática, asimilación neta y transpiración de la hoja se realizaron entre las 12:30 y 14:00 hrs usando un analizador infrarrojo de gases: Li-Cor (Li-6400, Li-Cor, Lincoln, NE, USA) (Chartzoulakis *et al.*, 2002). Dichas mediciones fueron realizadas en 2 hojas adultas, sanas y expuestas al sol. (Correa-Tedesco *et al.*, 2010).

3.3.3. Contenido de agua en el suelo

El contenido de agua en el suelo fue registrado a través de un reflectómetro portable que corresponde a un TDR (Time-Domain Reflectometry), (Trase System, inc., California, USA). Para ello se instalaron un par de varillas de acero en el suelo de cada unidad experimental, las cuales fueron ubicadas a 60 cm de profundidad en el área de mojado del aspersor.

3.4. Análisis estadístico

El efecto de los cobertores plásticos sobre el estado hídrico de las plantas de cerezo fue evaluado a través de un análisis de varianza (ANOVA) y las diferencias de medias se realizaron a través de la comparación múltiple de Tukey con un 95% de intervalo de confianza.

IV.- DISCUSIÓN Y RESULTADOS

4.1. Potencial hídrico

En la **Figura 1** se pueden observar los potenciales hídricos de xilema en los árboles de cerezo (cv 'Santina') bajo cobertores y al aire libre. En las 3 fechas no se registraron diferencias significativas entre tratamientos. En el mes de noviembre se efectuaron 2 mediciones (8/11/2017 y el 22/11/2017) donde los valores oscilaron entre -1,25 MPa y -1,38 MPa. La última medición se realizó en el mes de diciembre (25/12/2017) donde los valores de potencial de xilema fueron más negativos que en fechas anteriores con valores entre -1,8 y -1,87 MPa.

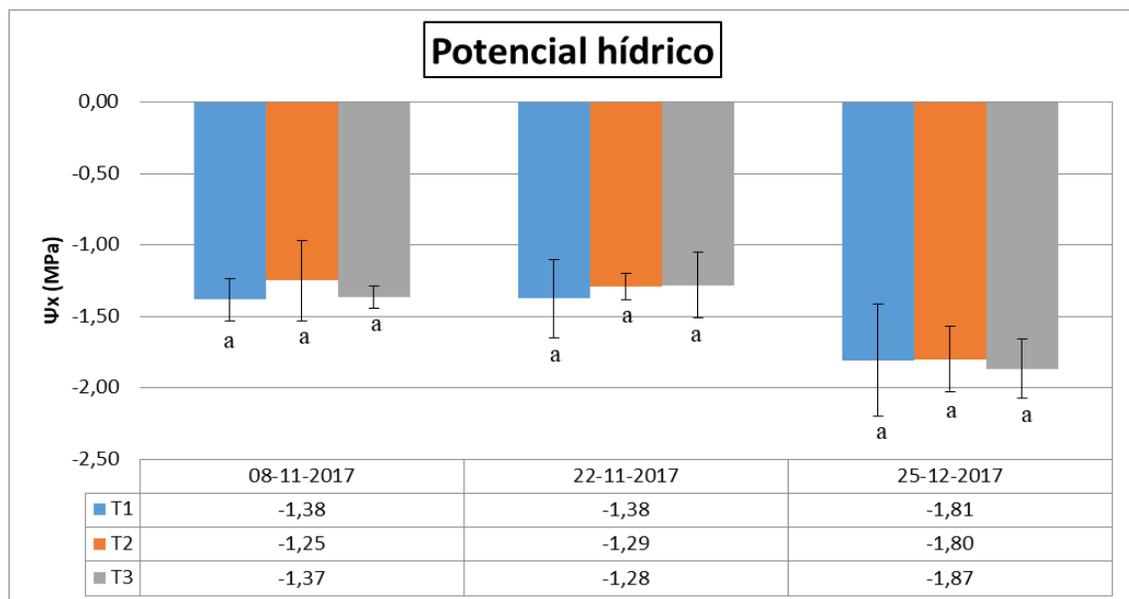


Figura 1. Efecto de los cobertores sobre el potencial hídrico de xilema para tres fechas de medición. T1 = Testigo sin cobertor; T2 = Polietileno de alta densidad (rafia): uso desde brotación a cosecha; T3 = Polietileno de baja densidad: uso desde brotación a cosecha. Medias seguidas de letras idénticas no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey (95%).

Los valores de potencial hídrico observado en este estudio se encuentran en el rango reportado por la literatura. Al respecto, Lemus (2005) en la localidad de Vicuña (IV región) indicaron que los valores de potencial xilemático en árboles de cerezos variaron entre los -0,89 y -0,94 MPa. Valenzuela (2011) en la Región Metropolitana registraron valores de potencial xilemático entre -1,1 a -0,85 MPa. Es importante indicar que los

valores de potencial hídrico de los árboles de cerezos dependen principalmente de las condiciones climáticas, contenido de agua en el suelo y condiciones de manejo agronómico. En este sentido, Shackel *et al.* (1997) indicaron que el potencial hídrico puede variar a pesar que los los árboles posean un riego óptimo.

Dochev *et al.* (2001) indicaron que un estrés hídrico severo en árboles de cerezos se produce cuando el potencial xilemático es inferior a -1,4 MPa mientras que Shackel *et al.* (1997) observaron que el crecimiento vegetativo se detiene cuando el potencial hídrico de xilema alcanza a los -1,5 MPa. Al respecto, en este estudio se alcanzaron valores de potencial hídrico cercano a -1.8 MPa a fines de diciembre producto de una disminución en el agua aplicada en postcosecha.

4.2 Contenido de agua en el suelo

La **Figura 2** indica que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos para las tres fechas de medición en las diferentes fechas en que se efectuaron las mediciones. En las dos fechas de medición en noviembre, los valores del contenido de agua en el suelo variaron entre un 23 y 27 % mientras que para las mediciones en diciembre fueron entre un 18 y 21% para los tres tratamientos.

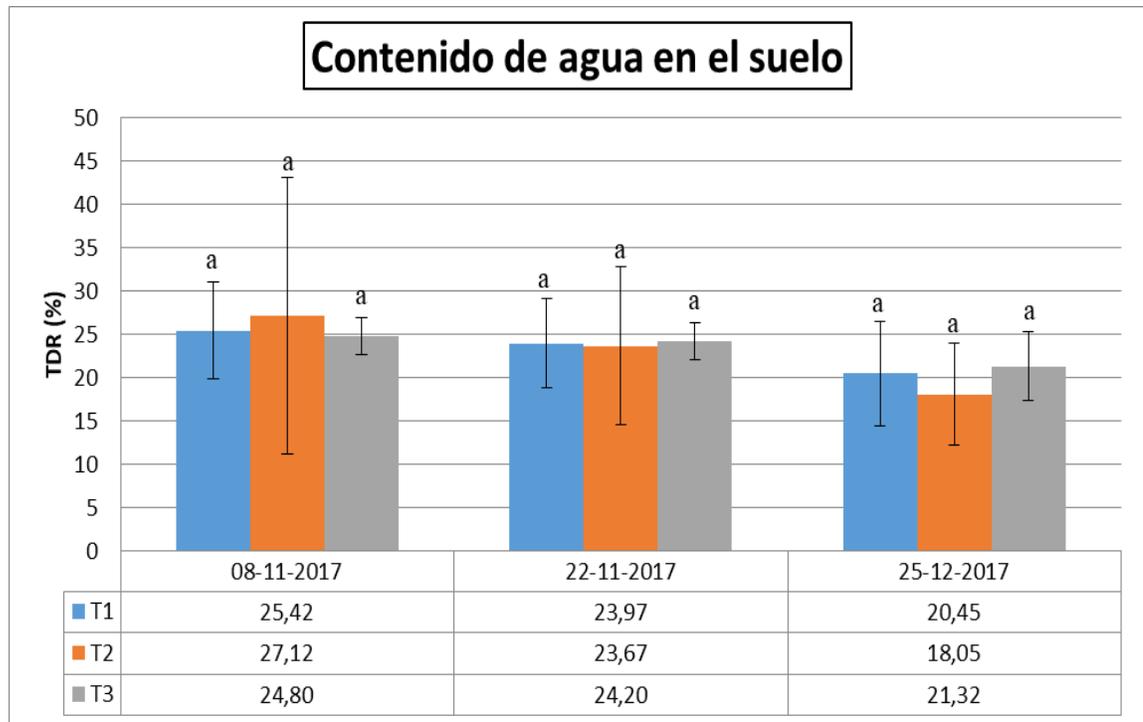


Figura 2. Efecto de los cobertores sobre el contenido de agua en el suelo. T1 = Testigo sin cobertor; T2 = Polietileno de alta densidad (rafia): uso desde brotación a cosecha; T3 = Polietileno de baja densidad: uso desde brotación a cosecha. Medias seguidas de letras idénticas no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey (95%).

En un estudio realizados en Vicuña se observó que el contenido de agua en el suelo vario entre un 23 y un 28% para un huerto de cerezos regado por microaspersión (Lemus *et al.*, 2005). Estos valores son similares a los encontrados en las mediciones de este estudio durante el mes de noviembre. Además, en el mes de diciembre los valores del contenido de agua en el suelo fueron ligeramente más bajos en comparación con las otras fechas debido a una restricción hídrica aplicada en la postcosecha con el objetivo de impedir el aumento excesivo de vigor del árbol.

4.3. Conductancia estomática

La **Figura 3** indica que no se registraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos para la conductancia estomática. En la primera, segunda y tercera medición los valores de conductancia estomática estuvieron entre 0,12 - 0,29 mol m⁻² s⁻¹, 0,12 - 0,16 mol m⁻² s⁻¹, y 0,09 - 0,11 mol m⁻² s⁻¹, respectivamente.

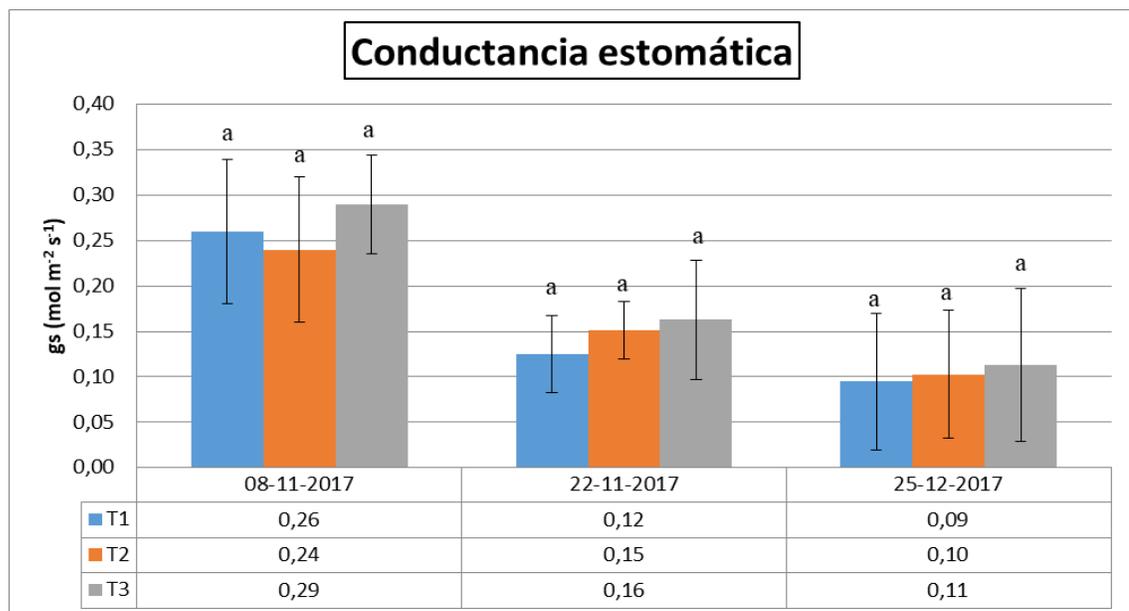


Figura 3. Efecto de los cobertores sobre la conductancia estomática para tres fechas de medición. T1 = Testigo sin cobertor; T2 = Polietileno de alta densidad (rafia): uso desde brotación a cosecha; T3 = Polietileno de baja densidad: uso desde brotación a cosecha. Medias seguidas de letras idénticas no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey (95%).

Los estomas son sensibles al estado hídrico en el que se encuentra la planta, es por esto que tienden a cerrarse cuando el potencial hídrico se hace más negativo, lo cual limita el intercambio gaseoso entre la cavidad subestomática y la atmosfera (Yoon & Ritcher, 1990). Según un estudio realizado en Alemania, la conductancia estomática varió entre 0,22 - 0,26 mol m⁻² s⁻¹, cuando el potencial hídrico de xilema fue de -1,3 MPa (Yoon & Ritcher, 1990) coincidiendo con los valores obtenidos en las 2 primeras fechas de medición donde el potencial hídrico fue de -1,3 MPa.

En este estudio se evaluó el estado hídrico por medio del potencial de xilema, donde no se registraron diferencias significativas entre tratamientos en cada una de las fechas de medición, provocando que en la conductancia estomática tampoco existieran

diferencias significativas entre tratamientos. Donde sí hubo una conductancia estomática más baja respecto a las otras fechas, fue en la que se realizó en diciembre, coincidiendo con un potencial hídrico de xilema más negativo.

4.4. Transpiración

En la **Figura 4** muestra que en las 3 fechas de mediciones no se observaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, donde los valores de transpiración fueron entre 4,5 - 5.0, 3,4 - 3,6 y 3,1 - 3,2 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para la primera, segunda y tercera fecha, respectivamente. En este contexto la transpiración está directamente relacionada con la conductancia estomática, ya que al cerrar los estomas el flujo de vapor de agua entre la cavidad sub estomática disminuye significativamente (Yoon & Ritcher, 1990; Prasch, & Sonnewald, 2015). Esto coincide con lo encontrado en este estudio donde los mayores valores de conductancia estomática y transpiración fueron observados en la primera fecha de medición y los más altos fueron encontrados en la tercera medición en la postcosecha.

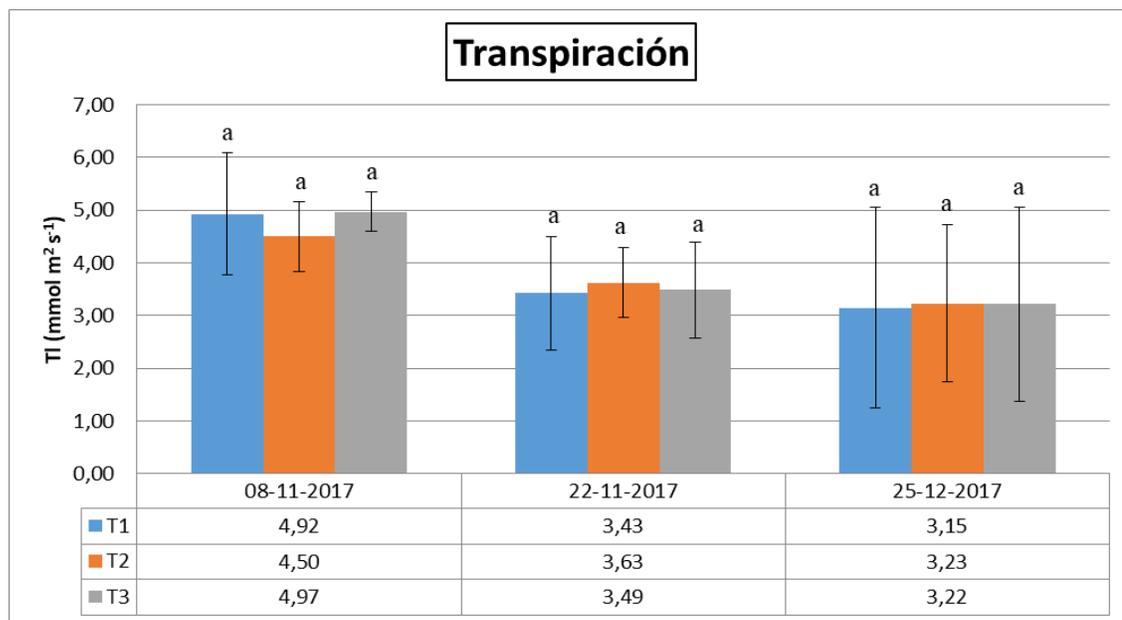


Figura 4. Efecto de los cobertores sobre la transpiración de la hoja. T1 = Testigo sin cobertor; T2 = Polietileno de alta densidad (rafia): uso desde brotación a cosecha; T3 = Polietileno de baja densidad: uso desde brotación a cosecha. Medias seguidas de letras idénticas no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey (95%).

4.5. Asimilación neta (fotosíntesis)

En la **Figura 5** se observa que existieron diferencias significativas entre los tratamientos para la asimilación neta en la primera y segunda fecha de medición. En este caso, el tratamiento 1 (sin cobertor) tuvo una menor asimilación neta (fotosíntesis) que los tratamientos 2 y 3 (bajo cobertor de alta densidad y de baja densidad respectivamente). En la segunda fecha (22-11-2017) el tratamiento 1 tuvo diferencias significativas con el tratamiento 3, donde el tratamiento bajo cobertor de baja densidad tuvo una mayor asimilación neta que el tratamiento sin cobertor. En la fecha 3 no se registraron diferencias significativas entre tratamiento donde los valores variaron entre 9,2 y 10,5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Las diferencias encontradas en este estudio se pueden atribuir a los niveles de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) que llega a las hojas. Al respecto, Corelli-Grappadelli & Lakso (2007) observaron en varias especies que la reducción de los niveles de PAR afecta de forma positiva la fotosíntesis, aumentando el intercambio gaseoso y la concentración intercelular de CO_2 . Además, la capacidad fotosintética aumenta cuando la PAR disminuye pues se reduce la fotoinhibición causada por un exceso de radiación, mejorando así la eficiencia fotoquímica del fotosistema II (Medina *et al.*, 2002). Estudios realizados por Blanke & Balmer (2008) en Alemania indicaron que la radiación solar se redujo entre un 20-40% bajo las cubiertas plásticas de polietileno. Lo anterior, reafirma lo observado en este estudio donde los tratamientos bajo cubiertas (especialmente el tratamiento T3) tuvieron una mayor asimilación neta producto de la disminución de la radiación solar. Finalmente, la última fecha de medición no presentó diferencias significativas entre tratamientos debido al estrés hídrico donde se alcanzaron valores de potencial hídrico de xilema de -1,8 MPa.

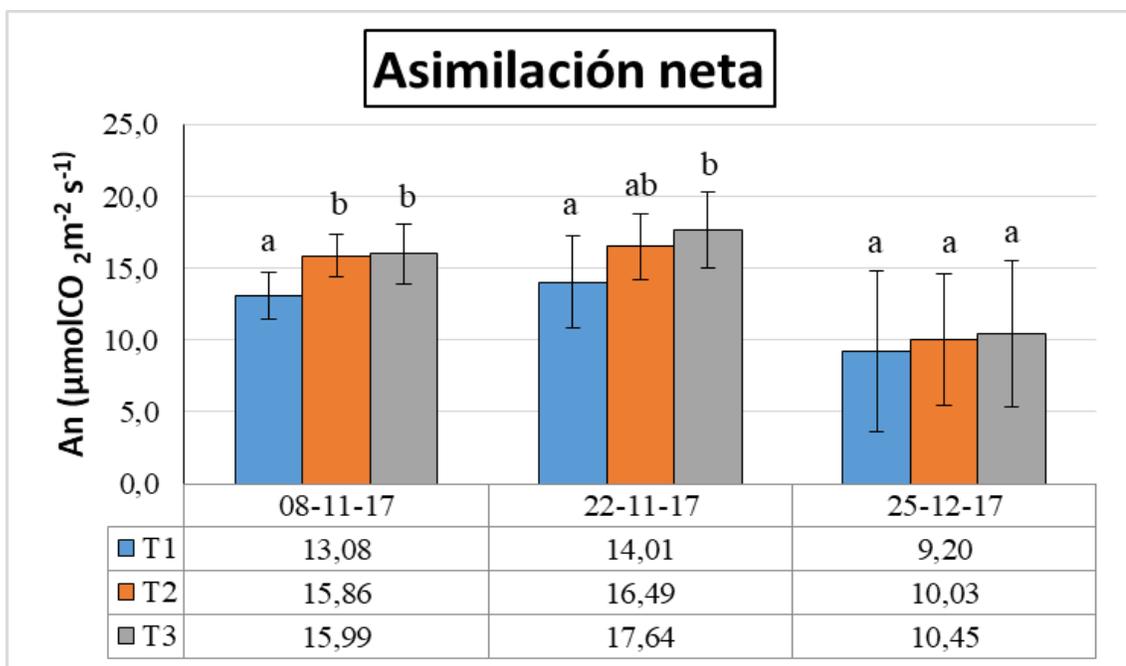


Figura 5. Efecto de los cobertores sobre la asimilación neta. T1 = Testigo sin cobertor; T2 = Polietileno de alta densidad (rafia): uso desde brotación a cosecha; T3 = Polietileno de baja densidad: uso desde brotación a cosecha. Medias seguidas de letras idénticas no presentan diferencias estadísticas según la prueba de Tukey (95%).

V.- CONCLUSIONES

Los cobertores plásticos de polietileno (alta densidad y baja densidad) no tuvieron efecto sobre el estado hídrico y el contenido de agua en el suelo del huerto de cerezos (cv 'Santina') puesto que no se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos en las diferentes fechas en que se realizaron las mediciones. En cuanto al intercambio gaseoso, los cobertores plásticos tampoco tuvieron efecto sobre la transpiración y la conductancia estomática. Sin embargo, los cobertores plásticos de polietileno y más aún el cobertor de baja densidad en la segunda fecha de noviembre tuvieron un efecto significativo al incrementar la asimilación neta (fotosíntesis). Lo anterior, se atribuye a que los cobertores restringen la radiación solar, lo que provoca un aumento en la fotosíntesis. De lo anterior se desprende que los cobertores plásticos de polietileno no mejoraron el estado hídrico de los árboles de cerezo (cv. 'Santina') pero si provocan un aumento en la fotosíntesis.

VI.- CITAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acevedo, H. 1979. Interacción suelo-agua-raíz en el proceso de absorción de agua por las plantas. Bol. Téc. Facultad de Agronomía Universidad de Chile. 44: 17-25.
2. Arriagada, C. 2009. Efecto del riego deficitario controlado sobre la calidad del aceite de oliva y productividad de olivos cv. Arbequina. Tesis de grado. Talca. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía. 26p.
3. Arribillaga, D. 2002. El Cultivo del Cerezo en Chile, Zona Central vs Patagonia . Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. 18: 17-21.
4. Azcón-Bieto, J. y Talon, M. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Eudeba y McGraw-Hill. España, Barcelona. 521p.
5. Bañados, P. 2017. Cobertores plásticos en arándano: el 'para qué' lo define todo. [En Línea] Recuperado en: www.redagricola.com. Consultado: 09 de noviembre de 2018.
6. Blanke, M., & Balmer, M. (2008). Cultivation Of Sweet Cherry Under Rain Covers. *Acta Horticulturae*, (795): 479–484. doi:10.17660/actahortic.2008.795.72.
7. Blanke, M. 2007. Farbige Hagelnetzeltre Netzstruktur sowie Maschenweite und Licht- und UV-Durchlässigkeit bestimmen die Ausfärbung der Apfelfrüchte. *Erwerbs-Obstbau* 49: 127-139. doi. 10.1007/s10341-007-0048-6.
8. Borge, J., & Meland, M. 1998. Rain Cover Protection Against Cracking Of Sweet Cherries. II. The Effects On Fruit Ripening. *Acta Horticulturae*, (468): 455-458. doi:10.17660/actahortic.1998.468.56.

9. Bravo, J. 2013. Cerezas: actualización de un merca. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. [En línea] Recuperado en: <<http://www.odepa.gob.cl>>. Consultado el 14 de septiembre del 2017.

10. Cardoso, L., Bergamaschi, H., Comiran, F., Chavarria, G., Bettio, G., Dalmago, G., Pessoa, H., & Mandelli, F. 2008. Alteraciones micrometeorológicas en viñedos por el uso de cubiertas de plástico. *Revista Agropecuaria Brasileira*, Brasília. 43(4): 441-447.

11. 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. [En línea] Recuperado en: www.ciren.cl. Consultado: 15 de noviembre de 2018.

12. Chapin, F., Power, M., Pickett, S., Carter, D. Jackson, R., & Duke, C. 2010. Earth Stewardship: A framework to transform the trajectory of society's relationship to the biosphere. SBE White Paper 9. Ecological Society of America. 9(29): 1-4.

13. Chartzoulakis, K., Patakas, A., Kofidis, G., Bosabalidis, A. & Nastou, A. 2002. Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, water relations and growth of two avocado cultivars. *Scientia Horticulturae* 95: 39-50.

14. Chavarria, G., Cardoso, L., Bergamaschi, H., Santos, H., Mandelli, F., & Marodin, G. 2009. Microclima de vinhedos sob cultivo protegido. *Ciência Rural*. 39(7): 2029-2034.

15. Chavarria, G., Pessoa, H., Suita, L., Bettio, G., & Bergamaschi, H. 2008. Anatomy, chlorophyll content and photosynthetic potential in grapevine leaves under plastic cover. *Rev. Bras. Frutic.* 30: 1.022-1.029.

16. Chavarria, G., & Santos, H. 2009. Manejo de videiras sob cultivo protegido. *Ciência Rural*. 39(6): 1917-1924.

17. Chavarria, G., Santos, H., Pessoa, F., João, M., Gilmar A., Bettio, B., Cardoso, H., L Silveira, L., & Bello, F. 2008. Relações hídricas e trocas gasosas em vinhedo sob cobertura plástica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(4): 1022-1029. <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000400030>.

18. Christensen, J. 1996. Rain- induced cracking of sweet cherries: Its causes and prevention In: A.D. Webster and N.E. Looney (eds). *Cherries: Crop physiology, production and uses*. CAB International, Wallingford, Oxon,UK: 297-327p.

19. Cline, J., Meland, M., Sekse, L., & Webster, A. 1995. Rain Cracking of Sweet Cherries: II. Influence of Rain Covers and Rootstocks on Cracking and Fruit Quality. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 45(3): 224-230. doi:10.1080/09064719509413108.

20. Conceicao, M., & Marin, F. 2009. Condições microclimáticas em um parreiral irrigado coberto com tela plástica. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 31(2): 423-431.

21. Cordoso, L., Bergamaschi, H., Comiran, F., Chavarria, G., Marodin, G., Dalmago, G., Pessoa dos Santos, H., & Mandelli, F. 2008. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. *Revist Capa*. 43(4): 442-446.

22. Corelli-Grappadelli, L., & Lakso, A. 2007. Is maximizing orchard light interception always the best choice? *Acta Horticulturae* 732: 507-518.

23. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) .2016. El Kiwi Amarillo Es Más Rico Y Rentable Pero Se Perdería Por Culpa De Una Bacteria. [En Línea] Recuperado en: <http://www.casosdeinnovacion.cl>. Consultado el 26 septiembre 2017.

24. Correa-Tedesco, G., Rousseaux, M., & Searles, P. 2010. Plant growth and yield responses in olive (*Olea europaea*) to different irrigation levels in an arid region of Argentina. *Agricultural Water Management*. 97: 1829-1837.

25. 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* L.) on clonal rootstock GM9 by means of some physiological markers. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 7(2): 207-211.

26. Ehrler, L. 1973. Cotton leaf temperatures as related to Soil Water Depletion and Meteorological Factors. *Agr. Journal*. 65: 404-409.

27. Ellena, M. 2012. Formación y sistemas de conducción del cerezo dulce. Publicación editada en el contexto del proyecto INNOVA CORFO: "Difusión y transferencia de tecnologías para la conducción y formación de cerezos en la zona sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Boletín INIA N° 247: 43-56.

28. Espi, E., Salmerón, A., Fontecha, A., García., & Real, A. 2006. PLastic films for agricultural applications. *J. Plastic Film Sheeting*. 22 (2): 85-102.

29. Fereres, E. & Goldhamer, D. 2003. Suitability of stem diameter variation and water potential indicator for irrigation scheduling of almond trees. *Journal of Hort. Science and Biotechnology*. 78: 139-144.

30. Ferreyra, R., y Selles, G. 2001. Riego deficitario controlado en uva de mesa. *Boletín INIA N° 60*: 41 p.

31. Gil, G. 1997. Fruticultura: El potencial productivo. Colección en agricultura, Facultad de Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica de Chile. 342p.

32. Goldberg, M., Orden, S., Mascarini, L., y Sierra, E. 1996. Transmisión Espectral en la Banda del PAR de las Cubiertas Plásticas para Invernaderos. *Revista de la Asociación Argentina de Horticultura*. 12: 172.

33. Gómez del Campo, M., Leal, A. & Pezuela, C. 2008. Relationship of stem water potential and leaf conductance to vegetative growth of young olive trees in hedgerow orchard. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 59 (3): 270-279.

34. Gurovich, L 1989. Una nueva técnica para determinar las necesidades de riego de huertos y parronales. *Aconex* 26:21-26.

35. 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 [En Línea] Recuperado en: www.inia.cl. Consultado el: 2 de noviembre de 2017.

36. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 2017. Uso de cubiertas plásticas en vides permitiría aumentar la superficie de cultivo hacia la zona sur del país. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. [En línea] Recuperado en: www.inia.cl. Consultado el 10 de noviembre de 2018.

37. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 2017. Uso de cubiertas plásticas en vides permitiría aumentar la superficie de cultivo hacia la zona sur del país. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile [En Línea] Recuperado en: www.inia.cl. Consultado el: 2 de noviembre de 2018.

38. Jackson, R., Reginato, R., & Idso, S. 1977. Wheat Canopy Temperature: A Practical Tool for Evaluating Water Requirements. *Water Resources Research*. 13(3): 651-656.

39. Kafkaletou, M., Christopoulos, M., Ktistaki, M., Sotiropoulos, T., & Tsantili, E. 2015. The influence of rain cover on respiration, quality attributes and storage of cherries (*Prunus avium* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 88: 87-96. <https://doi.org/10.5073/jabfq.2015.088.012>.

40. Kamota, F. 1988. Protected cultivation of fruit trees in Japan. *Japan Agricultural Research Quarterly* 22(2): 107-113.

41. Kris-Etherton, P., Hecker, K., Bonanome, A., Coval, S., Binkoski, A., Hilpert, K., Griel, A., & Etherton, T., 2002: Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am. J. Medic.* 113: 71-88.

42. 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.

43. Leitão, M., Azevedo, P., Lima, P., Oliveira, G., Santos, C., Leitão, M., & Santos, C. 2017. Influence of Plastic Covering on the Microclimate in Vineyards in the São Francisco River Valley Region. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 32(3): 399-407. <https://doi.org/10.1590/0102-77863230007>.

44. Lemus, G. 2005. El cultivo del cerezo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Boletín INIA N°133. 10: 106-121.

45. Lugli S., Sansavini, S., & Monari, W. 2001. Prevenzione delle spaccature dei frutti di ciliegio con coperture plastiche. *Frutticoltura*. 3: 24-31.

46. McCune, L., Kubota, C., Stendell-Hollis, N., & Thomson, C. 2011: Cherries and health: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 51: 1-12.

47. Medina, C., Souza, R., Machado, E., Rivero, R., & Silva, J. 2002. Photosynthetic response of citrus grown under reflective aluminized polypropylene shading nets. *Scientia Horticulturae* 96: 115-125.

48. Meland, M., & Skjervheim, K. 1998. Rain Cover Protection Against Cracking For Sweet Cherry Orchards. *Acta Horticulturae*. 468: 441-448. doi:10.17660/actahortic.1998.468.54.

49. Meli, T., Riesen, W., & Widmer, A. 1984. Protection of sweet cherry hedgerows with polyethylene films. *Acta Hort.* 155: 463-467.

50. Meyer, W., & Reicosky, D. 1985. Enclosing leaves for water potential measurement and its effect on interpreting soil-induced water stress. *Agricultural and Forest Meteorology*. 35: 187-192.

51. Moriana, A. & Fereres, E. 2002. Plant indicators for scheduling irrigation of young olive trees. *Irrig. Sci.* 21: 83-90.

52. Muñoz, M. 2015. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Cerezas: fruta en expansión. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. [En línea] Recuperado en: <<http://www.odepa.gob.cl>>. Consultado el 14 de septiembre del 2017.

53. Neidhart, E. 1980. Folientiberdachung bei Tafelkirsehen [Dessert cherries under polyethylene sheets]. *Enverbsobstbau*. 22: 120-122.

54. Ocampo, O. 2011. El cambio climático y su impacto en el agro. *Revista de Ingeniería. Colombia*. 33 (12): 115-123.

55. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2014. Boletín de frutales: superficie y producción. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. [En línea] Recuperado en: <<http://www.odepa.gob.cl>>. Consultado el 14 de septiembre del 2017.

56. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2017. Boletín de fruta fresca. Septiembre de 2017. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. [En línea] Recuperado en: <<http://www.odepa.gob.cl>>. Consultado el 6 de noviembre del 2018.

57. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2018. Catastro Frutícola Región de O'Higgins. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. [En línea] Recuperado en: <<http://www.odepa.gob.cl>>. Consultado el 6 de noviembre del 2018.

58. Ojeda, W., Sifuentes, E., Íñiguez, M., y Montero, M. 2011. Impacto del cambio climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los cultivos. *Agrociencia*. 45 (1): 1-11.

59. Opperman, D. 1986. Rain at cherry harvest manageable threat. *The Goodfruit Grower*. 18-19p.

60. Opperman, D. 1988. Cherry "Umbrella" tried for protection against frost, wind, and rain. *Goodfruit Grower*. 26-30p.

61. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2017. Escasez de agua: Uno de los grandes retos de nuestro tiempo. [En línea] Recuperado en: <<http://www.fao.org>> Consultado el 27 septiembre 2017.

62. Pennel, D., & Webster, A., 1996. Sweet cherries: Protection of fruit from birds and rain damage. In: A.D. Webster and N.E. Looney (eds). *Cherries: Crop physiology, production and uses*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK. 393-407p.

63. Pizarro, F. 1987. Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación. Ediciones Mundi-Prensa: Madrid, España. 461p.

64. Prasch, C., & Sonnewald, U. 2015. Signaling events in plants: Stress factors in combination change the picture. *Environmental and Experimental Botany*.114:4-14. doi:10.1016/j.envexpbot.2014.06.020.

65. Proebsting, E., & Mills, H. 1981. Effects of season and crop load on maturity characteristic of 'Bing' cherry. *J. Amer.Soc.Hort.Sci*. 106:144-146.

66. Riesen, W., Zbinden, W., & Meli, T. 1980. Das Abdecken von Süßkirschen-Hecken mit Plastikfolien [Covering of sweet cherry hedges with plastic]. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 116:345-353.

67. 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.

68. Santibañez, F., y Uribe, J. 2001. Climatología agrícola. Agenda del Salitre. Sociedad Química y Minera de Chile S.A. Santiago, Chile. 117-138.

69. Santibañez, F., Parada, M., y Ulriksen, P. 1979. Perspectivas de desarrollo de los recursos de la VII Región. Distritos Agroclimáticos. Instituto de investigaciones de recursos naturales (IREN). Santiago. 25: 155.

70. Scarpati. O., Maio. S., y Puga. Y. 2011. Cerezo: desarrollo de un cultivo no tradicional en Argentina. Estudios Geográficos. Argentina. 72(271): 591-610. doi: 10.3989/estgeogr.201123.

71. Shackel, K., Ahmadi, H., Biasi, W., Buchner, R., Goldhamer, D., & Gurusinghe, S. 1997. Plant water status as an index of irrigation need in deciduous fruit trees. HortTechnology 7(1): 23-29.

72. Scholander, P., Hammel, H., Bradstreet, E., & Hemmingen, E. 1965. Sap pressure in vascular plants. Science. 148: 339-346.

73. Silva, R. 2017. El abc de los techos. [En Línea] Recuperado en: www.mundoagro.cl. Consultado: 09 de noviembre de 2018.

74. Souza, C., Mota, R., Dias, F., Melo, E., Pimentel, R., Souza, L., & Albuquerque, M. 2015. Physiological and agronomical responses of Syrah grapevine under protected cultivation. Bragantia, 74(3): 270–278. doi.org/10.1590/1678-4499.0047.

75. Stockle, C. & Dugas, W. 1992. Evaluating canopy temperature-based indices for irrigation scheduling. Irrigation Sciences 13: 31-37.

76. Tagliari, P. 2003. Potencial para produção de vinhos nas regiões mais altas de Santa Catarina. Agropecuária Catarinense, Florianópolis. 16(2): 26-33.

77. Taiz, L., & Zeiger, E. 1991. Plant physiology. Reedwood: The Benjamin/Cummings Publishing. 565 p.

78. Takakun, T. 1993. Engineering aspects of protected cultivation. *Chronica Horticulturae*. 33: 3-4.

79. Tonconi, J. 2014. Efectos del cambio climático sobre la producción de aceituna en Yarada, Región Tacna, *Revista Idesia (Arica)*. 32 (2): 29-35.

80. Trought, M. 1986. Research in Marlborough. *Fruit & Produce*. 37: 32-35.

81. Valenzuela, H. 2011. Caracterización Del Potencial Hídrico Xilemático A Mediodía En Diez Especies Frutales. Universidad de Chile. 9-26p.

82. Yoon, T., & Richter, H. 1990. Seasonal changes in stomatal responses of sweet cherry and plum to water status in detached leaves. *Physiologia Plantarum*. 80(4): 520-526. doi:10.1111/j.1399-3054.1990.tb05673.x.

83. Zbinden, W. 1988. Regenschutz für Kirschen - Gesunde Tafelfrüchte [Rain protection for cherries - healthy dessert fruit]. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau*. 124(14): 364-365.

84. Zenner, I., y Peña, F. 2013. Plásticos En La Agricultura: Beneficio Y Costo Ambiental: Una Revisión. [En línea] *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. Bogotá. 16 (1): 139-150.