

**FACULTAD DE
CIENCIAS AGRONÓMICAS
Y DE LOS ALIMENTOS**



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO**

TALLER DE TÍTULO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Efecto del uso de coberturas plásticas sobre productividad y parámetros de calidad en cerezas (*Prunus avium L.*) cv. Santina y Lapins

DANIELA PATRICIA VALENCIA GRIÑEN

QUILLOTA, CHILE

2019

Índice

Resumen	2
1. Definición del problema u oportunidad	3
2. Hipótesis.....	6
3. Objetivos.....	6
3.1. Objetivo general.....	6
3.2. Objetivos específicos.....	6
4. Estado del arte	7
4.1. Importancia comercial de las cerezas	7
4.2. Características de las variedades Lapins y Santana	7
4.3. Uso de cubiertas plásticas	8
4.4. Cubiertas plásticas en términos de productividad del cultivo	9
4.5. Comportamiento de la planta bajo cubierta plástica.....	10
4.6. Distribución de carbohidratos y formación de yemas florales.....	11
4.7. Calidad de las cerezas bajo cubierta de polietileno.....	12
4.8. Incidencia del microclima de las cubiertas plásticas en las cerezas.....	13
5. Metodología.....	15
5.1. Obtención del material vegetal.....	15
5.2. Tratamientos.....	17
5.3. Evaluaciones	18
5.3.1. Condición microclimática	18
5.3.2. Evaluaciones de atributos de calidad.....	18
5.4. Análisis estadístico	19
6. Bibliografía.....	21
7. Plan de trabajo	25
8. Resultados esperados	26
9. Organización	27
10. Presupuesto	29

Resumen

Chile se ha convertido en el principal exportador de cerezas (*Prunus avium L.*) del hemisferio sur, aumentando en sólo un año un 96% durante la temporada 2017/2018, y es reconocido, además, por contar con un manejo de postcosecha de alto nivel, lo cual permite llegar con un producto de alta calidad al principal mercado chino. Sin embargo, las cerezas son altamente perecederas y expuestas a condiciones climáticas adversas (como precipitaciones principalmente) durante el crecimiento y desarrollo del fruto. Por tanto, se vuelve imprescindible mantener los parámetros de calidad hasta la llegada al consumidor final.

El uso de coberturas plásticas surge como solución de protección ante eventos de lluvias durante precosecha. No obstante, no existen muchos estudios a la fecha que hayan evaluado el efecto de su uso sobre parámetros de productividad y calidad de la fruta chilena.

El presente estudio plantea determinar el efecto del uso de coberturas plásticas durante precosecha, sobre parámetros de rendimiento y calidad de las cerezas en dos variedades (Lapins y Santina), evaluando además las condiciones microclimáticas que se genera en la canopia bajo las coberturas. Este proyecto postula que las plantas cubiertas con polietileno desde floración hasta cosecha, causan efectos perjudiciales en la fisiología y calidad de exportación de la fruta aun cuando los rendimientos aumentan. Por lo tanto, para comprobar lo planteado anteriormente, se realizará una investigación durante tres temporadas, en un huerto de cerezos ubicado en la comuna Sagrada familia, provincia de Curicó, perteneciente a la región del Maule, Chile. Las variedades estudiadas serán sometidas a tratamientos con y sin cobertura plástica, para evaluar efectos de calidad de la fruta en cuanto a color, calibre, firmeza y contenido de sólidos solubles; la respuesta fisiológica de la planta, midiendo temperatura, humedad relativa, PAR y conductancia estomática, además de la estimación de la época de cosecha y rendimiento en cada variedad.

Considerando la importancia de este cultivo a nivel nacional y el tiempo de viaje para llegar al mercado chino con cerezas en óptimas condiciones de calidad, esta investigación pretende generar conocimiento en los productores nacionales sobre cómo optimizar el uso de cubiertas plásticas y obtener un mejor producto en términos de productividad y calidad organoléptica.

1. Definición del problema u oportunidad

El cultivo del cerezo (*Prunus avium L.*) ha tomado un puesto importante en el consumo y producción a nivel mundial durante la última década. De un total de 2,6 millones de toneladas que se producen en el mundo, el hemisferio sur representa un 4,3% de la producción total, con la ventaja de contraestación. Chile, es el principal productor y exportador que lidera el abastecimiento de cerezas en China con más del 90% de la producción exportada al Medio Oriente. Durante la temporada 2017-2018 se registró una cifra récord de 161.679 toneladas que fueron exportadas, sólo a China (ASOEX, 2018).

La superficie nacional de cerezas ha aumentado de manera exponencial, con 37.500 ha que abarcan desde Coquimbo hasta Chile Chico, con una fuerte concentración en la región del Maule que domina con 12.239 ha lo cual representa un 45,4% de la participación nacional, seguido por la región de O'Higgins con 10.004 ha (ODEPA, 2017), expandiendo la superficie plantada hacia la zona sur buscado extender la temporada con cosechas más tardías y aumentando la oferta de cerezas desde mediados de octubre hasta la mitad del mes de enero.

Actualmente, la tendencia es apostar por plantar nuevas variedades, de mejor sabor y vida postcosecha, que puedan destacar en el mercado por ser productivas y rentables comercialmente. Según estadísticas de la revista Red Agrícola (2017), la variedad Lapins, en la temporada 2016-2017 aumentó de 3.724 a 23.934 toneladas exportadas, ocupando el primer lugar. La variedad Santina aumentó de 7.946 a 12.934 toneladas exportadas, quedando en el tercer lugar. Las características de calidad y condición demandadas por el mercado chino corresponden a cerezas de calibre grande, aspecto fresco, sin pudriciones, color rojo caoba, piel lisa, brillante, firme y pedicelo turgente. Sin embargo, luego de 55 días de viaje marítimo para llegar al principal mercado de destino, se hace muy complicado mantener las cualidades óptimas de las cerezas durante el transporte, hasta su desembarque y posterior comercialización.

Dado las condiciones climáticas que este cultivo encuentra en diversidad climática nacional, es que se ha abierto un escenario que presenta una serie de desafíos a enfrentar, ya que esta especie está condicionada por estos factores y en las últimas

temporadas se ha visto perjudicado tanto en la productividad del huerto como en la calidad final de la fruta. Por lo tanto, como la cereza es una fruta altamente perecedera debido a su condición de fruta no climatérica (Ocampo, 2004) y susceptible a partiduras, ya sea, provocada por lluvias primaverales previas a la cosecha, o por el exceso de agua en el suelo, generando importantes pérdidas económicas que oscilan entre un 20% y un 50% de la producción por partiduras en la fruta, lo cual se traduce en una mayor proporción de descarte al momento del embalaje (Palacios, 2016).

Hace más de una década que en Chile se conoce el uso de coberturas plásticas como el mejor método para proteger al cultivo de las cerezas de fuertes heladas y precipitaciones en precosecha. Actualmente, en Chile hay aproximadamente 3.500 ha de cerezos bajo cobertura plástica, el cual tiene un costo estimado de US\$23.000 por ha sin agregar el costo de la mano de obra que este manejo necesita. Sin embargo, se encuentra en discusión los efectos que trae consigo esta costosa instalación, sobre la madurez, calidad y condición de las cerezas en postcosecha. “Un arma de doble filo”, es como le llaman algunos productores a esta tecnología, ya que, al aumentar la temperatura en 2°C al interior de la canopia, el crecimiento vegetativo aumenta compitiendo con el crecimiento final de la fruta, color y calidad de las cerezas (Aliaga, 2017).

Los parámetros de calidad de las cerezas generados por efecto del uso de la cobertura plástica, difieren dependiendo de la variedad y la fecha de maduración del cultivar (Grandi *et al.*, 2017). Lapins es una variedad precoz, productiva, de buen calibre y firmeza, con moderada resistencia a partidura y buena vida postcosecha. La variedad Santina, en cambio, es considerada la mejor dentro de las tempranas, y apta para la zona media de producción, de buen calibre, regular en el contenido de sólidos solubles y firmeza media, por lo que es moderadamente sensible al cracking o partidura, lo cual se puede “solucionar” con la implantación bajo plástico (Aliaga, 2012).

En la región de La Araucanía y Los Lagos, la producción de leche, trigo y pasto para ganado, han sido reemplazadas por nuevas plantaciones de cerezas que son incentivadas por las buenas rentabilidades del cultivo. No obstante, debido a que estas regiones son zonas climáticas de mayor pluviometría, la inversión en la instalación de cubiertas plásticas, es indispensable. Christopher Reckmann, productor de leche y cerezas en La Unión, comentó para la revista del campo de El Mercurio (2017) “por no

poner techos plásticos, perdió 7 mil kilos de fruta por lluvias durante esa temporada, y que con los US\$9 por kilo hubiese podido pagar la inversión tranquilamente”. Con el fin de extender la temporada con cosechas más tardías, se han plantado mil hectáreas de cerezos entre La Araucanía y Los Lagos, y se espera que se sumen otras mil en el 2018.

La calidad de las cerezas determinará su potencial destino de exportación, por lo que una cereza de buena calidad es aquella que presenta un calibre superior a 26 mm, un peso mayor a 8,5 g y de pulpa firme; sin dejar a un lado el color, sabor, un adecuado aroma y dulzor (Ocampo, 2004). Por lo tanto, resulta vital realizar investigaciones relacionadas con el efecto del uso de coberturas plásticas en variedades de cereza de interés sobre los principales atributos de calidad de la fruta, además de parámetros relacionados con la productividad en el caso del escenario chileno.

2. Hipótesis

El uso de cubiertas plásticas en cerezos aumenta el rendimiento de la producción. Sin embargo, los cambios en el microclima causan efectos perjudiciales sobre el tiempo de cosecha y atributos de calidad de las cerezas.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del uso de coberturas plásticas de polietileno sobre la madurez y parámetros de calidad de las cerezas cv. Lapins y Santina destinadas al mercado de exportación.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto del uso de coberturas plásticas de polietileno en las variedades Lapins y Santina sobre parámetros de productividad y fecha de cosecha.
- Evaluar las condiciones microclimáticas del ambiente de crecimiento de cerezos con y sin cobertura plástica.
- Determinar el efecto del uso de coberturas de polietileno en los atributos de calidad color, calibre, sólidos solubles y firmeza en las variedades Lapins y Santina.

4. Estado del arte

4.1. Importancia comercial de las cerezas

La producción de cerezas chilenas se ha incrementado de manera importante, siendo el principal país productor y exportador del hemisferio sur que produce en contra estación. Se exportaron más de 186 mil toneladas que fueron enviadas al mundo la reciente temporada 2017-2018 (ASOEX, 2018). No obstante, la superficie nacional también está teniendo una tendencia a aumentar cada vez más. ODEPA estima que actualmente hay 37.500 hectáreas, concentrándose la mayor superficie plantada en la región del Maule con 12.239 ha, seguido de la región de O'Higgins con 10.004 ha (ODEPA, 2017).

Chile mantiene su liderazgo en el abastecimiento del consumo de cerezas en China, con la ventaja de producción en contraestación que coincide, además, con la época de mayor demanda en China: festividades y celebraciones claves como el año nuevo lunar chino; considerando al color rojo de las cerezas como símbolo de buena suerte, convirtiéndose en uno de los regalos más solicitados para aquel día. En la temporada 2017-2018 China recibió 161.679 toneladas con un aumento de 108% en relación a la temporada anterior, lo cual asegura al mercado chino como el principal destino de las cerezas chilenas (ASOEX, 2018). Sin embargo, debido a la gran distancia en el trayecto de comercialización a este país, es transcendental que la fruta posea una adecuada firmeza, buena calidad organoléptica y, que tenga una extendida vida postcosecha (superior a 55 días), cuando sea recibido por el consumidor final.

4.2. Características de las variedades Lapins y Santina

Si se quiere obtener rentabilidad y competitividad en el rubro de los cerezos, las variedades deben ser seleccionadas de acuerdo a la demanda del mercado, productividad y, en lo posible, sustentable en la manera de cultivar, tanto ambiental como socialmente (Cazanga y Leiva, 2012). Dentro de las características de la fruta a considerar para la

elección de un cultivar, son relevantes: la firmeza, su vida postcosecha, calibre, sabor, resistencia a partiduras y época de cosecha (Lemus y Negrón, 2005).

Las variedades autofértiles como Lapins y Santina tienen la ventaja de asegurar una buena y elevada productividad debido a su alta consistencia de fructificación y a su precocidad en la producción (Ellena, 2012a). Lapins se caracteriza por producir frutos de buena calidad y calibres grandes (25-30 mm promedio), aunque es muy dependiente de la carga frutal, de color rojo oscuro brillante y de buen sabor (17,3°Brix). La maduración de los frutos es de estación media a tardía y es moderadamente resistente a partiduras, disminuyendo su incidencia en cosechas tardías (Joublan y Claverie, 2004).

Santina por su parte, lidera entre las variedades tempranas ya que posee la particularidad de viajar bien, es decir, tiene una buena vida postcosecha para el lejano mercado de destino asiático. Además, es una cereza firme, de piel brillante y atractiva (Lemus y Negrón, 2005) buen calibre (26-30 mm) y sabor dulce. La época de cosecha se realiza a partir de la segunda semana de noviembre, categorizada como temprana a media estación (FDF, 2010). Aunque es susceptible a partiduras, por lo que para asegurar la rentabilidad de este cultivar en la zona centro-sur del país se debe considerar la instalación de coberturas plásticas en los costos, mencionando además que es una variedad sujeta a royalty (FDF, 2010).

4.3. Uso de cubiertas plásticas

La revolución de esta tecnología comenzó entre los años 2005 y 2006 principalmente en el cultivo de uva de mesa (INIA, 2016). Tendencia que hoy se aplica en cultivos como el kiwi, arándanos, paltos y cerezos. Con el objetivo de aumentar el rendimiento de la producción, proteger de climas adversos en períodos claves y de enfermedades según la especie frutal que corresponda. Más de 400 hectáreas en Chile producen bajo cobertura plástica, liderando la uva de mesa con el uso de mallas y plásticos (INIA, 2016), superficie que seguirá en aumento como alternativa frente a la variabilidad climática que debe enfrentar la fruticultura.

No obstante, como mencionan Thomidis y Exdaktylou (2002), el uso de cubiertas plásticas como método de control del cracking es considerado como el mejor sistema que se ha utilizado en los últimos años en cerezos. Sin embargo, su alto costo de inversión es justificado en zonas de alto riesgo de lluvias en precosecha y, cuando el costo del precio de retorno está por sobre los US\$4 por kilo considerando, además, la vida útil del plástico que se estima durante cinco temporadas, y puede llegar a diez años si es que se maneja bien (Subercaseaux, 2017). Las cubiertas de polietileno se caracterizan por ser resistentes e impermeables, permitiendo el paso de la mayor parte de la luz incidente, bloqueando los rayos ultravioleta (UV), además resisten de mejor manera a las condiciones de fuertes vientos, y facultan el escurrimiento del agua que se produce por debajo de la cubierta (Ayala y Camilo, 2007).

Según estima INIA (2016) el costo de instalación de esta tecnología es de aproximadamente US\$20.000 por hectárea, y la inversión anual se calcula de US\$5.000 por ha según la durabilidad del plástico y las estructuras que contenga.

No obstante, esta tecnología debe adaptarse a las condiciones que presenta cada huerto en específico. Sin embargo, según la realidad chilena indica que el plástico debe mantenerse hasta el final, fórmula que no se ha modificado con el pasar de los años.

4.4. Cubiertas plásticas en términos de productividad del cultivo

El objetivo principal por el cual se instalan coberturas plásticas para la producción de cerezas es, para evitar partidura en los frutos. De modo que presentan una alta sensibilidad a este fenómeno causado principalmente por lluvias en precosecha. Sin embargo, el cracking en cerezas es uno de los principales factores que determinan la cantidad de toneladas comercializables del huerto (Ellena, 2012b), ya que puede presentarse hasta en el 90% de los frutos (Joublan y Claverie, 2004), en especial en zonas donde se presentan lluvias durante la maduración de las cerezas.

Por otro lado, la superficie de cerezos en Chile, se está expandiendo cada vez más hacia el extremo sur, donde la instalación de techos plásticos se vuelve indispensable, y como mencionan Thomidis y Exdaktylou (2002), el uso de cubiertas plásticas como método de

control del cracking es el mejor sistema que se ha estado utilizando en los últimos años en cerezos. Existe una menor proporción de fruta partida y mayor porcentaje de frutos comerciales, cuando se protegen las hileras tres semanas antes de la cosecha y durante esta misma, en comparación con las plantas no cubiertas (54%), demostrando un aumento de cerezas aptas para la comercialización de un 89% en plantas protegidas con cobertura plástica. (Ruisa *et al.*, 2017).

4.5. Comportamiento de la planta bajo cubierta plástica

Estudios en el cultivo de uva de mesa, afirman que la fenología de las plantas se ve alterada debido al microclima que genera el uso de plásticos (Marfán, 2016). Consecuencias en el color de las bayas de los cultivares Red Globe y Ralli, en donde se aprecia un menor tono de cubrimiento en los tratamientos con cobertura que sin ésta, aumentando el porcentaje de bayas verdes (Defilippi, 2016).

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

Al respecto, Lang (2014), señala sobre el cultivo de cerezos que, la modificación de los espectros de luz por efecto del uso de polietileno, no sólo influencia en la fotosíntesis de la planta y el vuelo de las abejas, sino que también la biosíntesis de antocianinas dentro de la epidermis de la fruta. Por lo tanto, las variedades que poseen pulpa amarilla desarrollan menos color rojo en las cerezas a la sombra debido a la reducida transmisión de luz ultravioleta (UV).

Según Lang (2014), el uso de túneles plásticos favorece las condiciones de crecimiento de las plantas significativamente, disminuyendo las temperaturas extremas, la evapotranspiración de la planta y mantiene una buena intercepción de la luz, proporcionando un mayor y rápido crecimiento de los brotes y llenado del espacio

asignado, afectando de manera positiva al potencial productivo. Además, demuestra que existe un aumento de la altura de la planta, el tamaño de la hoja era un 20% más grande, y el crecimiento de brotes es del 35% más que las plantas no cubiertas (Lang *et al.*, 2011).

De esta manera, es fundamental el manejo de la rama frutal (podas), carga frutal de las plantas (número de frutos por metro lineal de la rama), y una buena relación hoja/fruto (4-5 hojas/fruto), por lo que Aliaga (2017) afirma que la fruta de mejor calidad se encuentra en un centro frutal con buena incidencia de luz.

4.6. Distribución de carbohidratos y formación de yemas florales

La incidencia de luz produce un efecto estimulante sobre las yemas, proporcionando la energía necesaria para la activación de las sustancias fosforadas y nitrogenadas necesarias para el proceso de inducción floral. Se ha demostrado que la luz difusa que se produce bajo cubiertas plásticas aumenta la eficiencia de uso de la radiación de las plantas (Wallberg y Sagredo, 2014). Sin embargo, un menor contenido de azúcar en las cerezas bajo cobertura plástica se puede explicar por la disminución de la radiación producto de su uso (Flores, 2017).

Cuando el metabolismo de las yemas florales sea activado por la presencia de un estímulo, esto provocará un aumento en la respiración y, a su vez un consumo de azúcar. Las yemas florales, por lo tanto, requieren de una importante reserva de hidratos de carbono (azúcar) para mantener su respiración y la síntesis de proteínas. No obstante, los azúcares se reducen en la medida que se acelera la respiración y la formación de sustancias nitrogenadas, siendo el alto contenido de nitrógeno, hidratos de carbono y la acumulación de almidón en los brotes las sustancias que desencadenarán el proceso de floración (Feucht, 1967).

Sin embargo, se debe tener en cuenta que una producción frutal muy abundante produce un agotamiento en el resto de la planta, en especial porque los brotes y la fruta en desarrollo ejercen un fuerte poder sumidero de carbohidratos, produciendo como

consecuencia el envejecimiento de la planta y disminución de la calidad de producción de fruta en los años posteriores (Feucht, 1967).

4.7. Calidad de las cerezas bajo cubierta de polietileno

Para estimar el momento oportuno de la cosecha de cerezas es necesario conocer la variedad con la cual se está trabajando y las exigencias del mercado al cual se quiere destinar la fruta (INTA, 2008). Por otro lado, las cerezas corresponden a frutos no climatéricos, por lo que son altamente perecibles (Ocampo, 2004), es decir, la tasa de respiración y calidad del fruto, disminuyen continuamente durante su evolución en postcosecha, y es por esta razón que, al momento de ser cosechado, las cerezas deben presentar índice de madurez organoléptica y de consumo óptima (Grau, 2007).

Los estándares de calidad se interpretan principalmente con el color de la piel, calibre, firmeza, contenido de sólidos solubles, entre otros (Ocampo, 2004), los cuales varían según la variedad y la fecha de maduración del cultivar (Grandi *et al.*, 2017).

Por otra parte, el uso de plásticos aumenta la temperatura y la humedad relativa especialmente en la parte superior de la planta, afectando la calidad del fruto durante la cosecha en términos de firmeza, color y contenido de azúcares, los cuales varían dependiendo del tipo de cobertura plástica, combinación variedad-portainjerto, manejo de la cubierta y en especial, la ventilación del sistema para evitar un exceso de humedad (Ellena, 2012b). El aumento de temperatura puede ser ventajoso durante la etapa II y comienzo de la etapa III del desarrollo del fruto, no obstante, se debe evitar el calor excesivo cuando comienza la maduración de las cerezas para prevenir efectos negativos sobre la calidad de la fruta, como el ablandamiento prematuro de la pulpa (Lang, 2014).

Al respecto, Børve *et al.*, (2003) señalaron que la fruta cultivada bajo cobertura plástica en comparación con las cerezas de plantas no cubiertas, presentaron un menor contenido de sólidos solubles, menor madurez y color.

Por otra parte, Wallberg y Sagredo (2014) explican que debido a la reducción repentina de PAR en las plantas cuando se instalaron las cubiertas plásticas, se indujo un estrés por la baja intercepción de la luz que retrasó el color de la fruta. Sin embargo, aumentó el peso, tamaño y contenido de sólidos solubles totales en la fruta, pero la firmeza se vio disminuida.

4.8. Incidencia del microclima de las cubiertas plásticas en las cerezas

El uso de cubiertas plásticas en los cultivos controla las condiciones climáticas adversas (Holcman *et al.*, 2018), permitiendo mejorar el nivel de temperatura y humedad del cultivo. Esto puede disminuir el uso de agua de riego hasta en un 30% y la aplicación de fertilizantes en uva de mesa, debido a una menor evapotranspiración de las plantas tratadas bajo plástico, permite adelantar o retrasar el tiempo de maduración, concentrar y anticipar la etapa de producción y cosecha, otorgando fruta de mejor calidad y condición (Marfán y Sellés, 2016).

Estudios del uso de plásticos en viñedos, afirman que la calidad de la fruta es mejor al aumentar la transmisividad de la radiación solar, en conjunto con la temperatura, lo cual potencia la capacidad fotosintéticamente activa de las plantas al recibir una elevada transmisión en los rangos ultravioletas (SimFRUIT, 2016). Sin embargo, en el cultivo del cerezo, Garcés (2015) explica que los plásticos filtran mayor radiación que el cultivo sin cobertura, por lo tanto, la planta está constantemente en busca de luz, con una tasa fotosintéticamente más activa y más eficiente en términos de masa foliar, dando mayor importancia al crecimiento vegetativo, y no en el desarrollo de la fruta la cual se puede ver afectada en la maduración y calidad de las cerezas.

La acumulación de los grados días (GD) aumenta en un 10% bajo túneles plásticos abiertos en los lados y en los extremos de la hilera. La velocidad del viento se puede ver reducida de 5 a 20 km/hora (siendo mayor la disminución a mayor velocidad del viento), lo cual ayuda a disminuir la evapotranspiración y mantener las relaciones hídricas de las

plantas más consistentes (Lang, 2014). Este estudio también señala reducción de la luz directa de un 15% a un 25% aumentando, por el contrario, la luz difusa que facilita la distribución de la luz aportando a la uniformidad de las plantas.

La humedad relativa bajo cobertura plástica también se ve alterada, al crear un mejor ambiente bajo el dosel favoreciendo a la fotosíntesis neta de las plantas, al incrementarse la humedad relativa media y mínima diaria bajo cobertura plástica, en comparación a las no cubiertas (Flores, 2017).

Con respecto a la temperatura, Lang (2014) demuestra que el diferencial de temperatura en el interior de las cubiertas y sin ellas es de aproximadamente 10 a 15°C. Mientras que Grandi *et al.*, (2017) señalan que bajo la cubierta protectora la temperatura se mantuvo 3 - 4°C por debajo del control no cubierto durante la mañana, llegando a registrar hasta 5,7°C más que el control durante la tarde a las 17:00 pm. Pese a ello, el cambio de temperatura puede adelantar la cosecha de la fruta en dos semanas, según señala Bañados (2016) en el cultivo de arándanos para referirse a la sumatoria térmica que produce al cultivar bajo túnel de polietileno.

No obstante, los efectos de las coberturas pueden variar de una temporada a otra (Sotiropoulos *et al.*, 2014) debido a las condiciones climáticas de cada año.

5. Metodología

5.1. Obtención del material vegetal

Las muestras serán obtenidas de un huerto comercial plantado el 2009 ubicado en la comuna Sagrada Familia, provincia de Curicó perteneciente a la región del Maule, Chile. Se evaluarán dos variedades con diferente fecha de maduración y cosecha (Lapins y Santina). Ambas variedades están sobre el portainjerto Colt, con un marco de plantación de 4,5 x 3 m. El sistema de conducción de las plantas es en eje central, con un sistema de riego por goteo con dos líneas de riego a cada lado de las plantas. Las plantas a evaluar deben ser de tamaño, vigor y carga similar, además de encontrarse en buen estado fitosanitario. El estudio se realizará durante tres temporadas para lograr un análisis más representativo.

La investigación tendrá una distribución completamente al azar (DCA). Se escogerá una planta promedio dentro de las hileras a trabajar y las tres plantas ubicadas inmediatamente al lado de ésta. Se analizarán ambas variedades por separado con dos tratamientos: sin cobertura y con cobertura plástica. La unidad experimental constará de una hilera conformada por cuatro árboles (Figura 1), con una réplica biológica que estará conformada por 4 hileras y, cada hilera compuesta por cuatro plantas, con un total de 16 plantas por tratamiento y por variedad. Además, por cada muestra biológica se recolectarán, al azar y de distintas partes del árbol, cuatro clamshells de 500 g obteniendo en total 2 kg de muestra de frutos por tratamiento, teniendo como submuestra 100 frutos al azar para evaluar parámetros de calidad (color, calibre, firmeza, °Brix y acidez), transportando dichas muestras hasta el laboratorio en un cooler y, refrigeradas allí durante el tiempo que estime conveniente para su evaluación. Cabe destacar, que en cada hilera tratada con cobertura plástica de cada variedad se marcará un árbol por hilera (4 plantas en total por variedad) que estarán ubicados en distinto lugar en cada hilera (pintados en color verde en la Figura 2), para medir las condiciones microclimáticas (temperatura, humedad relativa, radiación medida en PAR conductancia estomática) y el comportamiento de la planta frente a este tratamiento, en cuanto a PAR y conductancia estomática.

Los rendimientos de cada variedad con respecto a los tratamientos serán medidos según el total de kilos cosechados a fin de la temporada, de las plantas tratadas.

Se cubrirán únicamente las filas del cultivo con una estructura de postes móviles, para abrir cuando sea necesario ventilar y cubrir cuando las condiciones climáticas sean adversas y complejas para el cultivo. El plástico transparente, termolaminado por ambas caras, totalmente permeable, tendrá un espesor de 3 mm y se encontrará a una altura de 4 m desde el suelo. Las plantas serán cubiertas en la primera semana de agosto, antes de la floración, hasta que finalice el período de cosecha, fecha según corresponda en cada variedad. Se comenzará con Santina en la cuarta semana de noviembre y luego a fines de noviembre se seguirá la cosecha con la variedad Lapins.

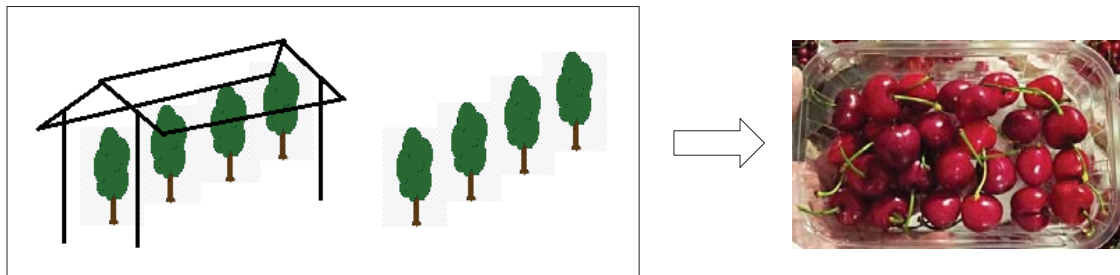


Figura 1. Diagrama de la unidad experimental del ensayo (réplica biológica) y clamshell de 500 g.

Lapins			
CC	SC	CC	SC
X	X	X	X
X	X	X	X
X	X	X	X
X	X	X	X
Santina			
CC	SC	CC	SC
X	X	X	X
X	X	X	X
X	X	X	X
X	X	X	X

Figura 2. Las X marcadas en verde corresponden a la ubicación de los sensores en ambas variedades.

Cuadro 1. Variables de calidad y microclimáticas a evaluar en la investigación

Condición	Variedad	Variables a medir	
Con cobertura	Lapins	Calidad	Microclima
Sin cobertura	Santina	Color	Temperatura
		Calibre	Humedad relativa
		Firmeza	PAR
		SSC	Conductancia estomática

5.2. Tratamientos

Se tendrán los siguientes tratamientos:

- T1 = Lapins, con cobertura y sin cobertura (control)
- T2 = Santina, con cobertura y sin cobertura (control)

Se compararán dos variedades, puesto que tienen diferentes fechas de maduración y cosecha, por ende, pueden tener distinto comportamiento en cuanto a su productividad y calidad de la fruta bajo las condiciones con y sin cobertura plástica de polietileno.

5.3. Evaluaciones

5.3.1. Condición microclimática

Se realizará un seguimiento de las condiciones microclimáticas del ambiente de crecimiento de cerezos con y sin cubierta plástica, para correlacionar con los datos de calidad y productividad a medir en cada variedad.

- Temperatura y humedad relativa: Se realizará un monitoreo y registro de la temperatura del aire y humedad relativa, durante toda la investigación para ver si existe algún incremento provocado por las cubiertas de plástico de polietileno, y a su vez correlacionar con los datos de productividad y calidad de las carezas. Se utilizarán sensores colgantes registradores de datos de temperatura y humedad relativa HOBO pro V2 temp/RH.

- Conductancia estomática: Se evaluarán cuatro plantas, dos de cada condición (con y sin cobertura plástica) usando un porómetro portátil LI-1600. Esta técnica mide la presión de vapor y el flujo de vapor sobre la superficie de la hoja.

- PAR: La radiación fotosintéticamente activa se medirá utilizando un medidor de luz quantum, el cual está calibrado para medir la luz solar dentro o sobre el follaje.

5.3.2. Evaluaciones de atributos de calidad

En cuanto a las mediciones de los atributos de calidad, éstas se evaluarán con mediciones objetivas, exceptuando el parámetro de color, que se utilizará una escala hedónica.

- Color y calibre: Se evaluarán usando la carta de color y calibre adjunta en la figura 3, el cual será el mayor índice de cosecha.



Figura 3. Carta de color y calibre para cosecha de las cerezas.

Fuente: Jessica Rodríguez, 2018.

- Firmeza: Se utilizará un durómetro digital no destructivo AGROSTA® 100Field, que dispone de un limitador de profundidad integrado que le asegura una alta precisión, mostrando instantáneamente el promedio del lote, la desviación standard y el coeficiente de variación. Permite grabar y almacenar el valor de las medidas y transferirlas posteriormente a un PC y mediante puerto USB (Agrosta, 2018).
- Sólidos solubles: La concentración de sólidos solubles será expresada en °Brix y medida con un refractómetro análogo manual.
- Acidez titulable: Será determinada mediante titulación con NaOH 0.1 N y será expresada en g de ácido málico/100 ml de solución.

5.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos serán analizados mediante un diseño completamente al azar (DCA). Se evaluará el efecto del uso de cobertura plástica sobre las variables de respuesta en calidad: rendimiento, color, calibre, firmeza y SSC en cada variedad y, de forma independiente, utilizando como unidad experimental una hilera conformada por 4 plantas,

con una réplica biológica de cuatro hileras compuestas también por cuatro plantas. Se utilizará una prueba T-Student con un nivel de confianza del 95%. Para el parámetro de color, éste se medirá a través de una escala hedónica, los datos serán analizados usando la prueba de Mann Whitney (no paramétrica).

Bibliografía

Aliaga, O. 2012. Cerezo. Revista Viveros s/n: 17 p.

Aliaga, O. 2017. Escenario actual y exigencias en la producción en la producción de cerezas de calidad. Disponible en http://fruittrade.cl/convencion/assets/oscar_aliaga.pdf. Leído el 20 de abril de 2018.

Aliaga, O. 2017. Cerezos: Escenario actual, desafíos y calidad de fruta. Boletín técnico pomáceas 17 (6): 1-13.

Ayala, M y Camilo, J. 2007. Partidura en cerezas: La alternativa del techado. Disponible en http://agronomia.uc.cl/component/com_sobipro/Itemid,232/pid,118/sid,742/. Leído el 20 de junio de 2018.

ASOEX. 2018. Campaña de cerezas chilenas llegó a más de 573 millones de consumidores chinos y logró acelerar el consumo en más de 20%. Disponible en <http://www.asoex.cl/component/content/article/25-noticias/465-campana-de-cerezas-chilenas-llego-a-mas-de-573-millones-de-consumidores-chinos-y-logro-acelerar-el-consumo-en-mas-de-20.html>. Leído el 4 de abril de 2018.

ASOEX: 2018. Exportaciones de cerezas chilenas marcan récord al superar las 150 mil toneladas. Disponible en <http://www.asoex.cl/component/content/article/25-noticias/422-exportaciones-de-cerezas-chilenas-marcan-record-al-superar-las-150-mil-toneladas.html>. Leído el 4 de abril de 2018.

Bañados, P. 2016. Arándanos bajo plástico o mallas: consideraciones y avances. Disponible en <http://www.inia.cl/fruticulturaprotegida/expositores/>. Leído el 10 de abril de 2018.

Børve, J., E. Skaar, L. Sekse, M. Meland, and E. Vangdal. 2003. Rain protective covering of sweet cherry trees – Effects of different covering methods on fruit quality and microclimate. Horticulture Technology. 13:143-148.

Cazanga, R. y C. Leiva. (eds.). 2012. Antecedentes técnicos y económicos para la producción de Cerezo en la Región del Maule. 43 p. CIREN, Santiago, Chile.

Deffilippi, B. 2016. Comportamiento de postcosecha de variedades de uva de mesa bajo cubiertas. INIA - Subsole, Santiago, Chile.

El Mercurio. 2017. Revista del Campo. Disponible en <http://impresa.elmercurio.com/Pages/NewsDetail.aspx?dt=30-10-2017%20:00:00&SupplementId=6&BodyID=0&Paginald=9>. Leído el 10 de abril de 2018.

Ellena, M. 2012a. Variedades. p. 165-183. In M. Ellena (eds.). Formación y Sistemas de Conducción del Cerezo Dulce. INIA- CORFO, Santiago, Chile.

Ellena, M. 2012b. Partidura y protección de la fruta. p. 185-194. In M. Ellena (eds.). Formación y Sistemas de Conducción del Cerezo Dulce. INIA- CORFO, Santiago, Chile.

FDF. 2010. Fichas técnicas variedades. Disponible en http://www.fdf.cl/biblioteca/publicaciones/2010/archivos/10_fichas_variedades_cerez.pdf. Leído el 26 de junio de 2018.

Feucht, W. 1967. La fisiología de la madera frutal. 64 p. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Flores, C. 2017. Uso del cobertor antipartidura sobre calidad y condición de la fruta y fisiología de cerezos (*Prunus avium* L.) cultivares Bing y Regina. 26 p. Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca, Talca, Chile.

Grandi, M., S. Lugli, L. Piccinini, R. Correale, G. Costa, C. Etiopi, and W. Monari. 2017. Effectiveness of new rain-protection systems on cracking, ripening date and fruit quality of sweet cherry cultivars. *Acta Horticulture*. 1161: 213-219.

Grau, P. 2007. Cultivo del cerezo en el secano interior de la región del Bio – Bio. 158 p. INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.

Holcman, E., P. Sentelhas, M. Fonseca, and H. Zarate. 2018. Vineyard microclimate and yield under different plastic covers. *International Journal of Biometeorology*. 62: 925-937.

INIA. 2016. Cubiertas plásticas: INIA y Subsole se anticipan en estrategias de adaptación al cambio climático. Disponible en <http://www.inia.cl/blog/2016/10/11/uva-de-mesa-de>

campo-abierto-a-cubierta-plastica-inia-y-subsole-se-anticipan-al-cambio-climatico/. Leído el 4 de abril de 2018.

INTA. 2008. Variedades de cerezas en el Alto Valle. Disponible en https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_variedades-de-cerezas.pdf. Leído el 26 de junio de 2018.

Joublan, J. y J. Claverie. 2004. Cultivares o variedades. p. 71-102. In J. Joublan, y J. Claverie (eds.). El Cerezo. Guía técnica. FIA- Universidad de Concepción, Chillán, Chile.

Lang, G., T. Valentino, H. Demirsoy, and L. Demirsoy. 2011. High tunnel sweet cherry studies: Innovative integration of precision canopies, precocious rootstocks, and environmental physiology. *Acta Horticulture*. 903: 717-723.

Lang, G. 2014. Growing sweet cherries under plastic covers and tunnels: Physiological aspects and practical considerations. *Acta Horticulture*. 1020: 303-309.

Lemus, G. y C. Negrón. 2005. El Cultivo del Cerezo. 255 p. INIA - La Platina. Santiago, Chile.

Marfán, G. 2016. Uso de cubiertas de polietileno en uva de mesa. Disponible en <https://es.slideshare.net/PauloCanales1/gabriel-marfn-msc-subsole-chile>. Leído el 4 de abril de 2018.

Meland, M., O. Frøynes, and C. Kaiser. 2017. High tunnel production systems improve yield and fruit size of sweet cherry. *Acta Horticulturae*. 1161: 117-124.

Ocampo, J. 2004. Cosecha y postcosecha para cerezas de exportación. p. 239-308. In J. Joublan, y J. Claverie (eds.). El Cerezo. Guía técnica. FIA- Universidad de Concepción, Chillán, Chile.

ODEPA. 2017. Boletín fruta fresca: diciembre 2017. Disponible en <http://www.odepa.gob.cl/contenidos-rubro/boletines-del-rubro/boletin-fruta-fresca-diciembre-de-2017> Leído el 27 de marzo del 2018.

Palacios, T. 2016. Aplicaciones foliares de calcio y silicio en cerezas (*Prunus avium L.*), para prevención de partidura producto de lluvia en precosecha. 40 p. Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile.

Red Agrícola. 2014. Revolución productiva en base a plásticos. RedAgrícola 65: 64-66

Ruisa, S., D. Feldmane, M. Skrivele, E. Rubauskis and E. Kaufmane. 2017. The effect of rain protective covering on sweet cherry fruit quality. Acta Horticulture. 1161: 143-147.

SimFruit. 2016. Cubiertas plásticas: una herramienta que crece en los campos chilenos. Disponible en <http://simfruit.cl/innovacion-y-tecnologia/2323-cubiertas-plasticas-una-herramienta-que-crece-en-los-campos-chilenos.html>. Leído el 20 de abril de 2018.

Sotiropoulos, T., A. Petridis, M. Koukourikou-Petridou, S. Kounouras, I. Therios, N. Koutinas and M. Pappa. 2014. Efficacy of using rain protective plastic films against cracking of four sweet cherries (*Prunus avium L.*) cultivars in Greece. International Journal of Agriculture Innovations and Research. 2: 1035-1040.

Subercaseaux, J. 2017. Consideraciones productivas y comerciales para enfrentar los nuevos escenarios del cerezo. AGR Planttrade - Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Thomidis, T. and E. Exadaktulou. 2013. Effects of a plastic rain shield on fruit cracking and cherry diseases in Greek orchards. Crop Protection. 52: 125-129.

Wallberg, B. and K. X. Sagredo. 2014. Vegetative and reproductive development of Lapins sweet cherry trees under rain protective covering. Acta Horticulture. 1058: 411-418.

7. Resultados esperados

Objetivos específicos	Resultados esperados
<p>Determinar el efecto del uso de coberturas plásticas de polietileno en las variedades Lapins y Santina sobre parámetros de productividad y fecha de cosecha.</p>	<p>El uso de coberturas plásticas generará un aumento del rendimiento en ambas variedades y su fecha de cosecha se adelantará debido a una mayor sumatoria térmica bajo el plástico de polietileno, lo cual se espera que genere diferencias en cuanto al tratamiento control (sin cobertura).</p>
<p>Evaluar las condiciones microclimáticas del ambiente de crecimiento de cerezos con y sin cobertura plástica.</p>	<p>Se espera que existan diferencias en las condiciones microclimáticas en los tratamientos con y sin cobertura plástica, y generar información sobre el efecto que tienen las coberturas plásticas en el ambiente de crecimiento del cerezo y en la calidad de los frutos.</p>
<p>Determinar el efecto del uso de coberturas de polietileno en los atributos de calidad color, calibre, sólidos solubles y firmeza en las variedades Lapins y Santina.</p>	<p>Generar conocimientos sobre cómo afecta el uso de coberturas plásticas en cerezos respecto a su calidad para el mercado de exportación, esperando que el contenido de sólidos solubles y color disminuyan, debido a la menor incidencia de luz bajo cobertura plástica. Se produzca un ablandamiento prematuro por el aumento de temperatura durante la maduración de la fruta. En cuanto al calibre respecta, se espera, que disminuya a medida que el despliegue de las coberturas sea más tardío.</p>

8. Organización

El proyecto necesitará de cuatro personas para su ejecución (Figura 4), siendo el ingeniero agrónomo el director encargado y responsable del proyecto. Además, se requiere la participación de un técnico agrícola, nivel medio, para colaborar al director y supervisar las diferentes actividades. Por último, se tendrán dos empleados esporádicos, requeridos para ayudar en actividades específicas y de alta demanda. Cabe destacar, que estos últimos podrían ser trabajadores del huerto donde se realizará la investigación.

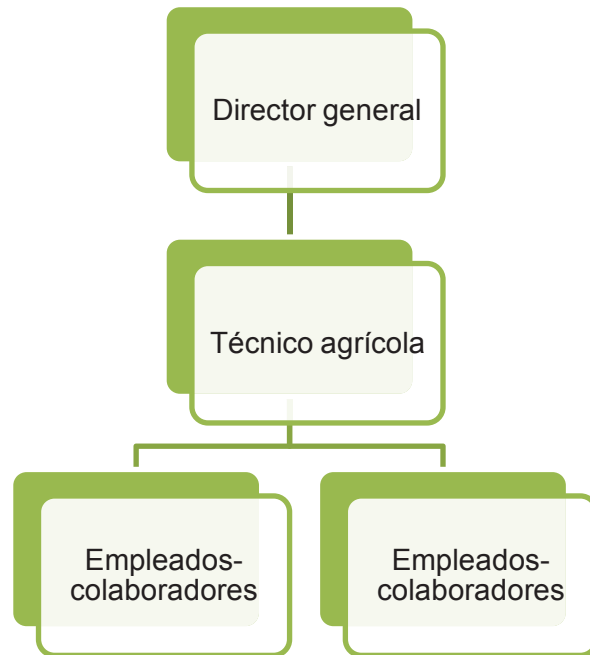


Figura 4. Organigrama del proyecto de investigación

Fuente: Elaboración propia, 2018

Cuadro 2. Cargos y funciones del personal

Formación/grado académico	Cargo en el proyecto	Funciones	Tiempo invertido (%)	Costo del personal (\$)
Ingeniero agrónomo	Director	- Gestión, dirección y ejecución de la investigación - Recolección y análisis de datos Compra de insumos	80%	700.000 (mensual)
Técnico agrícola nivel medio	Ayudante - supervisor	- Ayudante del director - Supervisor de labores - Recolección de datos	60%	300.000 (mensual)
Educación media completa	Empleado – colaborador	- Marcaje de plantas - Instalación de sensores - Cosecha	40%	250.000 por cada uno

Fuente: Elaboración propia, 2018.

9. Presupuesto

Cuadro 3. Presupuesto total por cuenta (MM\$)

Cuenta	Fondo concursable	Aporte PUCV		Total(MM\$)
		Pecuniario	No pecuniario	
Total Recursos Humanos	\$19,253	\$8,251	-	\$27,504
Total Gastos de Inversión	\$5,501	\$2,357	-	\$7,858
Total Gastos de Operación	\$1,293	\$0,289	\$0,265	\$1,846
Total Gastos de Administración	\$4,024		\$1,724	\$5,748
Total viáticos y movilización	\$2,226	\$0,954	-	\$3,18
Imprevistos (5%)	\$23,068			\$23,068
Porcentaje de Aporte (%)	70		30	100
Total (MM\$)	\$55,364	\$11,852	\$1,989	\$69,205

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuadro 4. Presupuesto total por año (MM\$)

Cuenta	Año 1	Año 2	Año 3	Total(MM\$)
Total Recursos Humanos				
<i>Pecuniario</i>	\$ 10,704	\$ 8,4	\$ 8,4	\$ 27,504
<i>No Pecuniario</i>				
Total Gastos de Inversión				
<i>Pecuniario</i>	\$ 7,858			\$ 7,858
<i>No Pecuniario</i>				
Total Gastos de Operación				
<i>Pecuniario</i>	\$ 0,527	\$ 0,527	\$ 0,527	\$ 1,582
<i>No Pecuniario</i>	\$ 0,088	\$ 0,088	\$ 0,088	\$ 0,264
Total Gastos de Administración				
<i>Pecuniario</i>				
<i>No Pecuniario</i>	\$ 1,916	\$1,916	\$1,916	\$ 5,748
Total viáticos y movilización				
<i>Pecuniario</i>	\$1,06	\$ 1,06	\$ 1,06	\$ 3,18
<i>No pecuniario</i>				
Total(MM\$)				
<i>Pecuniario</i>	\$ 20,149	\$9,987	\$ 9,987	\$ 40,123
<i>No Pecuniario</i>	\$2,004	\$2,004	\$ 2,004	\$ 6,012

Fuente: Elaboración propia, 2018.

