



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

**EFFECTO DE LAS CONDICIONES MICROAMBIENTALES
EN LA CALIDAD Y CONDICIÓN DE CEREZAS CV 'SANTINA'
(*Prunus avium* L.) CRECIENDO BAJO DOS TIPOS DE CUBIERTAS**

MEMORIA DE TÍTULO

JUAN IGNACIO ABURTO FLORES

TALCA, CHILE

2020

CONSTANCIA

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



Talca, 2020

APROBACIÓN:



Profesor guía:

Ing. Agr. Dr. José Antonio Yuri Salomón
Profesor Escuela de Agronomía
Centro de Pomáceas
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca



Profesor co-guía:

Ing. Agr. Dr. (c) Javier Sánchez Contreras
Unidad del cerezo
Centro de Pomáceas
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca

Fecha de presentación de la Defensa de Memoria: 04 de junio de 2020.

Agradecimientos

Quiero partir agradeciendo a Dios y la virgen María. A mis padres Blanca y Luis, mi hermano Luis Felipe, por su apoyo incondicional, por su esfuerzo y por su contención durante toda mi educación, que sin ellos tal vez no hubiese sido posible. Además, por los importantes valores que me han inculcado, valores como la responsabilidad y respeto.

Agradecer además a las personas del centro de pomáceas, que de alguna u otra forma me ayudaron durante el desarrollo de mi tesis, en especial a Brenda, Mauricio, Daniela, el profe Álvaro, Carolina y Miguel.

A mi profesor guía José Antonio Yuri por su colaboración, por transmitir sus conocimientos de fruticultura y por ser parte de mi formación profesional. A mi profesor co-guía Javier Sánchez, por su apoyo, consejos y paciencia durante la elaboración de mi tesis, además de su buena disposición a ayudar.

También agradecer a mis buenos amigos que forme durante mi vida universitaria, quienes de alguna u otra forma me alegraron, acompañaron y marcaron mi camino, a Francisca, Mauricio, Ignacio, Daniela y Cristina.

RESUMEN

Chile es el principal productor de cerezas del hemisferio sur, siendo el mercado asiático el principal destino de la producción nacional. En consecuencia, producir fruta de calidad y en determinados periodos, se ha convertido en uno de los principales desafíos para los productores chilenos. Por lo mismo, se ha hecho necesario proteger la fruta de ciertas condiciones climáticas como la lluvia, que pudieran arriesgar la producción. Lo que ha impulsado el incremento en el uso de cubiertas plásticas convencionales en el país. Al mismo tiempo, se han comenzado a implementar nuevas medidas de protección correspondiente a macrotúneles, los cuales además de proteger la fruta buscan adelantar los periodos fenológicos, con el fin de obtener una cosecha diferenciada.

El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de las cubiertas protectoras en la calidad de la fruta. El ensayo se llevó a cabo en la temporada 2018–19 en el huerto comercial Santa Carmen, ubicado en la localidad de Sagrada Familia, Región del Maule, Chile ($35^{\circ}01'41.7^{\circ}\text{S}$ $71^{\circ}26'50.6^{\circ}\text{W}$). La variedad en estudio fue 'Santina', sobre el patrón 'Colt', plantados en el año 2012 y conducidos por el sistema *Kym Green Bush* (KGB). Se evaluaron parámetros de calidad en la fruta como peso, calibre, color, firmeza, sólidos solubles (SS), acidez titulable (AT) y la relación SS/AT, durante cosecha, tras 30 d de almacenamiento y luego de 2 d de exposición a temperatura ambiente (vida de anaquel). Además, se realizó un análisis mineralógico de fruto y se evaluó la presencia de desórdenes fisiológicos.

Se determinaron 3 tratamientos: I) sin cubierta (control); II) con cubierta convencional (a dos aguas) y; III) con macrotúnel. Producto de un problema de polinización bajo el macrotúnel el rendimiento fue bajo, por ello, los principales resultados de este estudio involucran solo a los dos primeros tratamientos. Entre los resultados, la cubierta convencional afectó la firmeza, presentó una influencia positiva en la relación SS/ AT después del almacenamiento y en anaquel y, finalmente, no mostró influencias importantes en la composición nutricional de la fruta, todo lo anterior en relación con la fruta descubierta (control).

Palabras claves: calidad de la fruta, cubierta convencional, macrotúnel, cosecha, 'Santina', poscosecha

ABTRACTS

Chile is the main producer of cherries in the southern hemisphere, with the Asian market being the main destination for domestic production. Consequently, producing quality fruit in certain periods has become one of the main challenges for Chilean producers. For the same reason, it has become necessary to protect the fruit from certain climatic conditions such as rain, which could jeopardize production. This has led to an increase in the use of conventional plastic covers in the country. At the same time, new protection measures have been implemented, corresponding to macrotunnels, which in addition to protecting the fruits seek to bring the phenological periods forward, in order to obtain a differentiated harvest.

The aim of this study was to assess the impact of protective covers on fruit quality. The test was carried out the 2018–19 season, in the commercial orchard Santa Carmen, located in Sagrada Familia, Maule Region, Chile (35°01'41.7°S 71°26'50.6°W). The variety under study was 'Santina' grafted in 'Colt'; established in 2012 by the Kym Green Bush (KGB) system. Fruit quality parameters such as weight, size, colour, firmness, soluble solids (SS), titratable acidity (AT) and the relation SS/AT. Parameters were evaluated during harvest, after 30 d of storage and after 2 d of exposure to ambient temperature (shelf life). In addition, a mineralogical analysis of the fruit was performed and the presence of physiological disorders was evaluated.

Three treatments were determined: I) without cover (control); II) with conventional cover (two waters) and III) with macrotunnel. Due to a problem of pollination under the macrotunnel the performance was low, therefore, the main results of this study, involve only the first two treatments. Among the results, the conventional cover affected firmness, presented a positive influence on the SS/AT relationship after storage and on shelf and, finally, showed no important influences on the nutritional composition of the fruit, all of the above in relation to uncovered fruit (control).

Keywords: fruit quality, conventional cover, macrotunnel, harvest, 'Santina', post harvest.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Hipótesis	3
1.2	Objetivo general	3
1.3	Objetivos específicos	3
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1	Características del árbol.....	4
2.2	Beneficios del consumo de cerezas	4
2.3	Superficie, producción y exportación de cerezas en Chile.....	5
2.4	Descripción de la variedad y portainjerto del estudio	6
2.5	Descripción y efecto de la partidura.....	7
2.6	Principales causas de deterioro en la fruta	8
2.7	Cubiertas protectoras	9
2.7.1	Cubiertas a dos aguas	10
2.7.2	Macrotúneles.....	10
2.8	Parámetros de calidad	11
2.8.1	Valores referenciales de parámetros de calidad a cosecha	12
3	MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1	Material vegetal y antecedente del huerto	15
3.2	Características edafoclimáticas	15
3.3	Muestreo y diseño experimental.....	16
3.4	Características fisicoquímicas: mediciones de calidad:	18
3.4.1	Masa	18
3.4.2	Color y calibre	18
3.4.3	Firmeza	18
3.4.4	Sólidos solubles	18
3.4.5	Acidez titulable	19
3.4.6	Relación sólidos solubles / acidez titulable	19
3.5	Mediciones adicionales	19
3.5.1	Análisis de fruto.....	19
3.5.2	Alteraciones y desórdenes fisiológicos	19
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4.1	Análisis de cosecha, poscosecha y anaquel.....	20
4.1.1	Análisis a cosecha comercial.....	20
4.1.2	Análisis a poscosecha	24
4.1.3	Análisis tras 2 d de anaquel	26

4.2	Análisis adicionales	27
4.2.1	Análisis de fruto.....	27
4.2.2	Alteraciones y desórdenes detectados luego del almacenamiento	28
5	CONCLUSIONES.....	30
6	BIBLIOGRAFIA	31
7	Anexos.....	36

ÍNDICE DE CUADROS, GRÁFICOS Y FIGURAS

Cuadro 2.3.a.	Superficie plantada de cerezos por Región y a nivel nacional desde 2017 a 2019.	5
Cuadro 2.3.b.	Principales destinos de las cerezas chilenas exportadas desde el periodo 2013 a 2018, además del precio (USD FOB) recibido.	6
Cuadro 2.8.1.a.	Equivalencia de los calibres en cerezas.	13
Cuadro 2.8.1.b.	Niveles adecuados en cerezas para alcanzar una larga poscosecha según análisis de fruto (mg/100 g de fruto fresco).	13
Cuadro 3.1.	Características de las cubiertas plásticas.	15
Cuadro 3.3.a.	Cosechas por tratamientos	17
Cuadro 3.3.b.	Tipo de análisis y método de separación de media realizado a cada parámetro de calidad.	18
Cuadro 4.1.1.	Análisis de varianza para los parámetros de calidad del cv. 'Santina' evaluado a cosecha.	21
Gráficos 4.1.1.1.	Evolución de los parámetros de calidad del cv. 'Santina', correspondientes a: Calibre (A); Peso (B); Color (C); Sólidos solubles (D); Firmeza Durofel (E) y Firmeza FirmTech (F).	23
Cuadro 4.1.2.	Análisis de varianza para los parámetros de calidad del cv. 'Santina' evaluados en poscosecha.	25
Cuadro 4.1.3.	Análisis de varianza para los parámetros de calidad del cv. 'Santina' evaluados en poscosecha más 2 d a temperatura ambiente.	26
Cuadro 4.2.1.	Análisis de concentración mineralógica de fruto (mg/100 g PF) evaluados en el momento de cosecha correspondiente a cada tratamiento.	27
Cuadro 4.2.2.	Desórdenes y alteraciones encontrados en frutos del cv. 'Santina' evaluados a salida del almacenamiento.	28
Cuadro 7.	Fecha de Plena flor (PF), cosecha y acumulación de GDA	36
Figura 1.	Tratamientos: Control, Cubierta a dos aguas y Macrotúnel.	36
Figura 2.	Apertura de los costados del macrotúnel (izquierda) y apertura de la Cubierta a dos aguas (derecha).	36
Figura 3.	Tabla utilizada para la medición del color y calibre	37
Figura 4.	Escala de color y calibre: 1-5	37
Figura 5.	Tabla para alteraciones y desordenes fisiológicos en la fruta	37

1 INTRODUCCIÓN

La producción nacional de cerezo (*Prunus avium* L.) se ha incrementado en los últimos años, pasando de 25.100 hectáreas (ha) plantadas en 2017 a 38.400 ha en 2019, debido, principalmente al elevado retorno económico presentado por el frutal (Odepa, 2018; Odepa, 2019). Los niveles de exportación de cerezas chilenas son superiores al 80% de la fruta producida, cuyo principal destino es el mercado asiático, donde se alcanzan los mayores precios de venta de las cerezas (ProChile, 2017).

China es el mayor importador y existe una fecha en particular en donde aumenta la demanda de cerezas, debido al valor simbólico que representa para sus consumidores, periodo correspondiente al Año Nuevo Chino, cuya festividad cambia de acuerdo con el calendario lunar, desplazándose entre los meses de enero y febrero. Entorno a su valor simbólico, se asocia el color rojo de la fruta con la prosperidad y fortuna, por otra parte, su forma redondeada se asemeja con la perfección (ProChile, 2017).

Chile se ha logrado posicionar como el principal productor y exportador de fruta fresca del hemisferio sur y como uno de los líderes mundiales en la exportación de frutas, tales como las cerezas, ciruelas, uvas y arándanos, entre otros (ProChile, 2019). Así lo demuestra, al analizar la producción de cerezas en hemisferio sur durante la temporada 2017/2018 en donde; Chile produjo el 95,7% (185.220 t), Australia el 1,8% (3.420 t), Argentina el 1,6% (3.086 t), Nueva Zelanda el 0,7% (1.347 t) y Sudáfrica el 0,2 % (441 t) (Alcaino, 2018).

Por otro lado, dentro de la producción de cerezas, existen algunos eventos climáticos que pueden afectar y/o variar el rendimiento de la temporada y por lo mismo la economía del productor. La lluvia forma parte de estos eventos, la cual ocurrida en un periodo en donde la fruta se encuentra madurando provoca partiduras (*cracking*) en las frutas. (Balbontín *et al.*, 2013; Simon, 2006). Según Yuri *et al.*, (2010), el contacto del agua con la piel de la fruta por un periodo de tiempo superior a 2 horas es suficiente para que se manifieste este desorden fisiológico, alcanzando un máximo de daño a las 6 h desde su contacto. Conviene resaltar que las cerezas son frutos considerados muy susceptibles a este daño y que, una vez ocurrida la partidura, se reduce inmediatamente la calidad de la fruta (Simon, 2006).

De acuerdo, con las condiciones climáticas chilenas existe una alta probabilidad de ocurrencia de precipitaciones en periodos de maduración de las cerezas, especialmente en aquellas variedades de maduración tempranas como es el caso de 'Burlat', 'Brooks', 'Glend Red', 'Royal Dawn' y 'Santina', cuya madurez se concentra en noviembre (Aliaga; 2017; Labra *et al.*, 2005), surgiendo la necesidad de proteger la fruta para evitar pérdidas económicas. Según Lang (2014), la mejor alternativa para evitar la incidencia de partidura (*cracking*) es preferir lugares con baja incidencia pluviométrica durante el periodo crítico y de no ser así, utilizar cubiertas plásticas impermeables para proteger la fruta.

Por lo mismo, a nivel nacional la superficie techada con cubiertas plásticas convencionales (estructura a dos aguas), se estima que abarca alrededor del 10-15% de la superficie plantada de cerezos (Yuri *et al.*, 2019). Otra alternativa de cubierta corresponde a los macrotúneles, los cuales, al mismo tiempo de proteger la fruta, buscan adelantar la fenología del cultivo. Según Blanke (2008), se podría aumentar la floración de 6 a 13 d y la cosecha de 12 a 19 d bajo estas estructuras, en comparación a las plantas desarrolladas al aire libre. Otras opciones, corresponden a aplicaciones foliares a base de: calcio (p.ej.: cloruro de calcio (CaCl_2), hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) y nitrato de calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$); silicatos y biorreguladores vegetales (ácido giberélico (GA_3)), como medidas preventivas antes de una lluvia (Aburto, 2012; Simon, 2006; Ellena, 2005). También se recurren a medidas paliativas tras las precipitaciones para generar un secado rápido, con aire utilizando aparejos como nebulizadoras e incluso helicópteros (Joublan, 2004).

Por esta razón, surge la necesidad de evaluar el efecto que las cubiertas plásticas convencionales y del sistema más reciente, el macrotúnel, en el desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta.

En este estudio se evaluaron los efectos de las cubiertas protectoras sobre la calidad de las cerezas, I) al momento de su cosecha comercial; II) luego de 30 d de almacenamiento en frío y; III) luego de 2 d de vida de anaquel.

La hipótesis y los objetivos del presente estudios son:

1.1 Hipótesis

Bajo cubiertas plásticas –techos y macrotúneles– las condiciones microambientales alterarían negativamente la calidad de las cerezas y reducirían su vida en poscosecha.

1.2 Objetivo general

Evaluar el efecto de las cubiertas plásticas sobre los parámetros de calidad de las cerezas a cosecha y en poscosecha.

1.3 Objetivos específicos

- I. Valorar la influencia de las cubiertas protectoras sobre el crecimiento de la fruta.
- II. Evaluar el efecto de las cubiertas sobre parámetros de madurez de la fruta: I) firmeza; II) color; III) sólidos solubles (SS); IV) acidez titulable (AT) y; V) la relación SS/AT.
- III. Examinar si existe efecto de las cubiertas sobre la calidad y condición durante poscosecha.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características del árbol

El cerezo es una planta originaria de Europa, Asia menor y Norte de África, es un árbol caducifolio, perteneciente a la familia de las rosáceas (Labra *et al.*, 2015; Cazanga y Leiva, 2012). Presenta dominancia en el crecimiento de su yema apical (por sobre las laterales), dicho de otro modo, presenta una marcada acrotonia que le permite alcanzar una gran altura de forma natural (hasta 25 m), considerado por lo general como un árbol de crecimiento vigoroso (Labra *et al.*, 2015; Ellena, 2005). Su periodo de crecimiento vegetativo en Chile comienza con la floración entre los meses de septiembre-octubre dependiendo de la zona y variedad (Cazanga y Leiva, 2012), terminando con la caída de hojas entre abril y mayo. El periodo de inducción floral se sitúa en el mes de diciembre, seguido por el comienzo de la diferenciación floral en el mes siguiente (Ellena, 2005). Por último, la fructificación ocurre en centros frutales denominados dardos y en la base de ramillas del crecimiento anual (Ellena, 2005), siendo las cerezas consideradas como frutos no climatéricos (Candan, 2006).

Además, el cerezo es un árbol de polinización entomófila, lo que quiere decir que necesita de la ayuda de un insecto para que transporte el polen de una flor al pistilo de otra (Donoso *et al.*, 2011). Siendo las abejas (*Apis mellifera*) consideradas como el principal agente polinizador (Estay, 2012). Las cuales, son muy dependientes de la temperatura para trabajar, laborando mejor con rangos entre los 15 y 26 °C, anulándose su actividad polinizadora con temperaturas inferiores a 10-12 °C (Donoso *et al.*, 2011). Se recomienda para alcanzar una buena polinización establecer entre 10-12 colmenas por ha (Ellena, 2012).

2.2 Beneficios del consumo de cerezas

El consumo de cerezas tiene importantes beneficios para la salud, ya que cuentan con una gran gama de compuestos fenólicos (p.ej. flavonoides, polifenoles, entre otros) que son altamente reductores de los radicales libres (sustancias capaces de oxidar células), producidos durante la respiración (Prvulović *et al.*, 2011a; Prvulović *et al.*, 2011b), logrando así las cerezas prevenir futuras enfermedades carcinógenas (o cancerígenas), disminuir el colesterol total y las lipoproteínas de baja densidad (LDL), entre otras (Martínez-Navarrete *et al.*, 2008).

2.3 Superficie, producción y exportación de cerezas en Chile

La superficie plantada de *Prunus avium* L. para el año 2019, es de 38.400 hectáreas (ha), siendo la Región del Maule quien predomina en superficie, alcanzando 17.700 ha, seguida por la Región de O'Higgins con 13.700 ha. Las otras regiones presentan una superficie bastante inferior, tal como se describe en el **Cuadro 2.3.a**. Destacando dentro de las variedades más plantadas a nivel nacional: 'Lapins', 'Santina', 'Bing', 'Regina' y 'Sweet Heart'. Adicionalmente, al centrarse en los rendimientos encontrados en la Región del Maule, destaca con un mayor rendimiento 'Lapins' con 10,9 t/ha, seguida por la variedad 'Santina' con 10 t/ha.

Es relevante destacar que sobre el 80% de la producción nacional es destinada a la exportación, siendo repartido el porcentaje restante, entre la agroindustria y mercado interno (ODEPA, 2019). La principal razón de la tendencia al aumento en la superficie del cerezo en la mayoría de las regiones (**Cuadro 2.3.a**), es producto a la rentabilidad del cultivo.

Cuadro 2.3.a. Superficie plantada de cerezos por Región y a nivel nacional desde 2017 a 2019.

Región	Superficie 2017 (ha)	Superficie 2018 (ha)	Superficie 2019 (ha)	Variación (%)
Coquimbo	25	70	70	184
Valparaíso	212	212	212	0
Metropolitana	2.456	2.456	2.456	0
O'Higgins	8.675	13.699	13.699	58
Maule	11.130	11.130	17.656	59
Ñuble	-	-	1.600	
Concepción	1.616	1.616	539	-67
Araucanía	725	725	1.170	61
Ríos	21	21	232	1.034
Lagos	44	44	523	1.089
Aysén	207	207	235	14
Total	25.109	30.179	38.392	53

Observaciones: el porcentaje de variación fue calculado de la temporada 2017 a 2019, el valor negativo en la variación de la Región de concepción corresponde a la división de la Región del Biobío que paso a formar la Región de Ñuble y Concepción.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ODEPA (2019).

China es el principal importador de la cereza chilena, cubriendo el 85% de la fruta exportada en la temporada 2017/2018. Además, se observa una tendencia a aumentar su demanda según se interpreta en el porcentaje de variación del **cuadro 2.3.b.**, en las 2 últimas temporadas. Otros

mercados relevantes desde el punto de vista del aumento en la demanda son Ecuador y Corea del Sur, con un incremento del 143% y 95%, respectivamente.

Cuadro 2.3.b. Principales destinos de las cerezas chilenas exportadas desde el periodo 2013 a 2018, además del precio (USD FOB) recibido.

	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	% Variación
China	40.982.084	77.045.544	67.860.466	74.823.070	156.314.376	109
Estados Unidos	8.818.823	9.058.449	5.761.438	6.315.658	7.569.966	20
Hong Kong	4.000.615	4.378.770	2.006.517	3.079.902	2.964.519	-4
Taiwán	3.605.356	2.603.995	1.692.982	2.230.031	3.369.618	51
Brasil	2.562.839	2.790.529	1.852.250	2.299.270	3.194.268	39
Corea del Sur	34.240	23.800	24.750	1.365.487	2.656.510	95
Ecuador	872.811	1.413.394	529.725	835.724	2.028.073	143
Reino Unido	1.789.877	1.980.977	1.326.344	1.286.108	1.858.925	45
Tailandia	290.715	332.757	332.887	633.436	848.283	34
Holanda	1.136.298	1.443.318	492.701	393.270	509.323	30
España	720.640	305.233	269.938	404.563	458.157	13
Otros	1.849.767	1.849.615	1.384.330	1.722.142	2.679.354	56
Total Kg	66.664.065	103.226.381	83.534.328	95.388.661	184.451.372	93
Total USD FOB	513.408.170	603.587.758	634.454.642	447.654.883	803.782.535	80
USD FOB/kg	7,7	5,8	7,6	4,7	4,4	-7

Observaciones: El porcentaje de variación fue calculado de acuerdo con la temporada 2016/2017 y 2017/2018.
Fuente: Adaptado de portal frutícola (2018).

2.4 Descripción de la variedad y portainjerto del estudio

La variedad en estudio corresponde a 'Santina', la cual es originaria de Summerland (Canadá). Es un híbrido del cruzamiento de 'Stella' x 'Summit'. Presenta un crecimiento vigoroso, expansivo y alta productividad. Considerada como una variedad de producción temprana, produce fruta firme de tamaño mediano a grande de piel atractiva y brillante, de color rojo. La fruta posee una forma oval y con un pedicelo de tamaño medio a largo. Es una variedad moderadamente dulce considerando que es una cereza de maduración temprana (Quero-García *et al.*, 2017; Lemus, 2005).

El portainjerto en estudio es 'Colt', híbrido del cruzamiento de '*P. avium*' con '*P. pseudocerasus*', obtenido en East Malling, Inglaterra. Se caracteriza por inducir vigor (70% a 80%), posee un sistema radical denso, con buen anclaje y raíces superficiales. Se adapta muy

bien a suelos francos con buena profundidad y drenaje, aunque tolera suelos pesados, brindándole resistencia a la asfixia radicular. Posee buena compatibilidad con la mayoría de las variedades tanto acidas como dulces, entregando buena productividad y una temprana entrada en producción, produciendo frutas de buen calibre. Presenta una alta sensibilidad a la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* y es resistente a *Phytophthora cactorum*. Además, presenta una reducida producción de sierpes (Quero-García *et al.*, 2017; Lemus, 2005).

2.5 Descripción y efecto de la partidura

Una de las mayores preocupaciones para los productores de cerezas durante precosecha corresponde a la partidura (*cracking*), ya que involucra la productividad y rentabilidad del negocio. Se estima que en ocasiones el *cracking* puede provocar pérdidas cercanas al 90% de la fruta producida durante la temporada (Rehman *et al.*, 2015).

Por otro lado, se ha determinado que hay diferentes tipos de partiduras de acuerdo a la posición de la fruta involucrada, se han establecido tres tipos: a) grietas circulares o semicirculares en el extremo del pedúnculo (por lo general, se acumula el agua en esta zona); b) grietas en el extremo distal de la fruta (en él ápice) y; c) fisuras largas e irregulares, más profundas en la parte lateral de la cereza, siendo esta última la más perjudicial (Webster y Looney, 2004).

Los frutos dañados pierden de manera inmediata su calidad, perdiendo posibilidades de exportación, en muchas ocasiones estas cerezas son destinadas para el mercado interno o la agroindustria (Balbontín *et al.*, 2013). Aunque no existe con certeza, cuáles son las causas principales de la partidura, se cree que son dos las más influyentes: a) corresponde al agua libre depositada sobre la epidermis de la fruta producto de las lluvias y por un tiempo de contacto superior a 2 h (Lang, 2016; Yuri *et al.*, 2010) y; b) producto de una rápida absorción radical de agua, tras una lluvia, siendo transportada por el sistema vascular hasta la fruta (Lang, 2016).

Por lo mismo se estudian los diversos factores que podrían influir y/o participar en la aparición de las grietas, de acuerdo con lo expuesto por Simon (2006), Ellena (2012) y Balbontín *et al.* (2013), se encuentran:

a) Características de la fruta:

- Tamaño
- Firmeza y consistencia de la pulpa
- Aspectos fisiológicos y físicos de la cutícula
- Potencial osmótico y tasa de absorción de agua
- Nivel de madurez y dinámica de crecimiento

b) Factores ambientales:

- Condiciones del suelo y clima

2.6 Principales causas de deterioro en la fruta

La depresión superficial (*pitting*) es una de las principales causas de detrimento de la fruta durante poscosecha (Candan, 2006), manifestándose como zonas hundidas en la parte afectada de la fruta, cuyo tamaño y forma son irregulares (Valenzuela, 2012). Generado producto de impactos, junto con una inadecuada manipulación de la fruta desde su cosecha hasta el embalaje (Valenzuela, 2012; Candan, 2006). Otro aspecto influyente es la temperatura de la fruta, en especial durante el embalaje, aumentando la sensibilidad con temperaturas inferiores a 10 °C (Candan, 2006). Por lo general, la aparición de esta depresión superficial es lenta, cuando la fruta está expuesta a bajas temperaturas, tardando un par de semanas en manifestarse (Valenzuela, 2012).

También se encuentran los golpes (machucones), que se perciben como zonas pardeadas y blandas, generalmente a la altura de los hombros y en muchos casos se asocia a cerezas con una mayor madurez (Valenzuela, 2012).

Otro desorden, corresponde a la piel de lagarto, manifestándose como una rugosidad sobre la piel (Escalona *et al.* 2019), influyendo directamente en el aspecto visual de la fruta (Valenzuela, 2012). En este caso la variedad en estudio es sensible a este daño, en especial al ser cosechada con sobremadurez (Agronomía y Forestal UC, 2015; Zoffoli, 2013). Otro daño corresponde a la partitura, explicada en el punto anterior (2.5).

En paralelo, el pedicelo de acuerdo con la literatura consultada debe ser de color verde, turgente, sin pardeamientos y decoloraciones, ya que una fruta con un pedicelo con estas

condiciones es sinónimo de fruta fresca y de alta calidad (Kafkaletou *et al.*, 2015; Alonso y Alique, 2006). Debido a que esta estructura es un tejido verde, se deshidrata muy rápido al estar expuesto a condiciones poco controladas (temperatura y humedad), pudiendo tornarse de color oscuro (pardo) y con un aspecto seco (Candan, 2006). Es más, Linke *et al.* (2010), resalta que los cambios en las propiedades del pedicelo son representativos de pérdidas de frescura en cerezas dulces.

Por otro lado, se encuentra la contaminación biológica, que es causado por organismos (principalmente hongos) capaces de inocular a los frutos, generando una pudrición parcial o completa, cuya infestación se puede producir en cualquier eslabón de la cadena productiva de la fruta. Dentro de las principales alteraciones de poscosecha causadas por patógenos que afectan a las cerezas se encuentran: *Monilia* sp., *Botrytis cinerea*, *Penicillium* sp., *Alternaria* sp. y *Rhizopus stolonifer* (Candan, 2006; Ellena, 2006). Siendo necesario para reducir la incidencia de estas enfermedades durante el almacenamiento de las cerezas, realizar un lavado con agua clorada y aplicar fungicidas preventivos en el proceso de *packing* (Candan, 2006), tal como fue sometida la fruta del presente estudio antes de su almacenamiento.

2.7 Cubiertas protectoras

La producción de cerezas se ve amenazada en muchos lugares por factores climáticos adversos, especialmente por la ocurrencia de lluvias en el periodo de crecimiento y maduración del fruto, que puede causar su agrietamiento. Es por ello, que la mejor opción para evitar la partidura de las cerezas corresponde a la utilización de cubiertas plásticas (Lang, 2014), a pesar de que existan otras alternativas. Dentro de estas cubiertas plásticas protectoras se encuentran: las cubiertas convencionales a dos aguas y los macrotúneles, siendo ambos sistemas muy eficientes protegiendo a la fruta de partiduras (Lang, 2016; Lang, 2014), logrando con ello aumentar la fruta comercializable (Børve *et al.*, 2003), además estos sistemas protectores entregan una ligera defensa contra heladas primaverales (Lang, 2014).

Además, estas cubiertas pueden tener otros beneficios y/o efectos. Como se describen a continuación:

2.7.1 Cubiertas a dos aguas

Tal como se mencionó anteriormente, la superficie techada a nivel nacional ha aumentado, abarcando entre 10–15% (Yuri *et al.*, 2019). Según Abud *et al.* (2018), las cubiertas más utilizadas corresponden a los tejidos fabricados con polietileno de alta densidad (rafia).

Por otro lado, las cubiertas aportan características interesantes en la calidad de la fruta, ya que, según Abud *et al.* (2018), encontró que los calibres superiores se incrementaron (XXJ: > 30 mm), por otro lado, Sánchez (2019), detectó que las cubiertas aumentaron el peso de la fruta. Además, de acuerdo con estudios realizados por Kafkaletou *et al.* en 2015, determinó que este tipo de cubiertas no tendrían un efecto negativo en rendimiento de las frutas ni tampoco en sus parámetros de calidad. Además, este tipo de cubierta brinda un ligero adelanto en los periodos fenológicos, ya que, de acuerdo con evaluaciones realizadas dentro de este macro estudio, produjo un adelanto de 5 d en el estado de plena flor (PF) y 4 d en la cosecha, respecto al tratamiento control (**Cuadro 7** del Anexo) .

Además, estudios realizados en Noruega postulan que gracias a las cubiertas se reduce la carga de fungicidas a aplicar, al bajar la incidencia de hongos de la fruta como *Monilinia laxa*, *Botrytis cinerea*, *Mucor piriformis* y *Colletotrichum gloeosporioides* (Børve y Stensvand, 2003). Dentro del costo que figura la implementación de estas cubiertas por hectárea, corresponde alrededor de USD 22.000 (Sánchez, 2019; Lang, 2016).

2.7.2 Macrotúneles

Dentro de los beneficios de la implementación de los macrotúneles se encuentra un aumento de la acumulación de grados días, cercano al 10%, además, en primavera, se produce un diferencial de temperatura entre el interior y exterior de la estructura, de entre 10 a 15 °C (Lang, 2014), favoreciendo los estados iniciales de desarrollo de la planta, permitiendo una cosecha adelantada (Lang, 2016). Hay que tener en cuenta que, si bien la temperatura aumenta al interior de la estructura, esta también se disipa rápidamente durante la noche (Lang, 2013). Por otro lado, es importante mantener una adecuada ventilación del sistema en el periodo de maduración de la fruta, ya que el exceso de calor al interior puede generar ablandamiento en los frutos (Lang, 2013). Por otra parte, esta estructura confiere un importante adelanto en los periodos fenológicos,

ya que, de acuerdo con mediciones realizadas en este macro estudio, fue capaz de adelantar por: 7 d el estado de PF y 12 d la cosecha, respecto al tratamiento control (**Cuadro 7** del Anexo).

En cuanto a la fruta, se han registrado tamaños de frutos iguales o superiores a los provenientes del aire libre (Lang, 2014). Además, Blanke (2008), indica que los macrotúneles no tienen efecto en la coloración de las cerezas, pero pueden aumentar el contenido de sólidos solubles, al igual que la relación SS/AT.

Dentro de las desventajas, resaltan problemas de polinización y cuaja al utilizar abejas (*Apis mellifera*), ya que el plástico afecta al espectro ultravioleta (UV), por el cual las abejas se orientan mediante los criptocromos (Sánchez, 2019), dificultándose su acción como agentes polinizadores y generando una enorme disminución en los rendimientos de fruta producida, lo cual se mejora y soluciona utilizando abejorros (*Bombus* sp.) quienes no sufren dicho problema (Lang, 2014; Lang, 2013). Por otro lado, según Lang (2013), la transmisión de la luz directa al interior del macrotúnel se puede reducir entre un 15 a 25%, dependiendo del tipo de plástico y su antigüedad, con esta reducción se ve afectada: la fotosíntesis; la actividad de polinizadores y otros insectos (plagas y benéficos); el desarrollo arquitectónico de la planta; producción de antocianinas en la piel de los frutos y compuestos bioactivos (antioxidantes) (Lang, 2014).

En cuanto a las plagas y enfermedades, de acuerdo con Lang (2014), se reduce en parte la incidencia y diseminación del cáncer bacterial (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall), al evitar la diseminación de este con las lluvias a comienzo de primavera. Dentro de las plagas que aumentan en el interior del macrotúnel se encuentran: oídio (*Podosphaera clandestina*), arañita de dos manchas (*Tetranychus urticae*), arañita roja europea (*Panonychus ulmi*), escama de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*) y pulgón (*Myzus cerasi*) (Lang, 2014; Lang, 2009). Por último, Establecer una hectárea con macrotúnel presenta un valor cercano a los USD 70.000–80.000 (Sánchez, 2019; Lang, 2013).

2.8 Parámetros de calidad

A medida que la fruta avanza en su estado de madurez, va adquiriendo color, a la vez comienza el aumento sostenido de su contenido de sólidos solubles, peso y tamaño, de forma contraria, la acidez disminuye y en menor grado lo hace la firmeza (Alonso y Alique, 2006; Candan, 2006). Siendo el color, el principal índice de cosecha según asegura Zoffoli (2013),

sumándose el calibre, firmeza y concentración de sólidos solubles, según afirma Arribillaga (2013). Por otro lado, un parámetro determinante en el precio que alcanza la fruta en su mercado de destino corresponde al calibre, seguido por el color y la firmeza (Aburto, 2012).

Ya que las cerezas son frutos no climatéricos y su calidad depende de la madurez en que es cosechada (Candan, 2006), es preciso reducir aquellos factores que puedan provocar una disminución en la calidad y/o condición de la fruta tras su recolección (Arribillaga, 2013; Candan, 2006).

2.8.1 Valores referenciales de parámetros de calidad a cosecha

El color de la epidermis se genera por la acumulación de antocianos durante el desarrollo de los frutos (Alonso y Alique, 2006), variando entre los rangos rojo claro a rojo oscuro (caoba). Según Zoffoli (2013), asegura que la fruta debe ser cosechada al alcanzar el color rojo caoba para la variedad 'Santina'.

Respecto a la firmeza, se espera que sea lo más alta posible (70–80 Durofel) puesto que determina la viabilidad de fruta luego de su cosecha, también se asocia este parámetro a la resistencia de la fruta a machucones y al ataque de patógenos (Candan, 2017; Kappel, 1996).

En lo respectivo al calibre, es relevante mencionar que es un atributo sobresaliente, ya que cada vez es más deseado y demandado por los mercados importadores, especialmente por mercados asiáticos, prefiriendo un calibre mayor a XL (24–26 mm), tal como muestra la equivalencia en el **Cuadro 2.8.1.a**. Por otro lado, en cuanto al peso, Kappel en 1996, asume como un peso óptimo de las cerezas entre 11 a 12 g.

Por otra parte, la acidez de la fruta juega un importante rol en los receptores gustativos y en la conservación de la fruta, al reducir la susceptibilidad al ataque de hongos (Candan, 2006). Si bien este parámetro tiende a disminuir a medida que la fruta madura, se ha detectado un nuevo aumento en los días previos a la cosecha, pero luego de su recolección disminuye gradualmente, el valor referencial para la variedad en estudio corresponde a 0,6–1% (Candan, 2017).

Respecto a los sólidos solubles, estos aumentan a medida que la fruta avanza en su madurez, siendo considerado un rango óptimo para la variedad 'Santina' al momento de su cosecha, de 16–18 °Brix, medidos principalmente con refractómetros ópticos (Candan, 2017; Lemus, 2005).

Por último, Gil (2000, citado por Mancilla 2003) explica que la relación sólidos solubles/acidez titulable es determinante en la calidad comestible de las cerezas. Aumentando la aceptabilidad de los consumidores a medida que aumenta la relación.

Cuadro 2.8.1.a. Equivalencia de los calibres en cerezas.

VARIEDAD	CALIBRE (mm)				
	L	XL	J	XJ	XXJ
Roja y bicolor	22–24	24–26	26–28	28–30	>30

Fuente: Adaptado de Unifruiti (2019).

Por otro lado, una cereza de alta calidad que alcanza su mercado de destino se caracteriza por presentar un alto contenido de materia seca, elevados niveles de potasio y calcio y niveles controlados de nitrógeno (Román, 2013). Además, Román (2013), define valores nutricionales y de materia seca, para obtener cerezas que resistan un largo viaje. Así lo demuestra el cuadro a continuación:

Cuadro 2.8.1.b. Niveles adecuados en cerezas para alcanzar una larga poscosecha según análisis de fruto (mg/100 g de fruto fresco).

Materia seca (%)	>21
Humedad (%)	<78
Nitrógeno (mg)	<180
Potasio (mg)	>200
Calcio (mg)	>15
Boro (mg)	>0,5

Fuente: Adaptado de Román (2013).

Según define Román en 2013, la materia seca está compuesta por la suma total de minerales, azúcares solubles, azúcares estructurales y vitaminas, presentes en el fruto. Siendo considerado niveles habituales entre 15–24%, pero el nivel ideal para un largo viaje es superior a 21%. Considerando Tapia (2018), para la variedad ‘Santina’ un valor de materia seca equivalente a 18,7%.

Por otra parte, el nitrógeno (N), es super importante en la planta, por las funciones estructurales y metabólicas que desempeña (Bonomelli *et al.*, 2018; Ellena, 2012), permitiendo un óptimo crecimiento, vigor y producción, en las concentraciones adecuadas (Bonomelli, Sin fecha). Sin embargo, un exceso de este nutriente en la planta genera un vigor excesivo, afectando la calidad de la fruta, al influir en su firmeza, calidad nutricional y sabor (Valenzuela, 2012). Además, Valenzuela (2012), resalta que el N es el elemento con un mayor dominio en la calidad

poscosecha de las cerezas, siendo un nivel adecuado de este nutriente en el fruto menor a 160 mg/ 100 g PF.

En lo referente al potasio (K), tiene directa participación en la calidad de la fruta, puesto que, entre algunas de sus acciones, esta participar en las relaciones hídricas de la planta, activación enzimática, transporte de carbohidratos hacia la fruta (Boro es su cofactor), siendo este último aspecto muy importante ya que, en gran parte, de él depende el dulzor de la fruta (Román, 2013; Bonomelli, Sin fecha). Además, Valenzuela (2012), establece alcanzar en la fruta un valor superior a 150 mg/ 100 g de PF.

En el caso del Calcio (Ca), Bonomelli (2015), Asegura que este elemento se relaciona con la firmeza de la fruta, producto de las funciones que cumple en la planta. Entre ellas darle estabilidad a la pared celular y lamela media, por medio de la formación de pectatos de calcio (Valenzuela, 2012; Román, 2013). Dejando claro según Valenzuela (2012), el rol que juega este nutriente en el potencial de almacenamiento de la fruta.

Otro elemento importante es el boro (B), ya que participa en la activación del metabolismo y transporte de carbohidratos en los frutos, en este último como cofactor del potasio. Además, colabora en la utilización de Ca por la planta (Román, 2013).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Material vegetal y antecedente del huerto

El huerto comercial donde se efectuó el ensayo corresponde a Santa Carmen, perteneciente a la Agrícola Inés Escobar S.A., ubicado en la localidad de Sagrada Familia, Región del Maule, Chile (35°01'41.7°S 71°26'50.6°W).

Los frutos provienen de árboles de cerezo de la variedad 'Santina', injertados sobre el patrón 'Colt', plantados durante el año 2012 y conducidos por el sistema *Kym Green Bush* (KGB). Las hileras se encuentran orientadas en posición este-oeste, el marco de plantación corresponde a 4 metros de entre hilera x 2,2 metros de sobrehilera, equivalentes a 1.136 plantas por ha con un sistema de riego por goteo.

Dentro del huerto, se determinaron 3 zonas para los diferentes tratamientos: árboles creciendo al aire libre (T_0), árboles bajo cubiertas plásticas convencionales a dos aguas (T_1) y árboles cubiertos por un macrotúnel (T_2), en el **cuadro 3.1.** se muestran las características de estas estructuras. Cabe destacar que las plantas de cada tratamiento recibieron las mismas condiciones de riego, manejo fitosanitario y fertilización.

Cuadro 3.1. Características de las cubiertas plásticas.

	Cubiertas convencionales (a dos aguas)	Macrotúnel
Tipo de plástico	Polietileno de alta densidad (HDPE)	Polietileno de alta densidad (HDPE)
Transmisión ¹	Luz solar Total 82%, PAR 73% y UV-B 54%	Luz solar Total 85%, PAR 77% y UV-B 2%
Establecimiento	2018	2018
Consideraciones	Se mantuvo cerrada desde yema hinchada hasta 25 DDPF. Luego se cerró solo en caso de lluvias	Se mantuvo cerrado en prefloración. Se abrieron los costados en floración. Luego se plegó con T° mayor a 25 °C y despliego con T° menor a 10 °C (diario)

¹ mediciones complementarias realizadas dentro de esta macro estudio por Vallejos (2019).

3.2 Características edafoclimáticas

La textura del suelo de la localidad de Sagrada Familia es franco limoso, de origen sedimentario, moderadamente profundo, posee una permeabilidad moderadamente lenta y de

drenaje imperfecto, la capacidad de uso de estos suelos corresponde a III-w2 (CIREN-CORFO,1997).

El clima de la comuna de Sagrada Familia corresponde a mediterráneo, con una marcada estación seca entre los meses de diciembre a marzo (Novoa, 1989). En cuanto a la pluviometría de los últimos años: en la temporada 2017 se registraron 455 mm; en 2018, 355 mm y; en la temporada 2019 precipitaron 936 mm, mostrando claramente las variaciones anuales (Agroclima, 2020).

3.3 Muestreo y diseño experimental

Cabe destacar que el presente estudio, forma parte de un macro estudio; cuyo tema de fondo es el impacto de las cubiertas protectoras (a dos aguas y macrotúnel) en árboles de cerezo durante la temporada 2018–19.

La obtención de los frutos se realizó por medio de tres cosechas en función del estado fisiológico y comercial de madurez de cada uno de los tratamientos y de forma aleatoria: I) la primera, se llevó a cabo el 19 de noviembre correspondiente al macrotúnel (T_2); II) la segunda, se realizó el 29 de noviembre para la cubierta a dos aguas (T_1) y la última; III) se efectuó el 3 de diciembre de 2018 para la fruta de árboles que se encuentran al aire libre (T_0) (**cuadro 3.3.a**). Además, cabe destacar que durante cada cosecha se recolectaron frutos de los otros tratamientos, independiente de su estado de madurez, para evaluar su comportamiento tal como se muestra en el **cuadro 3.3.a**. Los frutos fueron cosechados a la altura del tercio medio del árbol.

Para cada una de las cosechas se recolectaron: 5 kg de cerezas del tratamiento correspondiente a su madurez comercial y 2 kg de frutos de los otros tratamientos. Destinándose en el caso de la fruta perteneciente a su cosecha, aproximadamente un tercio para las evaluaciones de calidad en dicho momento (a cosecha) y la otra proporción, fue almacenada por 30 d en cámaras de frío convencional (HR ~90% y $T \sim 0.5$ °C), con el objetivo de simular el viaje de la fruta a su mercado de destino. Tras este periodo, fue apartada una porción mayor, la cual se separó para: I) las mediciones correspondientes a poscosecha y; II) evaluar los desórdenes fisiológicos. Por último, la porción de fruta restante del almacenamiento fue expuesta durante 2 d a temperatura ambiente, simulando la vida de anaquel de los frutos, transcurrido ese periodo, se realizaron las evaluaciones de calidad.

Antes de ingresar la fruta a la cámara de frío, se realizó un pretratamiento térmico y antifúngico para simular el proceso de *packing*. Estas fueron sumergidas en agua con hielo (-1 °C) durante unos minutos y luego sumergidas en una solución, compuesta de 20 g/hL de hipoclorito de calcio (Ca(ClO)₂), más 75 g/hL de iprodiona, a pH 7.

Cuadro 3.3.a. Cosechas por tratamientos.

	19 de noviembre	29 de noviembre	3 de diciembre
Control	✓	✓	Cosecha Comercial
Cubierta	✓	Cosecha Comercial	✓
Macrotúnel	Cosecha Comercial	✓	-

Observación: Durante la cosecha del 3 de diciembre, el tratamiento T₂ ya no disponía de fruta.

En cada fecha de evaluación, cada tratamiento se conformó de 5 repeticiones, cada una constituida por 10 frutos, resultando en un total de 50 frutos por tratamiento y 150 frutos por fecha de medición, a excepción de la cosecha del 3 de diciembre donde solo se evaluaron dos tratamientos, tal como se muestra en el **cuadro 3.3.a.**, debido a que en el sector del tratamiento T₂ no se disponía de fruta. Las cerezas analizadas fueron seleccionados aleatoriamente.

El diseño experimental utilizado en el estudio corresponde a un diseño completamente al azar (DCA). Se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) para variables paramétricas y la prueba de Kruskal–Wallis para aquellas variables no paramétrica. La separación de medias se efectuó con la prueba Tukey (HSD; *Honest Significant Difference*: diferencia honestamente significativa), con un nivel de confianza del 95% tal como se muestra en el **cuadro 3.3.b.**, todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa Statgraphics Centurion versión 18–X64.

Cuadro 3.3.b. Tipo de análisis y método de separación de media realizado a cada parámetro de calidad.

Variables	Tipo de análisis	Método para la separación de medias	Significancia (%)
Peso	Paramétrico	Tukey (HSD)	95
Calibre Color	No Paramétrico	Tukey (HSD)	95
Firmeza Durofel Firmeza FirmTech Sólidos solubles Acidez Titulable	Paramétrico	Tukey (HSD)	95
Sólidos solubles/Acidez titulable			

3.4 Características fisicoquímicas: mediciones de calidad:

3.4.1 Masa

Se utilizó una balanza gravimétrica modelo Belltronic Scales para medir el peso (g).

3.4.2 Color y calibre

Se empleó una tabla estandarizada para color y calibre en cerezas, con una escala de color de 1 a 5 (rojo claro, rojo, rojo caoba, caoba oscuro y negro, respectivamente).

3.4.3 Firmeza

Se utilizaron dos equipos: I) FirmTech (FT7, Alemania), el cual posee un plato giratorio con una capacidad de 25 frutos por medición (2 mediciones por tratamiento), siendo los frutos sometidos a una fuerza por unidad de superficie (g/mm) de un émbolo que ejerce presión sin destruir la fruta y, por un II) Durofel (100 Field – versión 5, Francia), el cual presenta un émbolo que se maneja manualmente, realizando una medición por cada hombro del fruto (100 mediciones por tratamiento), siendo el promedio de los dos hombros (por fruta) el valor rescatado de firmeza por este presionómetro, en este caso si se produce un impacto en la zona de medición del fruto.

3.4.4 Sólidos solubles

Se seleccionaron 6 frutos por repetición (5 mediciones por tratamiento), y se les descartó su semilla, luego se llevó la parte comestible a un extractor de jugo (Sindelen). Posteriormente, se

extrajeron 2 µl del sobrenadante para medir la concentración de SS en un refractómetro digital Atago (PAL-BX/ACID5, Japón).

3.4.5 Acidez titulable

La valoración se realizó agregando 10 ml del jugo de cerezas extraído en un vaso de precipitados, aforando con agua destilada hasta alcanzar un volumen de 100 ml. A continuación, se llevó a un agitador para homogenizar la mezcla. Se midió el pH inicial con un pH-metro (Schott Titroline Easy) dando paso a la titulación con una bureta rellena con hidróxido sódico (NaOH) (0,1 N), hasta alcanzar un valor de pH correspondiente a 8,2. Para obtener el volumen de NaOH gastado se hace la diferencia entre el volumen inicial y final de NaOH contenido en la bureta. Finalmente, para conseguir la acidez titulable se utiliza la fórmula:

$$\% \text{ del ácido } \left(\frac{g}{l} \right) = \frac{\text{Normalidad NaOH} * \text{Volumen NaOH gastado (ml)} * \text{Peso Equivalente ácido}}{\text{Volumen jugo empleado (ml)}}$$

3.4.6 Relación sólidos solubles / acidez titulable

El valor de esta relación se obtuvo dividiendo la concentración de sólidos solubles por la acidez titulable.

3.5 Mediciones adicionales

3.5.1 Análisis de fruto

Se enviaron muestras de frutos correspondientes a la cosecha comercial de cada tratamiento, al Centro tecnológico de suelos y cultivos de la universidad de Talca.

3.5.2 Alteraciones y desórdenes fisiológicos

Se evaluaron de forma visual utilizando una tabla estándar para daños de poscosecha en cerezas.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los rendimientos entre tratamientos fueron dispares, en los árboles cubiertos por el macrotúnel (T_2) fueron más bajos que en el resto de los tratamientos, principalmente por un problema de polinización y posterior cuaja; coincidiendo por lo descrito por Sánchez (2019) y Lang (2014), ya que el plástico intercepta parte de la radiación espectral que usan las abejas para orientarse, dificultando su acción como agentes polinizadores y generando una enorme disminución en la fruta producida. Pudiendo haberse evitado utilizando otros vectores como el abejorro (*Bombus* sp.), ya que trabajan en condiciones más adversas (Cortes, 2015; Lang, 2013).

El rendimiento en el interior del macrotúnel (T_2) fue cercano a los 700 kg/ha, en comparación con los sectores bajo las cubiertas plásticas convencionales (T_1) y al aire libre (T_0); con rendimientos de 7.000 kg/ha y 5.700 kg/ha, respectivamente. Por tanto, los resultados evaluados en este estudio solo son confiables en relación con la fruta proveniente de los tratamientos control (T_0) y bajo cubiertas plásticas a dos aguas (T_1). De igual manera se mostrarán los resultados obtenidos de la fruta cosechada en el macrotúnel (T_2), aunque sólo se discutirán los parámetros fisiológicos y de calidad que no se vieran afectados por una baja carga fruta.

4.1 Análisis de cosecha, poscosecha y anaquel

4.1.1 Análisis a cosecha comercial

Dentro de los parámetros de calidad, en lo referente al calibre; color y sólidos solubles, no se encontraron diferencias estadísticas entre el tratamiento control (T_0) y la cubierta convencional (T_1), siendo estos tratamientos en los parámetros antes mencionados, estadísticamente mayores y diferentes a la fruta proveniente del macrotúnel (T_2) (**Cuadro 4.1.1**). Al contrario, a nivel de peso, la cubierta se distingue del macrotúnel, en cambio la fruta control no sé diferencia por separado de los demás tratamientos.

Por otra parte, de acuerdo con la firmeza entregada por Durofel, el tratamiento control se distingue estadísticamente de la fruta proveniente de los tratamientos cubiertos, quienes presentan firmezas muy similares. Sin embargo, en la firmeza evaluada con FirmTech no indica diferencias entre T_0 y T_2 , ambos superiores y distintos de T_1 .

Cuadro 4.1.1. Análisis de varianza para los parámetros de calidad del cv. ‘Santina’ bajo las condiciones de cubierta convencional a dos aguas (T₁), macrotúnel (T₂) y sin cubiertas (T₀), evaluados a cosecha. Huerto Santa Carmen, comuna Sagrada Familia, Región del Maule, Chile. Temporada 2018-2019.

Tratamientos	Peso (g)	Calibre (mm)	Color (1-5)	Firmeza (UD)	Firmeza (g/mm)	SS (°Brix)	AT (%)	SS/AT
Control	11,3 ab	28,3 a	4,2 a	80,4 a	282 a	19,6 a	0,76	25,6
Cubierta	11,7 a	28,6 a	4,3 a	74,8 b	252 b	19,0 a	0,75	25,2
Macrotúnel	10,8 b	27,3 b	3,7 b	74,5 b	286 a	17,3 b	0,7	24,7
Valor-p	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,45
Significancia	**	N**	N**	**	T**	T**	n.s.	n.s.

Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, test Tukey (HSD) (con valor $p \leq 0,05$). N= no paramétrico; T= transformación, para firmeza (g/mm) con log; T= transformación, para sólidos solubles con rank; n.s. = no significativo; * = significativo (valor $p \leq 0,05$); ** = altamente significativo (valor $p \leq 0,01$).

De acuerdo con los resultados encontrados en este estudio, al comparar el tratamiento control y cubierta convencional, no se aprecian diferencias estadísticas de la fruta entorno al peso y calibre, de estos tratamientos. Resultados que difieren a los encontrados por Ruisa *et al.* (2017) y Rubauskis *et al.* (2013) quienes revelan que el peso de los frutos aumentó gracias al uso de las cubiertas plásticas convencionales, además Wallberg y Sagredo (2014), señalan un aumento en el diámetro. Incluso, Cline *et al.* en 1995, encontró que los frutos de los árboles crecidos bajo cubiertas, se le asocia un aumento en el peso en torno al 10%, además Abud *et al.* (2018) determinó que bajo cubiertas aumentaba el porcentaje de frutos con calibre XXJ (> 30 mm), también Sánchez (2019), detecto un aumento en el peso, bajo cubiertas plásticas convencionales.

A nivel de SS, los resultados de este estudio no revelen diferencias significativas entre la fruta proveniente de la cubierta a dos aguas y el control. Diferente a lo encontrado por Wallberg y Sagredo (2014), quienes señalan para la variedad ‘Lapins’ un aumento en la concentración de sólidos solubles en la fruta desarrollada bajo cubiertas plásticas convencionales. Contrario, además, a lo identificado por Abud (2019), para la variedad ‘Santina’ y por Sánchez en 2019 para la variedad ‘Sweet Heart’, quienes destacaron una mayor concentración de sólidos solubles (SS) en la fruta descubierta.

En cuanto a la relación SS/AT, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, de acuerdo con un estudio realizado por Rodríguez (2019), en la zona de Pencahue (Región del Maule, Chile), detectó un valor más alto de esta relación bajo cubiertas

plásticas convencionales para la variedad 'Lapins/ Maxma14', con el sistema de conducción es *Y-Trellis*.

Se observó claramente en este estudio, una menor firmeza en la fruta proveniente de la cubierta a dos aguas, en comparación con el aire libre. Similares resultados encontraron bajo esta condición: Abud (2019) para la variedad 'Santina/ Colt'; Rodríguez (2019) en 'Lapins/ Maxma14' y; Sánchez (2019), para la variedad 'Sweet Heart/ Maxma14'.

En el presente estudio tal como se mencionó, no existen diferencias en los tratamientos control y a dos aguas, en cuanto al peso y contenidos de SS de los frutos, distinto es lo que ocurre con la firmeza, siendo mayor en el tratamiento control. Resultados que difieren a lo observado por Kafkaletou *et al.* (2015), quien expone que el uso de las cubiertas plásticas convencionales no afecta negativamente al peso, firmeza y la acidez titulable de la fruta. Incluso, algunos autores no encontraron efecto de estas cubiertas en la calidad de la fruta (Flores, 2017; Sotiropoulos *et al.*, 2014; Usenik *et al.*, 2009).

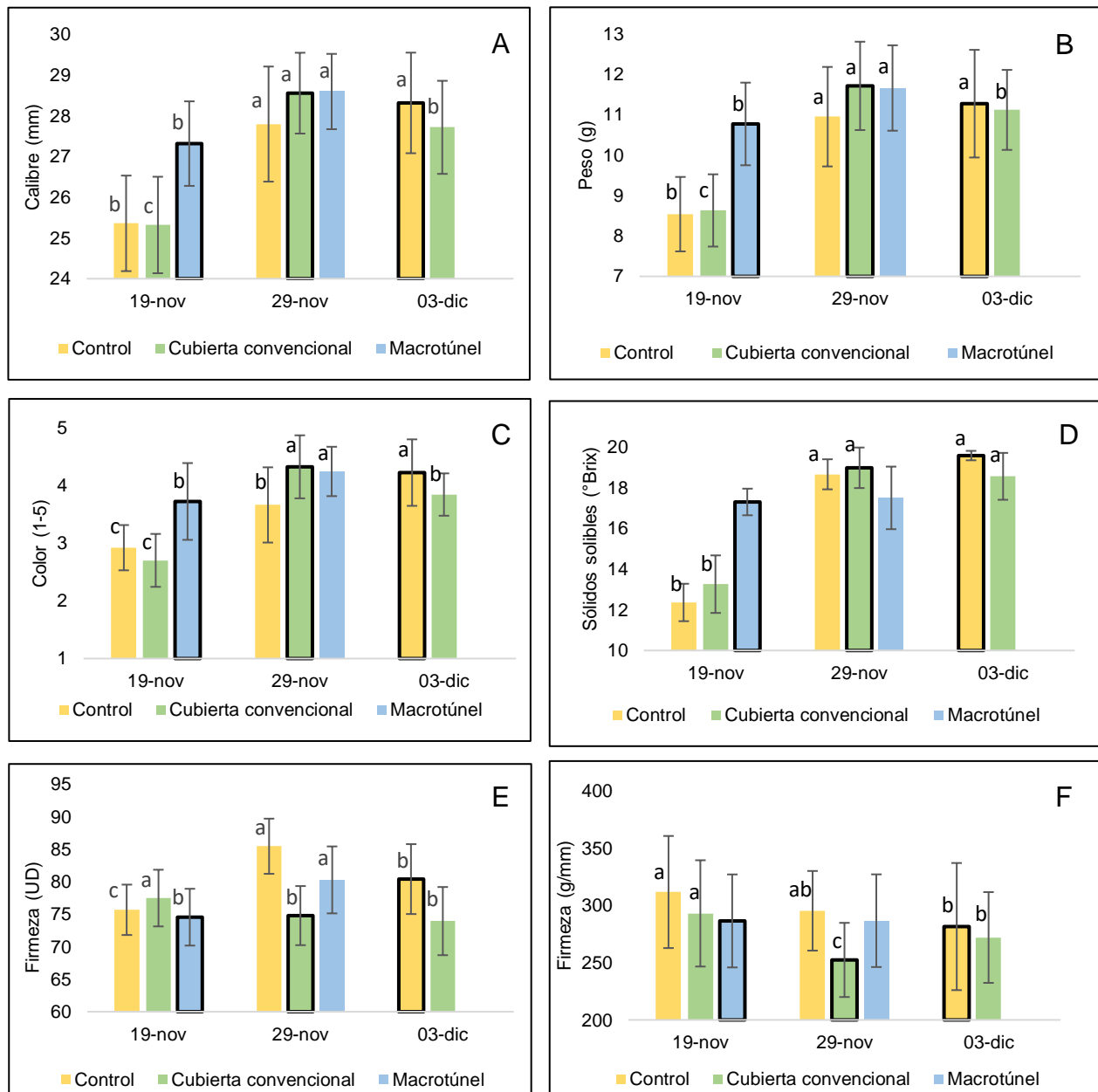
4.1.1.1 Evolución de los tratamientos en las diferentes cosechas

Como una forma de analizar el comportamiento de la fruta conforme avanza su madurez, se analizó cada tratamiento en las diferentes fechas de cosecha, Encontrándose los siguientes resultados:

El tratamiento control presento valores más elevados de calibre, peso, color y sólidos solubles, en la última cosecha (correspondiente a su cosecha comercial), donde las cerezas presentaban una mayor madurez (**Gráficos 4.1.1.1**). Por otro lado, FirmTech arroja una mayor firmeza en la primera fecha de recolección, evidenciando una fruta más inmadura.

En la fruta de la cubierta a dos aguas se aprecian claras diferencias en calibre, peso, color y sólidos solubles, al comparar la cosecha inicial y final, mostrando valores superiores en esta última, producto del mayor tiempo de la fruta en el árbol. De forma inversa la firmeza arrojada por ambos instrumentos es superior en la cosecha del 19 de noviembre, principalmente por una menor madurez.

Gráficos 4.1.1.1. Evolución de los parámetros de calidad del cv. 'Santina' agrupando cada tratamiento en las diferentes cosechas. Calibre (A); Peso (B); Color (C); Sólidos solubles (D); Firmeza Durofel (E) y Firmeza FirmTech (F).



Observaciones: La separación de medias corresponde a la comparación de cada tratamiento individual en las diferentes cosechas, representado por el mismo color. La barra con contorno de color negro corresponde a la cosecha comercial del tratamiento. Columnas del mismo color con igual letra no presentan diferencias significativas, test Tukey (HSD) (con valor $p \leq 0,05$).

En lo referente al macrotúnel, solo se recolecto fruta durante las primeras cosechas, 19 y 29 de noviembre, ya que, debido al estado de madurez más avanzado, los árboles ya no disponían de fruta para la cosecha del 3 de diciembre. Dentro de los parámetros de calidad correspondientes a calibre, peso, color y firmeza (Durofel), la fruta de este tratamiento presento una mayor respuesta en la cosecha posterior, principalmente por el mayor tiempo de la fruta en el árbol.

Al analizar solo el tratamiento control y cubierta convencional, se encontró un aumento en el peso y contenido de SS al permanecer por un mayor tiempo la fruta en el árbol. Similares resultados encontraron Drake y Elfving (2002), en sus estudios en donde compararon 3 huertos comerciales de la variedad 'Lapins' con diferentes fechas de cosecha, encontrando que un retraso de hasta 5 días en la fecha de cosecha permite un aumento del peso y SS, Sin perdidas a nivel de firmeza.

4.1.2 Análisis a poscosecha

Tras 30 d de almacenamiento, la fruta proveniente de la cubierta convencional (T_1) y macrotúnel (T_2), no presentaron diferencias en los parámetros de calidad que involucran a SS; AT y la relación SS/AT. Pero si difieren del tratamiento control (T_0), el cual presenta una mayor AT, pero un menor nivel de SS y, por lo tanto, una menor relación SS/AT (**cuadro 4.1.2**). A nivel de peso, la fruta control se distingue estadísticamente del macrotúnel, en cambio la cubierta convencional no se diferencia estadísticamente de los demás tratamientos, por separado.

Por otro lado, el color de la fruta bajo macrotúnel resalta por un 6,7% del tratamiento control y 8,9% de la cubierta a dos aguas.

De igual modo, resulta importante destacar que la firmeza entregada con ambos instrumentos fue superior en poscosecha, en comparación a las otras mediciones realizadas, debido a que la temperatura de la fruta al momento de la evaluación fue más baja, aun así, se detectaron diferencias entre los tratamientos. Concordando ambos instrumentos en que la fruta del aire libre lidera la firmeza por sobre las otras condiciones, las cuales no presentan diferencias entre ellas.

Cuadro 4.1.2. Análisis de varianza para los parámetros de calidad del cv. ‘Santina’ bajo las condiciones de cubierta convencional a dos aguas (T₁), macrotúnel (T₂) y sin cubiertas (T₀), evaluados en poscosecha (30 d). Huerto Santa Carmen, comuna Sagrada Familia, Región del Maule, Chile. Temporada 2018-2019.

Tratamiento	Peso (g)	Calibre (mm)	Color (1-5)	Firmeza (UD)	Firmeza (g/mm)	SS (°Brix)	AT (%)	SS/AT
Control	12,3 a	29,0	4,2 b	87,9 a	411 a	18,2 b	0,67 a	27,4 b
Cubierta	11,8 ab	28,9	4,1 b	84,8 b	354 b	19,1 a	0,58 b	32,8 a
Macrotúnel	11,4 b	28,7	4,5 a	83,9 b	339 b	19,2 a	0,58 b	33,2 a
Valor-p	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Significancia	**	N n.s.	N**	T **	**	**	**	**

Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, test Tukey (HSD) (con valor $p \leq 0,05$). N= no paramétrico; T= transformación, para Firmeza (UD) con rank; n.s. = no significativo; * = significativo (valor $p \leq 0,05$); ** = altamente significativo (valor $p \leq 0,01$).

Los resultados de este estudio señalan una mayor firmeza para la fruta proveniente del aire libre, en comparación a la fruta de la cubierta convencional. Similar a los resultados encontrados por Abud (2019) en donde compara el uso de cubiertas convencionales con plástico de polietileno de alta (HDPE) y baja densidad (LDPE), con respecto a plantas descubiertas, encontrando para la variedad ‘Santina/ Colt’, una mayor firmeza tras 45 d de almacenamiento, en la temporada 2017. Sin embargo, este autor durante la temporada 2018 no evidenció diferencias entre los tratamientos, en parte debido a que ocurrió algo similar a lo expresado en el presente estudio, al realizar la medición con una baja temperatura de la fruta.

En cuanto a la AT, esta se redujo en relación con la cosecha, disminuyendo un 11,8% en el control y 22,6% en la cubierta convencional, por el contrario, la relación SS/AT aumento 7% y 30%, respectivamente en relación con la cosecha. Similar a los resultados encontrados por Drake y Elfving (2002) en la variedad ‘Lapins’ tras su almacenamiento, donde señalan que existe una relación inversamente proporcional entre el tiempo de almacenamiento y la AT. Además, estos autores encontraron que los cambios en los SS y AT producidos durante el almacenamiento generaron un aumento en la relación SS/AT, lo que aumenta la aceptación de los consumidores (Kafkaletou *et al.*, 2015).

Por otro lado, existen algunas alternativas para mantener la firmeza de la fruta durante el almacenamiento, Horvitz *et al.* (2003) propone la aplicación de giberelinas y Tsantili *et al.* (2007) la aplicación de CaCl₂, ambas previo a la cosecha.

4.1.3 Análisis tras 2 d de anaquel

Las cerezas se volvieron a evaluar tras 2 d a temperatura ambiente (~ 20 °C) simulando las condiciones de anaquel. Respecto, al peso y calibre, la fruta control (T₀) y la proveniente de cubierta a dos aguas (T₁) son similares estadísticamente, ambas superiores y diferentes al macrotúnel (T₂) (**Cuadro 4.1.3**).

En el color, la fruta de T₀ y T₁ presentan diferencias estadísticas entre ellas, presentando un mayor color la cubierta convencional, sin embargo, la fruta de T₂ no se diferencia de los demás tratamientos, por separado. En referencia a la firmeza, Durofel (UD) y FirmTech (g/mm) concuerdan en que es la fruta control la que presenta una mayor firmeza.

Por último, la fruta control presenta una mayor AT respecto a la cubierta a dos aguas, sin embargo, la fruta del macrotúnel no presenta diferencias con los demás tratamientos, por separado. En cuanto al nivel de SS, la fruta proveniente de ambas cubiertas plásticas no difiere entre ellas, pero sobresalen estadísticamente de la fruta control. Finalmente, en la relación SS/AT, es la fruta de la cubierta convencional quien supera por un 19% al tratamiento control y por un 10% al tratamiento macrotúnel.

Cuadro 4.1.3. Análisis de varianza para los parámetros de calidad del cv. 'Santina' bajo las condiciones de cubierta convencional a dos aguas (T₁), macrotúnel (T₂) y sin cubiertas (T₀), evaluados en poscosecha más 2 d a temperatura ambiente. Huerto Santa Carmen, comuna Sagrada, Región del Maule, Chile. Temporada 2018-2019.

Tratamientos	Peso (g)	Calibre (mm)	Color (1-5)	Firmeza (UD)	Firmeza (g/mm)	SS (°Brix)	AT (%)	SS/AT
Control	10,3 a	27,2 a	4,2 b	79,9 a	266 a	18,6 b	0,64 a	29,1 c
Cubierta	9,9 a	26,9 a	4,5 a	71,5 b	178 b	20,2 a	0,56 b	36,0 a
Macrotúnel	8,8 b	26,1 b	4,4 ab	67,0 c	142 c	19,5 a	0,60 ab	32,3 b
Valor-p	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Significancia	T **	N**	N**	K **	T **	**	**	**

Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, test Tukey (HSD) (con valor $p \leq 0,05$). N= no paramétrico; K= variable analizada con Kruskal-Wallis; T= Transformación, para Firmeza (g/mm) con log; T= Transformación, para peso (g) con log; n.s. = no significativo; * = significativo (valor $p \leq 0,05$); ** = altamente significativo (valor $p \leq 0,01$).

4.2 Análisis adicionales

4.2.1 Análisis de fruto

Como se menciona con anterioridad, este análisis corresponde a la cosecha comercial de cada tratamiento. Por otro lado, De acuerdo con los valores referenciales de nutrientes entregados por el análisis de fruto (**Cuadro 4.2.1.**), todos los tratamientos se encuentran dentro del rango referencial, en lo que concierne al N, P, K y Mg. En el caso del Ca solo el macrotúnel (T₂) se encuentre dentro de lo establecido.

Además, se destacaron los nutrientes que presentan una mayor influencia en la calidad de la fruta, según lo mencionado en el punto **2.8.1**. En lo referente al N, es la cubierta convencional (T₁) quien presenta una leve superioridad, presentando 12 mg y 16 mg, más que el control y el macrotúnel, respectivamente (**cuadro 4.2.1.**). En cuanto al calcio (Ca), es la fruta de T₂ quien resalta, superando por 5 mg a T₀ y por 2,77 mg a T₁. Por último, en lo pertinente al potasio (K), al boro (B) y la materia seca, son el tratamiento control y cubierta a dos aguas quienes se distinguen claramente de la fruta proveniente del macrotúnel, así lo demuestra el cuadro a continuación:

Cuadro 4.2.1. Análisis de concentración mineralógica de fruto (mg/100 g PF) del cv. ‘Santina’ bajo las condiciones de cubierta convencional a dos aguas (T₁), macrotúnel (T₂) y sin cubiertas (T₀) evaluados en el momento de cosecha comercial correspondiente a cada tratamiento. Huerto Santa Carmen, comuna Sagrada Familia, Región del Maule, Chile. Temporada 2018-2019.

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe	B	M.S.
Control	158	23,3	220	6,4	10,5	0,04	0,07	0	0,32	0,93	19,7
Cubierta	170	19,4	202	8,6	9,03	0,05	0,07	0	0,32	0,8	19,8
Macrotúnel	154	17,6	146	11,4	8,96	0,06	0,11	0,02	0,27	0,27	18

Valores referenciales: N (80-225); P (15-25); K (120-250); Ca (10-25); Mg (5-15); Zn (0,03-0,06); Cu (0,03-0,09) y; B (0,3-0,6).

En cuanto a los niveles de materia seca encontrados en este estudio, son muy similares los valores del tratamiento control y la cubierta convencional, incluso hay una leve tendencia a ser mayor en este último. Contrario con los resultados encontrados por Abud (2019), quien señala que existe una tendencia a ser mayor en la fruta descubierta. Por otra parte, Tapia (2018), encontró un valor de materia seca para la variedad ‘Santina’ correspondiente a 18,7%. Encontrándose en este caso, tanto la fruta proveniente del aire libre y de la cubierta convencional, sobre este rango.

Por otro lado, al contrastar los niveles nutricionales ideales encontrados por Román (2013), mostrados en el **cuadro 2.8.1.b.** (N: <180 mg; K: >200 mg; Ca: >15 mg; B: >0,5 mg /100 g PF y; MS: >21%) tanto la fruta control como la cubierta a dos aguas, se encuentran dentro de estos rangos solo en cuanto al N, K y B. Puesto que, los niveles presentados en Ca y materia seca son menores. Además, al contrastar los valores de N y K del presente estudio, con los niveles establecidos por Valenzuela (2012), correspondiente a <160 y >150 mg/100 g PF, respectivamente, solo la fruta control cumple con ambos niveles, ya que la fruta proveniente de la cubierta convencional solo cumple con el nivel adecuado de K.

4.2.2 Alteraciones y desórdenes detectados luego del almacenamiento

Un mal manejo de la fruta en la cosecha o problemas en su cadena de frío, inducen desórdenes y alteraciones, que generan descarte y/o rechazo de la fruta al momento de su comercialización. En cuanto a la fruta del tratamiento control, destaca la presencia de *pitting* y pedicelo deshidratado (62% y 14%, respectivamente), en la fruta proveniente de la carpa convencional, sobresale el *pitting* (34%) y partidura apical (20%) y por último en el macrotúnel, resalta piel de lagarto (18%), pedicelo deshidratado (18%) y nuevamente la presencia de *pitting* (42%). Siendo el común denominador de todos los tratamientos la presencia de *pitting*. Así lo demuestra el cuadro a continuación:

Cuadro 4.2.2. Desórdenes y alteraciones encontrados en frutos del cv. 'Santina' bajo las condiciones de cubierta convencional a dos aguas (T₁), macrotúnel (T₂) y sin cubiertas (T₀) evaluados a salida del almacenamiento. Huerto Santa Carmen, comuna Sagrada Familia, Región del Maule, Chile. Temporada 2018-2019.

	Tratamiento (%)		
	Control	Cubierta	Macrotúnel
Sanos	10	0	0
Piel de lagarto	0	10	18
Pre-calibre	4	0	4
<i>Pitting</i>	62	34	42
Sobre madurez	0	12	0
Fruto deforme	0	12	0
Fruto deshidratado	0	6	0
Pedicelo deshidratado	14	4	18
Machucón	2	2	6
Partidura apical	6	20	10
Partidura longitudinal	2	0	0
Sin pedicelo	0	0	2

Observación: Se analizaron 50 frutos por cada tratamiento, los cuales se escogieron al azar, donde cada valor representa la proporción equivalente en % de los 50 frutos.

Por lo general, los desórdenes y alteraciones suelen presentarse tras un almacenamiento muy prolongado o luego de pocos días de exposición a temperatura ambiente (Alonso y Alique, 2006).

El daño que más resalta en este estudio es el *pitting*, con una mayor presencia en la fruta proveniente de árboles al aire libre, en comparación con la fruta proveniente de cubiertas convencionales. Diferente a lo encontrado por Abud (2019), quien detectó una mayor presencia de *pitting* en la fruta bajo plástico para la variedad 'Lapins', asociado a una menor firmeza. En parte, las diferencias encontradas respecto a Abud pueden tener relación a un tema varietal. De acuerdo con un estudio efectuado por el INTA, una solución a este daño sería reducir los golpes provocados desde el momento de la cosecha (Candan, 2006).

Otra alteración, que resalta en menor grado, corresponde a la deshidratación del pedicelo, encontrándose una leve proporción mayor de este daño, en la fruta control respecto a la cubierta a dos aguas. Equivalente a Abud (2019), quien encontró una calidad similar en fruta crecida al aire libre y en cobertor plástico convencional (HDPE). Por otro lado, Drake y Elfving (2002), señalan que el almacenamiento influye sobre el color del pedicelo, especialmente en la tonalidad y oscuridad.

5 CONCLUSIONES

- La cubierta convencional y el macrotúnel afectaron negativamente a la firmeza de la fruta, disminuyendo: 5,6 UD y 5,9 UD a cosecha; 3,1 UD y 4 UD a poscosecha y; 8,4 UD y 12,9 UD en anaquel, respectivamente.
- Ambas cubiertas presentaron una influencia positiva en la relación SS/AT durante la poscosecha y anaquel.
- La cubierta convencional no tuvo efecto en la composición nutricional de la fruta, probablemente por condiciones de crecimiento similares al control, ya que después de 25 DDPF todas las cubiertas se plegaron, cerrándose solo ante el riesgo de lluvia.
- La influencia del macrotúnel en la calidad y nutrición de la fruta se debe en gran medida a la baja carga frutal y el adelanto en la cosecha.
- El uso de las cubiertas permite una cosecha adelantada, especialmente en el macrotúnel, que logro adelantar por 12 días la cosecha, posiblemente debido a las mejoras en las condiciones iniciales de crecimiento.
- Es necesario la evaluación de más temporadas para establecer la influencia de las cubiertas en la calidad y condición de la fruta.

6 BIBLIOGRAFIA

Abud, C. 2019. Cobertores plásticos en cerezos: su impacto sobre la planta, calidad y condición de fruta. Resultados segundo año proyecto FIA PYT-2017- 0226.

Abud, C., Cuevas, R. y Ahumada, L. 2018. Cobertores plásticos en cerezo: Productividad y calidad de la fruta. Boletín Técnico POMÁCEAS. Universidad de Talca, Chile.

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

Agroclima. 2020. Estación meteorológica de Sagrada Familia. Datos entregados por Agroclima.cl. [En línea] Recuperado en: <http://www.agroclima.cl/InformesAgroclima/Precipitacion.aspx?IdEst=157&Infor=22&Tipo=2>

Agronomía y Forestal UC. 2015. La fiebre de la cereza en Asia la cereza. [en línea]. Revista Agronomía y Forestal UC. Recuperado en: http://agronomia.uc.cl/component/com_sobipro/Itemid,232/pid,1641/sid,1645/

Alcaino, M. 2018. Visión Global de la Producción y Comercialización de Cerezas. Decofrut. Recuperado de: <https://www.globalcherrysummit.com/wp-content/uploads/2018/04/1.-Visi%C3%B3n-Global-de-la-Producci%C3%B3n-y-Comercializaci%C3%B3n-de-Cerezas-Sr.-Manuel-Jos%C3%A9-Alcaino-es.pdf>

Aliaga, O. 2017. Cerezos: escenario actual, desafíos y calidad de fruta. *Pomáceas, Boletín Técnico* 17 (6): 2–9.

Alonso, J. y Alique, R. 2006. Tratamientos de poscosecha para mantener la calidad de las cerezas. Departamento de Ciencia y Tecnología de Productos Vegetales Attributes of an Ideal Sweet Cherry. *Acta Hortscience*, VOL. 31(3), 443–446.

Arribillaga, D. 2013. Manejo de pre y post cosecha del cultivo del cerezo (*Prunus avium* L.) en Chile chico, Región de Aysén. Boletín n° 265. Obtenido de INIA Sitio web: biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39022.pdf

Balbontín, C., Ayala, H., M. Bastías, R., Tapia, G., Ellena, M., Torres, C., Yuri, J., Quero-García, J., Ríos, J. y Silva, H. 2013. Cracking in sweet cherries: A comprehensive review from a physiological, molecular, and genomic perspective. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73(1), 66–72.

Blanke, M. M., y Balmer, M. 2008. Cultivation of sweet cherry under rain covers. *Acta Horticulturae*, 795 Part 2 (April 2004), 479–484.

Bonomelli, C. 2015. Claves de la relación entre nutrientes y la calidad de la fruta. *Revista Redagícola*.

Bonomelli, C. Sin fecha. Nutrición del cerezo: En busca del balance y el monitoreo del huerto. *Revista el campo*.

Bonomelli, C., Artacho, P. y Maraboli, A. 2018. Factores fisiológicos a considerar en la fertilización nitrogenada del cerezo. *Revista RedAgrícola*, 18(96): 62.

Børve, J., y Arne Stensvand. 2003. Use of a Plastic Rain Shield Reduces Fruit Decay and Need for Fungicides in Sweet Cherry. *Plant Disease*, 87(5), 523–528.

Candan, A., Raffo, D., Gomila, T. y Colodner, A. 2017. Pautas para el mantenimiento de la calidad de cerezas frescas. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), 1a Edición, Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle, 17-39 p

Candan, P. 2006. Cosecha y poscosecha de cerezas. *Fruticultura y Diversificación*, 50. https://www.academia.edu/27583412/Cosecha_y_poscosecha_de_cerezas

Cazanga, R. y Leiva, C. 2012. Antecedentes técnicos y económicos para la producción de Cerezo en la Región del Maule. Publicación Ciren n° 172
Centro de Información de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, Chile.

CIREN-CORFO .1997. “Descripción de suelos. Materiales y símbolos. Estudio agrológico VII Región”. Santiago, Chile, Publicación n° 117.

Cline, J. A., Meland, M., Sekse, L., y Webster, A. D. 1995. Rain Cracking of Sweet Cherries: II. Influence of Rain Covers and Rootstocks on Cracking and Fruit Quality. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil y Plant Science*, 45(3), 224–230.

Cortes, I. 2015. Evaluación de polinizantes y caracterización del efecto de polinizadores para las variedades de cerezo kordia y regina en la localidad de panguipulli. [en línea]. Memoria de Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Universidad de Chile, facultad de ciencias agronómicas.

Donoso, J., Lemus, G., Muñoz, C. y Desmartis, D. 2011. Consideraciones para optimizar la polinización en Huertos de Cerezo. *Bolotin INIA n°94*. Chile.

Drake, S. y Elfving, D. 2002. Indicators of Maturity and Storage Quality of ‘Lapins’ Sweet Cherry. *HortTechnology*, 12(4).

Ellena, M. 2005. Cultivo del cerezo para la zona sur de Chile. *Boletín INIA n° 135*

Ellena, M. 2012. Formación y sistemas de conducción del cerezo dulce. *Boletín INIA N° 247*.

Escalona, V., Battistoni, B., Valdebenito, W. Sagredo, K. 2019. Efecto de la atmósfera controlada sobre la calidad de cerezas Regina. Centro de Estudios Poscosecha, Universidad de Chile, Chile.

Estay, P. 2012. Abejas; Polinización según especie objetivo. *Boletin Inia n° 235*. Santiago, Chile. 47p.

Flores, C. 2017. Uso del cobertor anti-partidura y su efecto sobre la calidad y condición de la fruta y fisiología de cerezos (*Prunus avium* l.) cultivares Bing y regina (tesis de pregrado). Universidad de Talca, Talca, Chile.

Horvitz, S., Godoy, C., López, A. y Yommi, A. 2003. Application of Gibberellic Acid to ‘Sweetheart’ Sweet Cherries: Effects on Fruit Quality at Harvest and during Cold Storage. *Issues and Advances in Postharvest Hort*.

Joublan, J. y Claverie, J. 2004. El Cerezo, guía técnica. Universidad de Concepción. Fundación para la innovación agraria (FIA). Chillán. 334 p.

Kafkaletou, M., Christopoulos, M. V, Ktistaki, M., Sotiropoulos, T., y Tsantili, E. 2015. Influence of rain cover on respiration, quality attributes and storage of cherries (*Prunus avium* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 88(April), 87–96.

Kappel, F., Fisher-Fleming, B., y Hogue, E. 1996. *Fruit Characteristics and Sensory*.

Labra, E., Astudillo, O. y Riquelme, J. 2005. Fruticultura: Establecimiento de huertos de cerezos. Bolotin INIA n°130

Lang, G. 2009. High Tunnel Tree Fruit Production: The Final Frontier? Department of Horticulture, Michigan State University.

Lang, G. A. 2013. Tree fruit production in high tunnels: Current status and case study of sweet cherries. *Acta Horticulturae*, 987, 73–82.

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

Lang, G. A., Sage, L., & Wilkinson, T. 2016. Ten years of studies on systems to modify sweet cherry production environments: Retractable roofs, high tunnels, and rain-shelters. *Acta Horticulturae*, 1130, 83–89.

Lemus, G. 2005. El cultivo del cerezo. Boletín INIA N° 133. Instituto de Investigaciones Agropecuarias La Platina (INIA), Santiago. 34-43 p.

Linke, M., Herppich, W. y Geyer, M. 2010. Green peduncles may indicate postharvest freshness of sweet cherries. *Postharvest Biology and Technology*, 58, 135–141.

Mancilla, J. 2003. Fenología productiva y características de calidad de catorce cultivares de cerezo dulce (*Prunus avium* L.) en la localidad de Romeral, VII Región. Quillota, Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Agronomía. 21p.

Martínez-Navarrete, N. del Mar Camacho, M. y Martínez, J. 2008. Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. ELSEVIER. Volumen 12: 64-8.

Novoa, R, Villaseca, S. 1989. Mapa Agroclimático de Chile, 1raEdición, Instituto de Investigación Agropecuaria INIA, Santiago. 221 p.

ODEPA. 2018. Catastro frutícola. Oficina de estudios y políticas agrarias, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, Chile. [En línea] Recuperado en: <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/catastros-fruticolas/catastro-fruticola-ciren-odepa>

ODEPA .2019. CATASTRO FRUTÍCOLA PRINCIPALES RESULTADOS Región del Maule / Julio 2019. Oficina de estudios y políticas agrarias, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, Chile. [En línea] Recuperado en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/08/catastroMaule2019.pdf>

Portal frutícola. 2018. Exportaciones de cereza chilena superan niveles históricos. Recuperado en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/03/09/exportaciones-cereza-chilena-superan-niveles-historicos/>

ProChile. 2019. United Fresh 2019: Chile se presenta con su importante oferta en fruta fresca. Ministerio de Relaciones Exteriores, Gobierno de Chile. Recuperado de: <https://www.prochile.gob.cl/noticia/united-fresh-2019-chile-se-presenta-con-su-importante-oferta-en-fruta-fresca/>

ProChile. 2017. Estudio de Mercado cerezas. Documento elaborado por la Oficina Comercial de Chile en Hong Kong y Macao RAE's. Ministerio de Relaciones Exteriores, Gobierno de Chile, Chile. 20 p.

Prvulović, D., Malenčić, D., Popović, M., Ljubojević, M., Ognjanov, V., Star, N., y Burlat, B. B. 2011a. Phenolic compounds in sweet cherry (*Prunus avium* L.) petioles and their antioxidant properties. 5(11), 771–774.

Prvulović, D., Malenčić, Đ., Popović, M., Ljubojević, M., y Ognjanov, V. 2011b. Antioxidant properties of sweet cherries (*Prunus avium* L.)—Role of phenolic compounds. World Academy of Science, Engineering and Technology, 59(11), 1149–1152.

Quero-Garcia, J., Lezzoni, A., Pulawska, J. y Lang Gregory. 2017. Cherries Botany, Production and Uses. Reino Unido, CABI. 252-256 p.

Rehman, M. U., Rather, G. H., Dar, N. A., Mir, M. M., Iqbal, U., Mir, M. R., ... Hakeem, K. R. 2015. Causes and Prevention of Cherry Cracking: A Review. In Khalid Rehman Hakeem (Ed.), Crop Production and Global Environmental Issues (2015th ed., pp. 543–552).

Rodríguez, J. 2019. Caracterización de las variables de madurez en cerezo (*Prunus avium* L.) cv. Lapins bajo cubierta plástica (tesis de pregrado. Universidad de Talca, Talca, Chile.

Román, S. 2013. Efecto de la nutrición de la planta en la calidad del fruto de cerezo. Fedefruta.

Rubauskis, E., Skrīvele, M., Ruisa, S. y Feldmane D. 2013. Effects of voen cover on the growth and yield of two sweet cherry cultivars. PROCEEDINGS OF THE LATVIAN ACADEMY OF SCIENCES. 67(2), pp. 157–161.

Ruisa, S., Feldmane, D., Skrivele, M., Rubauskis, E., y Kaufmane, E. 2017. The effect of rain protective covering on sweet cherry fruit quality. Acta Horticulturae, 1161, 143–147.

Sánchez, J. 2019. Comportamientos del cerezo en ambientes modificados. Boletín técnico n° 109 POMÁCEAS. Unidad del Cerezo, Universidad de Talca, Chile.

Simon, G. 2006. Review on rain induced fruit cracking of sweet cherries (*Prunus avium* L.), its causes and the possibilities of prevention. International Journal of Horticulture Science, 12(3), 27–35.

Sotiropoulos, T., Petridis, A., Koukourikou-Petridou, M., Koundouras, S., Therios, I., Koutinas, N. y Pappa, M. 2014. Efficacy of using Rain Protective Plastic Films against Cracking of Four Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Cultivars. International Journal of Agriculture Innovations and Research, 2(6), 2314–1943.

Tapia, C. 2018. Factores determinantes en el potencial productivo y cerezos. Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. Chile

Tsantili, E., Rouskas, D., Christopoulos, M., Stanidis, V., Akrivos, J. y Papanikolaou, D. 2007. Effects of two pre-harvest calcium treatments on physiological and quality parameters in 'Vogue' cherries during storage. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82 (4), 657–663.

Unifruti. 2019. Cerezas Calibre, Chile. Recuperado de: <http://www.unifrutti.com/productos/carozos/cerezas/calibre/>

Valenzuela, L. 2012. Factores del huerto sobre la calidad y condición de la cereza. *Revista Frutícola*, 12(2): 4-16.

Wallberg, B. N., y Sagredo, K. X. 2014. Vegetative and reproductive development of "Lapins" sweet cherry trees under rain protective covering. *Acta Horticulturae*, 1058, 411–418.

Webster, A. y Looney, N. 2004. *Cherries: Crop Physiology, Production and Uses*. Reino Unido: Cab International. Pp. 203-204, p.298.

Yuri, j., Sánchez, J., Palma, M. y Sepúlveda, Á. 2019. El cerezo en Chile y los desafíos de la producción bajo cubierta anti-lluvia. Centro de Pomáceas, Universidad de Talca. Chile

Yuri, J.A., Hernández, O., Fuentes, M., González, J. y Torres, C. 2010. Partiduras en cerezas. Informativo Centro de Pomáceas. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Chile. 5 p.

Usenik, V., Zadavec, P., y Štampar, F. 2009. Influence of rain protective tree covering on sweet cherry fruit quality. *European Journal of Horticultural Science*, 74(2), 49–53.

Zoffoli, J. 2013, junio. Cómo mejorar la poscosecha de las cerezas. [en línea]. *El Mercurio*. Recuperado en : <https://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2013/06/20/Como-mejorar-la-poscosecha-de-las-cerezas.aspx>

7 Anexos

Cuadro 7. Fecha de Plena flor (PF), inicio de cosecha en el huerto y acumulación de grados días acumulados (GDA) desde PF a cosecha del tratamiento control (T₀), cubierta a dos aguas (T₁) y macrotúnel (T₂). Huerto Santa Carmen, comuna Sagrada Familia, Región del Maule, Chile. Temporada 2018-2019.

Tratamientos	PF	cosecha	GDA
Control	01-oct-18	01-dic-2018	393
Cubierta	26-sep-18	27-nov-2018	419
Macrotúnel	24-sep-18	19-nov-2018	415



Figura 1. Tratamientos: Control (izquierda), Cubierta convencional a dos aguas (centro) y Macrotúnel (derecha).



Figura 2. Apertura de los costados del macrotúnel (izquierda) y pliegue de la Cubierta a dos aguas (derecha).



Figura 3. Tabla utilizada para la medición del color y calibre

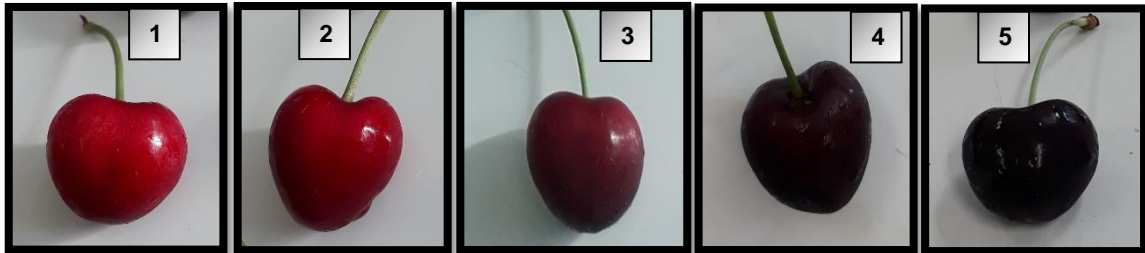


Figura 4. Escala de color y calibre: 1: Rojo Claro (22 mm); 2: Rojo (24 mm); 3: Rojo Caoba (26 mm); 4: Caoba Oscuro (28 mm) y 5: Negro (30 mm).

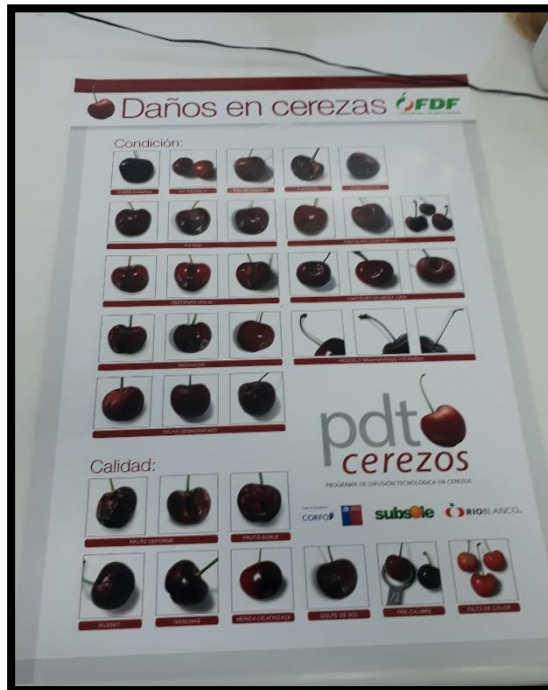


Figura 5. Tabla utilizada para medir las alteraciones y desordenes fisiológicos luego del almacenamiento de la fruta.