



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

**EVALUACIÓN DEL PARDEAMIENTO PEDICELAR DE
CEREZAS DURANTE EL ALMACENAJE**

MEMORIA DE TÍTULO

BÁRBARA PATRICIA SALAMANCA ZURITA

TALCA, CHILE

2020

CONSTANCIA

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



Talca, 2021

APROBACIÓN



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



Profesor co-guía: Ing. Agr. Miguel Palma Gutiérrez
Centro Pomáceas
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Talca

Fecha de presentación de Defensa de Memoria: 07 de enero de 2021.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi profesor guía José Antonio Yuri y al Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca, por otorgarme la oportunidad de realizar mi Memoria de Grado en la Unidad del Cerezo. Agradezco al equipo de trabajo que durante este periodo me brindo su apoyo y conocimiento: Javier Sánchez, Brenda Fuentes y especialmente a Miguel Palma, por dedicar parte de su valioso tiempo, consejos y disponibilidad.

Le agradezco a mi familia por ser mi red de apoyo durante mi carrera universitaria; a mi mamá por ser un pilar fundamental a lo largo de toda mi educación, por entregarme los valores y fuerza necesaria.

Por acompañarme en todo momento y brindarme cada día felicidad les agradezco a mis compañeras de vida, Perla, Violeta y Kika.

Finalmente, darles las gracias a mis compañeros y amigos, Felipe Encina, Paula Aguirre, Gisella Vergara y Matías Cancino, por su apoyo incondicional, cariño, risas y anécdotas.

RESUMEN

Las cerezas chilenas tradicionalmente son almacenadas entre 30 a 45 días desde la cosecha hasta su comercialización en los mercados de destino. Durante este periodo, la fruta tiende a deteriorarse debido a cambios químicos, fisiológicos y daños mecánicos. Uno de los atributos que más sufre cambios es la apariencia del pedicelo, debido a deshidratación y pardeamiento. Esta alteración genera una impresión negativa sobre la frescura de la fruta, disminuyendo las preferencias de compra de los consumidores.

En este estudio se evaluó el pardeamiento pedicelar en cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina', durante 1, 30 y 45 días de almacenaje y luego de 0, 60, 120 y 180 min de exposición a temperatura ambiente (25 °C). Se estimó el pardeamiento con criterio visual en severidad sano, leve, moderado y severo. A su vez, se cuantificó la actividad de la enzima Polifenol Oxidasa (PPO) y el contenido clorofilas totales (a y b) presentes en el pedicelo.

Los resultados indicaron que el pardeamiento pedicelar en los cvs. presentó una evolución distinta durante el almacenaje. Además, se apreció que la incidencia y severidad del pardeamiento fue mayor a medida que aumentó el tiempo de conservación. Respecto a la cuantificación de clorofilas totales en el pedicelo, se observó que las variedades que presentaban mayor contenido del pigmento fueron las que alcanzaron menor incidencia del daño, lo que indicaría una relación inversa entre estas variables. Por otro lado, la actividad de la PPO en el pedicelo de las cerezas no mostró una tendencia clara a lo largo del almacenaje en ninguna de las variedades, por lo que no se pudo establecer una relación entre la actividad de esta enzima con la evolución del pardeamiento pedicelar.

ABSTRACT

Chilean cherries are traditionally stored between 30 to 45 days of harvest to commercialization in different markets. During this period, the fruit tends to deteriorate due to chemical and physiological changes and mechanical damage. An attribute that more changes is the appearance of the pedicel, mainly due to dehydration and browning. This alteration generates a negative impression on the freshness of the fruit, reducing the consumer purchase preferences.

In this study, pedicel browning was evaluated in 'Santina', 'Lapins' and 'Regina' sweet cherries during 1, 30 and 45 days in storage and after 0, 60, 120 and 180 min of exposure to room temperature (25 °C). The pedicel browning was estimated with visual criteria in healthy, mild, moderate and severe severity. At the same time, it was quantified the activity of Polyphenol Oxidase (PPO) enzyme and the total chlorophyll content (a and b) present in the pedicel.

Results indicated that pedicel browning in cvs. presented a different evolution during storage. In addition, it was observed that the incidence and severity of browning was greater as the conservation time increased. Regarding the quantification of total chlorophylls in the pedicel, it was observed that the varieties that presented greater content of pigment were those that reached less incidence of damage, which would indicate an inverse relation between these variables. On the other hand, PPO activity in sweet cherry pedicel did not show a clear trend throughout storage in all varieties, so it was not possible to establish a relationship between the activity of this enzyme with the evolution of pedicel browning.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis.....	2
1.2 Objetivo general	2
1.3 Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Importancia económica del cerezo en Chile.....	3
2.2. Características del cerezo	3
2.3. Descripción varietal	3
2.4. Almacenaje en postcosecha de cerezas	4
2.5. Bolsas de Atmosfera Modificada (MAP)	4
2.6. Pardeamiento pedicelar.....	5
2.7. Actividad de la enzima Polifenol Oxidasa (PPO).....	5
III. MATERIALES Y MÉTODOS	7
3.1. Material vegetal y características del ensayo	7
3.2. Evaluaciones	7
3.2.1. Pardeamiento pedicelar.....	7
3.2.2. Contenido de clorofilas del pedicelo	8
3.3.2. Actividad de la enzima PPO en el pedicelo	8
3.3. Diseño experimental y análisis estadístico	8
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4.1. Pardeamiento pedicelar.....	9
4.2. Clorofilas totales.....	13
4.3. Actividad de la enzima Polifenol Oxidasa (PPO).....	16
V. CONCLUSIONES	20
VI. BIBLIOGRAFÍA	21

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Evaluación visual del pardeamiento pedicelar en cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' durante 1, 30 y 45 días de almacenaje inmediatamente después de la apertura de las bolsas a temperatura ambiente (25°C).	9
Cuadro 2. Concentración de clorofilas totales (mg/100 g PF) en cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' durante el día 1, 30 y 45 de guarda, inmediatamente después de la apertura de las bolsas a temperatura ambiente (25 °C).	13
Cuadro 3. Actividad de la enzima polifenol oxidasa (PPO) en el pedicelo de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' durante el día 1, 30 y 45 de guarda, inmediatamente después de la apertura de las bolsas a temperatura ambiente (25°C).	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Categorías de pardeamiento pedicelar en las variedades de cerezas 'Santina' (A), 'Lapins' (B) y 'Regina' (C).	7
Figura 2. Evaluación visual del pardeamiento pedicelar durante 1, 30 y 45 días de almacenaje en cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' inmediatamente después de la apertura de las bolsas a temperatura ambiente (25°C).	10
Figura 3. Pardeamiento pedicelar cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' durante 1, 30 y 45 días de almacenaje evaluado en cuatro tiempos de exposición (0, 60, 120 y 180 min).	12
Figura 4. Concentración de clorofilas totales (mg/100 g PF) durante el día 1, 30 y 45 de guarda en el pedicelo de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina', inmediatamente después de la apertura de las bolsas a temperatura ambiente (25°C).	14
Figura 5. Concentración de clorofilas totales en el pedicelo de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' durante 1, 30 y 45 días de guarda y en cuatro tiempos de exposición (0, 60, 120 y 180 min).	15
Figura 6. Actividad de la enzima polifenol oxidasa (PPO) durante el día 1, 30 y 45 de guarda en el pedicelo de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina', inmediatamente después de la apertura de las bolsas.	17
Figura 7. Actividad enzimática PPO de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' tras 1, 30 y 45 días de guarda en cuatro tiempos de exposición (0, 60, 120 y 180 min).	18

I. INTRODUCCIÓN

El cerezo (*Prunus avium* L.) es un árbol frutal originario de la región entre los Mares Negro y Caspio (Gill, 2012). En Chile, el cultivo de esta especie se encuentra en una fase de expansión progresiva, debido principalmente a su alta rentabilidad frente a otros frutales, y la incorporación de innovaciones en el proceso productivo que han facilitado su manejo (Ellena, 2006).

Chile cuenta con una superficie de 38.391 ha de cerezas. El volumen exportado durante la temporada 2019-2020 alcanzó las 228.548 t, siendo China el destino del 80% de los envíos (ODEPA- CIREN 2019).

Actualmente, el almacenaje de las cerezas se realiza en bolsas de atmosfera modificada (MAP) a 0 °C para reducir la respiración y prevenir el pardeamiento enzimático producido por la enzima Polifenol Oxidasa (PPO). Esta metodología permite extender la vida útil de la fruta y llegar al consumidor en óptimas condiciones (Kupferman, 2001).

Las cerezas exportadas deben cumplir con la calidad y condición que satisfaga las necesidades del consumidor (Luchsinger, 2017). Los atributos más apreciados son el tamaño, dulzor, aroma, crocancia, color y apariencia. Además, se considera el aspecto del pedicelo, ya que indica visualmente la frescura del producto (Vargas, 2017).

El pedicelo es un tejido herbáceo sin relación directa con el sabor del fruto. Sin embargo, sus características suelen ser un parámetro discriminatorio al momento de comprar, debido a que la deshidratación, pardeamiento o delgadez del pedicelo le otorgan un aspecto envejecido al fruto, reduciendo su valor comercial (Candan *et al.*, 2017). Entre los factores que se han asociado a la aparición del pardeamiento pedicelar, se encuentran: la susceptibilidad varietal, la temperatura, daños intracelulares, la actividad de la enzima PPO y la degradación de la clorofila (Mayer *et al.*, 1979). No obstante, escasa información hay disponible al respecto. Por ejemplo, pocos antecedentes se han encontrado acerca de la susceptibilidad de las principales variedades comerciales, lo cual podría aportar una perspectiva genética para comprender los orígenes del deterioro pedicelar.

El objetivo de este estudio fue describir la evolución del pardeamiento pedicelar y las variaciones del contenido de clorofilas totales y actividad de la PPO, en pedicelos de cerezas cvs. 'Lapins', 'Regina' y 'Santina', almacenadas en dos periodos (30 y 45 días) de atmósfera modificada.

1.1 Hipótesis

Las cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' presentan un desarrollo de pardeamiento pedicelar y variaciones bioquímicas diferentes durante el almacenaje en postcosecha.

1.2 Objetivo general

- Describir la evolución del pardeamiento pedicelar y las variaciones del contenido de clorofilas totales y actividad de la PPO en pedicelos de cerezas cvs. 'Lapins', 'Regina' y 'Santina', almacenadas en dos periodos (30 y 45 días) en atmósfera modificada.

1.3 Objetivos específicos

- Evaluar visualmente la evolución del pardeamiento en pedicelos de cerezas cvs. 'Lapins', 'Regina' y 'Santina', durante 1, 30 y 45 días de almacenaje en atmósfera modificada.
- Determinar el contenido de clorofilas totales en pedicelos de las cerezas cvs. 'Lapins', 'Regina' y 'Santina', durante 1, 30 y 45 días de almacenaje en atmósfera modificada.
- Cuantificar la actividad de la enzima polifenol oxidasa en pedicelos de las cerezas cvs. 'Lapins', 'Regina' y 'Santina', durante 1, 30 y 45 días de almacenaje en atmósfera modificada.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Importancia económica del cerezo en Chile

La exportación de cerezas en Chile ha tenido un crecimiento muy acelerado en la última década. En la temporada 2019-2020, el volumen de exportación alcanzó un *peak* histórico de 228.548 t de fruta enviada a más de 40 países. Esta cifra fue 27% más alta que la temporada anterior, siendo la Región del Maule la que mayor contribución aportó a los envíos, con 94.749 t (ODEPA-CIREN, 2019).

Durante la última temporada, la principal variedad exportada de cereza fue 'Lapins', con 71.900 t, que representó casi el 31% del total de envíos. En segundo y tercer lugar se encontraron 'Santina' y 'Regina', con 41.450 t (18%) y 30.676 t (13%) de cerezas exportadas, respectivamente (ODEPA-CIREN, 2019).

Entre las razones que explican el crecimiento de las exportaciones de cerezas chilenas, se encuentra la producción en contra estación, la cual permite que la fruta llegue a destino durante las fechas de menor oferta local. Además, las cerezas pueden llegar cerca del Año Nuevo Chino, que es el momento de mayor demanda de esta fruta en ese país (ProChile, 2017).

2.2. Características del cerezo

El cerezo (*Prunus avium* L.) es un árbol frutal originario de región ubicada entre los Mares Negro y Caspio (Gill, 2012). El árbol es caducifolio y puede llegar a medir hasta 25 m de altura en estado silvestre, con una fuerte dominancia apical (acrotonía). Las hojas son simples, ovado-oblongas y acuminadas (Grau, 2007).

En la mayoría de las variedades, las flores son autoestériles, con pétalos y sépalos de color blanco, numerosos estambres y un pistilo glabro (Grau, 2007). Los frutos corresponden a drupas, formadas por un carozo que contiene una semilla simple, cubierta por un tejido y mesocarpio carnoso (Lemus, 2005).

2.3. Descripción varietal

'Santina', es un cultivar de origen canadiense, obtenida de la cruce de los cultivares 'Stella' y 'Summit' (Ellena, 2006; Quero-García *et al.*, 2017). La variedad tiene un requerimiento de frío entre 600-800 h < 7 °C, es auto fértil y de cosecha temprana en la temporada. Los frutos se

caracterizan por presentar buenos atributos de calibre y firmeza con un pedicelo de longitud media a larga. Esto le ha conferido una valiosa y estable aceptabilidad en el mercado.

'Lapins' es una variedad auto fértil originada en Canadá, resultante de la cruce entre 'Van' y 'Stella'. La fruta alcanza un gran tamaño (25 a 30 mm), con piel y pulpa de color rojo. El árbol es erecto, vigoroso y muy productivo (Fadón *et al*, 2017).

'Regina' es una variedad originaria de Alemania (1891), proveniente del cruce entre 'Schneider's' y 'Rube'. Se caracteriza por producir frutos de alto calibre (> 26 mm), de color rojo muy oscuro, dulces, consistentes, y con pedicelo largo que facilita su cosecha. Esta variedad es la de cosecha más tardía en la temporada chilena. Entre los atributos más apreciados de la variedad, se encuentran su alta tolerancia a la partidura por las lluvias, y su productividad entre 12-18 t/ha (Ellena, 2012).

2.4. Almacenaje en postcosecha de cerezas

Las tecnologías de almacenamiento de cerezas intentan conservar la calidad de la fruta obtenida al momento de la cosecha, retrasando su ablandamiento, descomposición, senescencia y pardeamiento del pedicelo (Young *et al*, 1994).

La conservación de la fruta inicia con una reducción de la temperatura a 6-10 °C luego de la cosecha, y un descenso a 1-2 °C y humedad relativa de 90-95% durante la recepción y embalaje. El enfriamiento se realiza a unidades pequeñas para garantizar alta uniformidad. Durante el proceso, se debe poner atención a las temperaturas críticas de congelamiento, dado que, en función del contenido de sólidos solubles, la drupa puede congelarse a -2 °C y el pedicelo a -1 °C. Una vez embalada, la fruta es mantenida entre -0,5 y 0 °C y se embarca con una temperatura de pulpa de 0 °C (Zoffoli, 2000). Un manejo de conservación inadecuado puede producir una deshidratación y podredumbre en la fruta, lo cual aumenta los descartes durante la selección (INTA, 2013).

2.5. Bolsas de Atmosfera Modificada (MAP)

Las bolsas de atmosfera modificada (MAP) son envases activos capaces de cambiar su concentración de gases interna, utilizada en la conservación de frutas y vegetales frescos. Esta tecnología complementa la gestión de bajar la temperatura, para retrasar la senescencia, reducir desórdenes fisiológicos y retardar la descomposición en muchas frutas frescas y productos vegetales (Beaudry, 1999).

La modificación de la atmosfera comienza desde el sellado de la bolsa, con la respiración de la fruta, la cual hace bajar la concentración de oxígeno e incrementa la de dióxido de carbono, dentro de la misma. De esta forma, se logra una atmósfera de equilibrio en el interior del envase, que prolonga la vida útil de los productos, manteniendo su sabor y características organolépticas. La permeabilidad de las bolsas mantiene humedad alrededor del fruto, por lo que al mantenerlas entre 0 °C y 0.5 °C, se reduce la deshidratación y permite conservar la fruta por un prolongado período de tiempo (Kupferman *et al.*, 2001).

2.6. Pardeamiento pedicelar

El pedicelo de las cerezas es un tejido verde herbáceo que tiende a deshidratarse rápidamente por su alta relación superficie/volumen. Esta característica hace que los pedicelos se tornen de una coloración parda y aspecto delgado. La apariencia del pedicelo no tiene ninguna relación directa con el sabor ni consistencia del fruto, pero es un parámetro muy considerado entre las preferencias de los consumidores, ya que su deterioro da un aspecto envejecido al fruto y reduce significativamente su valor comercial (Candan *et al.*, 2007).

El pedicelo es uno de los parámetros de condición más afectados durante la conservación en postcosecha, aumentando la incidencia del deterioro a mayor tiempo de conservación. La deshidratación del pedicelo se produce por la pérdida de agua (2-4%) durante la cosecha, manifestándose el daño unos días después cuando ya es irreversible (Candan *et al.*, 2007). Otros factores implicados en el desarrollo del pardeamiento del pedicelo son la temperatura y la humedad relativa de almacenaje (Siegelman, 1952), dado que, la pérdida del contenido de agua del pedicelo aumenta a mayor temperatura y a menor humedad relativa.

También, la actividad de la enzima polifenol oxidasa estaría directamente relacionada con el pardeamiento enzimático, puesto que cataliza la oxidación de diversos compuestos fenólicos que por polimerización dan como resultado el color pardo (Vámos *et al.*, 1981). A su vez, el surgimiento de daños intracelulares debido a estrés físico o ambiental, o por el ataque de patógenos, también aumentan el daño pedicelar (Mayer *et al.*, 1979).

2.7. Actividad de la enzima Polifenol Oxidasa (PPO)

Las PPOs son enzimas intracelulares ubicadas en los plastidios. Estas enzimas catalizan las reacciones dependientes de oxígeno y participan en el pardeamiento enzimático de frutas y verduras, acelerando la oxidación de compuestos fenólicos a estructuras poliméricas de color

marrón. Esta reacción modifica las propiedades sensoriales y nutricionales de los vegetales, y perjudica la calidad de comercialización (Zawitowski *et al.*, 1991).

El pardeamiento enzimático genera graves pérdidas económicas en la industria agrícola y alimentaria. En frutas y verduras puede ser controlado mediante métodos físicos, como la reducción de oxígeno mediante el uso de bolsas de atmosfera modificada (Tenesaca *et al.*, 2016); y con la aplicación de inhibidores del pardeamiento (1-MCP y ClO₂). También, a través del mejoramiento genético, seleccionando cultivares menos susceptibles al daño (Mayer *et al.*, 1979).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Material vegetal y características del ensayo

El material vegetal correspondió a pedicelos de cerezas de los cultivares 'Santina', 'Lapins' y 'Regina', provenientes de la selección en un packing comercial de la empresa Frusan S.A., ubicado en la comuna de San Fernando, Región de O'Higgins, durante la temporada 2019-2020.

La fruta fue embalada en bolsas MAP (*PacLife*) y cajas de cartón de 2,5 kg, las cuales fueron almacenadas a 0 °C y 85% de humedad relativa en las cámaras de frío convencional del Centro del Pomáceas (CP) de la Universidad de Talca, por 1, 30 y 45 días.

Para cada cultivar se asignaron 9 cajas, evaluándose 3 cajas (una caja por repetición) por fecha de medición.

3.2. Evaluaciones

3.2.1. Pardeamiento pedicelar

El pardeamiento pedicelar fue evaluado de manera visual mediante una escala de severidad generada para cada variedad (**Figura 1**). La incidencia y severidad fue determinada inmediatamente después de la apertura de las bolsas, en 4 tiempos de observación (0, 60, 120 y 180 min) y 3 tiempos de almacenaje (1, 30 y 45 días), a 3 repeticiones de 25 frutos por variedad.

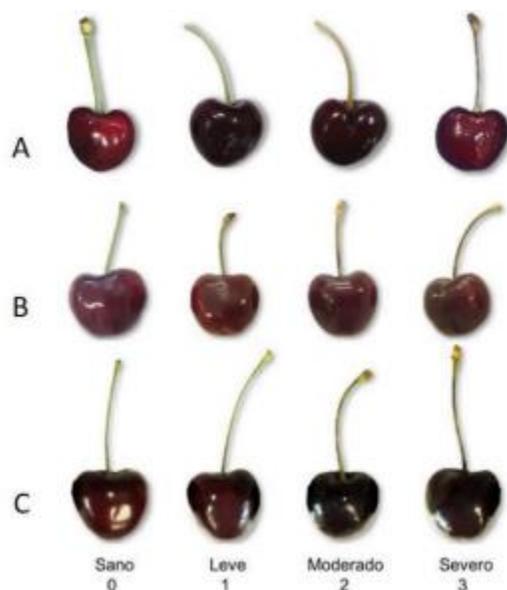


Figura 1. Categorías de pardeamiento pedicelar en las variedades de cerezas 'Santina' (A), 'Lapins' (B) y 'Regina' (C).

3.2.2. Contenido de clorofilas del pedicelo

El contenido de clorofilas de los pedicelos se obtuvo mediante el método desarrollado por Lichtenthaler (1987), el cual se basa en la extracción liposoluble del pigmento con solvente orgánico.

La determinación se realizó a una muestra de 1,5 g de pedicelos provenientes de alrededor de 33 frutos. Los pedicelos fueron triturados y macerados en 500 μ L de acetona 80% por 24 h de reposo a 4 °C. Pasado este tiempo, se centrifugó a 3.000 r.p.m. (400 g) por 3 min y se extrajo el sobrenadante. Luego, la muestra se lavó con 500 μ L de acetona 80% y se juntó con el primer extracto. La absorbancia se midió a 470, 647 y 663 nm con un espectrofotómetro Pharo 300 (Merck KGaA, Darmstadt, Alemania).

3.3.2. Actividad de la enzima PPO en el pedicelo

Se realizó una evaluación de la actividad de la enzima Polifenol Oxidasa (PPO) en los pedicelos de las cerezas, luego de 0, 60, 120 y 180 min posterior a la apertura de las bolsas, a los 1, 30 y 45 días de conservación. La cuantificación fue realizada mediante el protocolo descrito por Vaidya *et al.* (2006), el cual estima la actividad de la enzima por unidad de tiempo, a través del cambio de color de la solución, producido por el pardeamiento enzimático.

La extracción de la enzima se realizó a una muestra de 1,5 g de pedicelo pulverizado con nitrógeno líquido, los que se disolvieron en 10 mL de tampón acetato pH 5, 0,1 g de polietinglicol (PEG) y 0,1 g de polivinil-polipirrolidona (PVPP). Luego, se centrifugó a 13.400 r.p.m (16.000 g) durante 30 min a 4°C. Más adelante, se mezcló 0,4 mL del extracto con 0,5 mL de catecol (sustrato) y 1,25 mL de tampón fosfato. La absorbancia fue medida a 420 nm con un espectrofotómetro Pharo 300 (Merck KGaA, Darmstadt, Alemania), con intervalos de 25 s durante 1 min- Se interpretó como unidades de PPO a la variación de unidades de absorbancia por minuto, expresando la actividad en 0,001 Δ Abs₄₂₀/min*mL.

3.3. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental fue completamente al azar (DCA). El análisis estadístico se realizó con el programa Statgraphics versión 18-X64, utilizando un análisis de varianza simple (ANDEVA) entre los factores: variedad, tiempo de almacenaje y tiempo de exposición. Además, se realizó una separación de medias con el Test LSD, considerando diferencias estadísticas con un valor $p \leq 0,05$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Pardeamiento pedicelar

Los resultados mostraron diferencias significativas en la sensibilidad de las variedades al pardeamiento pedicelar durante el almacenaje. El **Cuadro 1** contiene el porcentaje de pardeamiento pedicelar en los cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina', clasificado en base a la incidencia y severidad del síntoma en sano, leve, moderado y severo, tras 1, 30 y 45 días de almacenaje.

Cuadro 1. Evaluación visual del pardeamiento pedicelar en cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' durante 1, 30 y 45 días de almacenaje inmediatamente después de la apertura de las bolsas a temperatura ambiente (25°C).

Día	Cultivar	Sano	Leve	Moderado	Severo
1	'Santina'	63 a	28 a	9 b	0
	'Lapins'	93 b	7 a	0 a	0
	'Regina'	85 b	15 a	0 a	0
	Sign.	**	n.s.	*	-
	Valor P	0,00	0,12	0,02	-
30	'Santina'	16 ab	52 a	28 b	4 a
	'Lapins'	0 a	89 b	11 a	0 a
	'Regina'	21 b	76 b	3 a	0 a
	Sign.	n.s.	**	**	n.s.
	Valor P	0,11	0,00	0,00	0,12
45	'Santina'	0	68 a	28 b	4 a
	'Lapins'	0	87 b	13 ab	0 a
	'Regina'	0	100 b	0 a	0 a
	Sign.	-	**	*	n.s.
	Valor P	-	0,01	0,02	0,12

Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según Test LSD ($p \leq 0,05$). n.s= no significativo; * = significativo ($p \leq 0,05$); **= altamente significativo ($p \leq 0,01$).

Tras la apertura de las bolsas, en el día 1 de almacenaje, las variedades 'Lapins' y 'Regina', presentaron el menor porcentaje de deterioro y pardeamiento pedicelar, con un 7 y 15% de daño respectivamente. En tanto 'Santina' mostró el mayor deterioro con un 37%.

En cambio, luego de 30 días de almacenaje, 'Lapins' mostró el mayor porcentaje de deterioro pedicelar, pero la mayoría con severidad leve. Mientras que 'Santina' fue la variedad más susceptible al pardeamiento, presentado un 84% incidencia, con un 28% moderado y 4% severo, siendo la única que alcanzó este nivel de severidad. Por otro lado, 'Regina' fue la variedad que presentó la menor incidencia y evolución del síntoma.

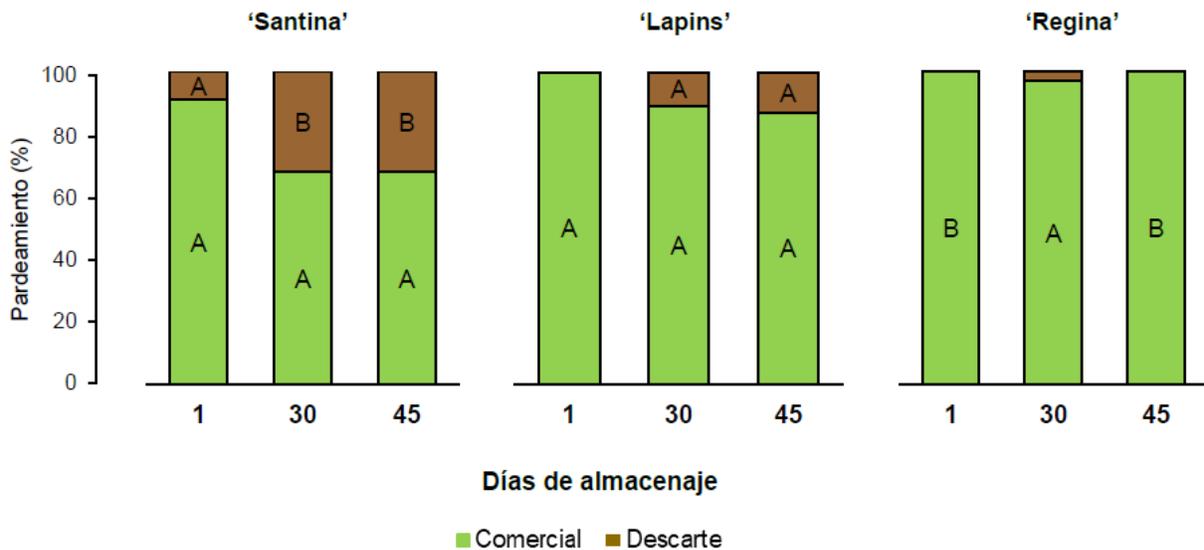
Finalmente, tras 45 días de almacenaje, 'Santina' continuó mostrando la mayor incidencia y severidad de pardeamiento pedicelar, con un 4% de sus pedicelos con deterioro severo. En

cambio, 'Lapins' y 'Regina' conservaron mejor el verdor del pedicelo, presentado mayoritariamente deterioro leve.

Hansen (1999) indica que los pedicelos de 'Lapins' suelen ser sensibles al pardeamiento, puesto que su tamaño largo y delgado los hace más susceptibles a lesiones físicas y fisiológicas. Sin embargo, los resultados del presente estudio mostraron una baja evolución del daño para esta variedad.

Las diferencias en la susceptibilidad al pardeamiento pedicelar de los cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina', deben ser un factor a considerar en los tiempos y metodologías de almacenaje para cada una de ellas.

Respecto al cambio en la condición de los pedicelos de cada variedad durante el almacenaje, los resultados mostraron un aumento significativo en la incidencia y severidad del pardeamiento pedicelar. La **Figura 2** muestra la evolución del pardeamiento pedicelar tras 1, 30 y 45 días, en cada variedad. Se clasificó como fruta comercial aquellas cerezas con pedicelos considerados sanos y leves. Por el contrario, pedicelos con daño moderado y severo, fueron clasificados como descarte, respectivamente.



Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según Test LSD ($p \leq 0,05$).

Figura 2. Evaluación visual del pardeamiento pedicelar durante 1, 30 y 45 días de almacenaje en cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' inmediatamente después de la apertura de las bolsas a temperatura ambiente (25°C).

La variedad 'Santina' inicialmente presentó 91% de fruta comercial con pedicelos verdes, sin embargo, transcurridos 30 y 45 días de almacenaje, la severidad del síntoma se incrementó a un 34 y 32% respectivamente de daño moderado y severo.

Por otro lado, 'Lapins' en el día 1 presentó un 100% de pedicelos verdes. Sin embargo, luego de 30 y 45 días de almacenaje la incidencia del daño aumentó en un 11 y 13%. No obstante, entre los dos tiempos de guarda, el deterioro de los pedicelos no presentó una evolución significativa.

En cuanto a 'Regina', fue la variedad que presentó la mejor condición del pardeamiento pedicelar durante el almacenaje, mostrando un 100% de pedicelos verdes al día 1 y 45 de guarda. Sin embargo, tras 30 días presentó un 3% de expresión del daño.

Los resultados del presente estudio indican que el deterioro pedicelar aumenta a medida que es mayor el tiempo de almacenaje. También, se han observado tendencias parecidas en el raquis de zarzaparrilla, sufriendo deshidratación y pérdida de turgencia, que afectan la calidad y apariencia del fruto (Leod, 2014). Así como con el raquis de uva de mesa, debido a la liberación de agua del tejido durante la postcosecha (Retamales *et al*, 2003).

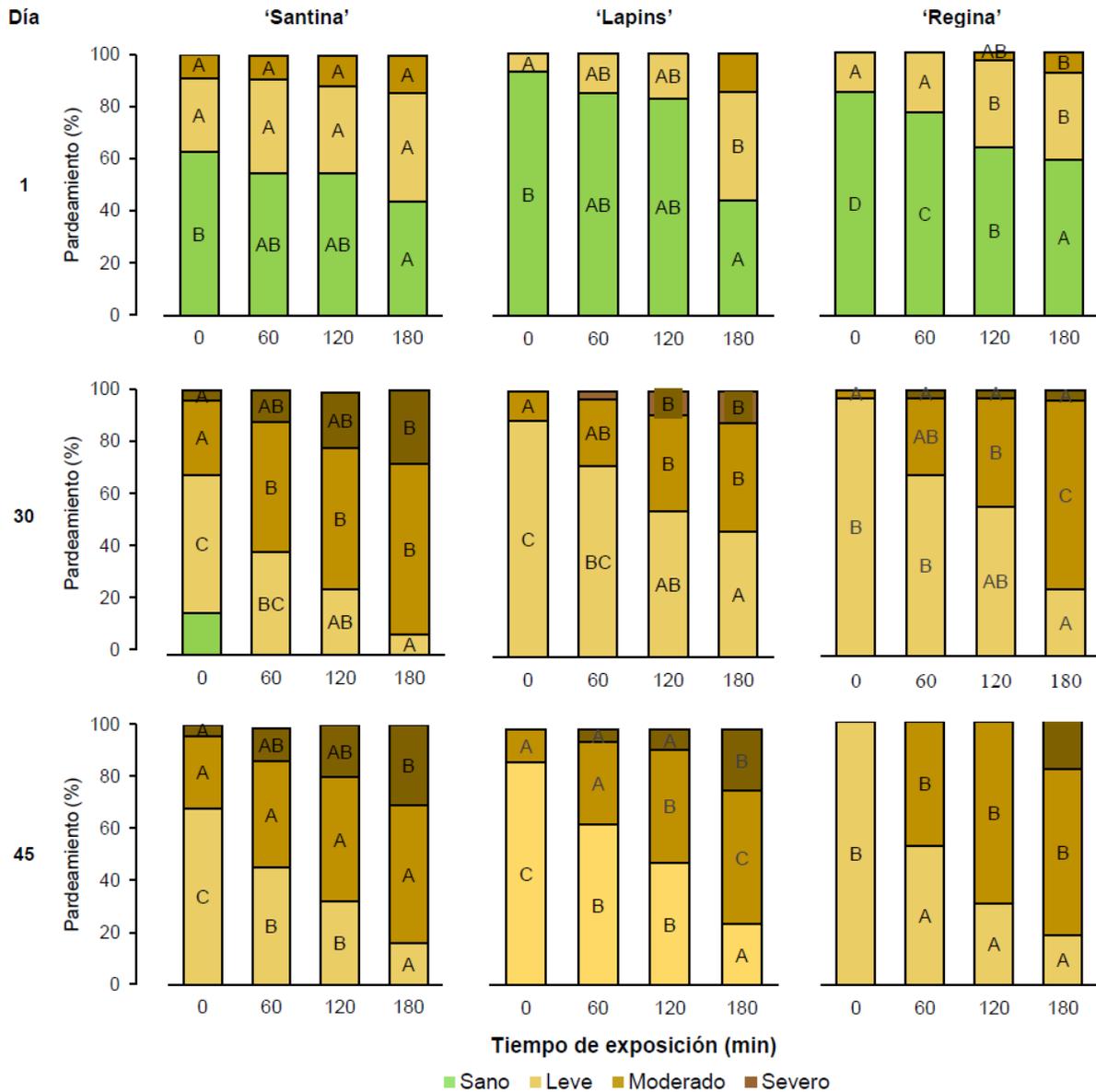
En cuanto a la evolución del pardeamiento pedicelar luego de la apertura de las bolsas, los resultados mostraron un aumento significativo en la incidencia y severidad del síntoma durante los tiempos de exposición a condiciones ambientales. La **Figura 2** muestra la evolución del pardeamiento pedicelar de los cvs., luego de 0, 60, 120 y 180 min posterior a la apertura de las bolsas, tras 1, 30 y 45 días de guarda.

En general, luego de abiertas las bolsas la condición de los pedicelos presentó variaciones graduales en los tiempos de exposición. En el día 1 de almacenaje, se aprecia que el menor porcentaje de daño pedicelar lo presentó 'Lapins', seguido por 'Regina' y finalmente 'Santina'. Las tres variedades mostraron una mínima evolución del síntoma durante los 180 min de observación. Estos resultados concuerdan con los descritos por Zoffoli (2000), quien observó mínimas variaciones en el pardeamiento pedicelar en 'Lapins' al momento de la cosecha, manteniéndose en un rango de 0 y 1 (0: verde y 5: pardo) a temperatura ambiente (25 °C).

Tras 30 días de almacenaje, la incidencia del daño pedicelar se acrecentó en las tres variedades. No obstante, la evolución del síntoma fue similar entre ellas. 'Lapins' y 'Regina' presentaron la mejor condición, conservando la mayor parte de sus pedicelos en la categoría leve

hasta los 180 min de exposición. Por otro lado, 'Santina' mostró el pardeamiento pedicelar más grave, alcanzando un 28% de pedicelos con daño severo al tiempo final de exposición.

Transcurridos 45 días de almacenaje, se presentó el mayor y más acelerado deterioro pedicelar en 'Lapins' y 'Regina'. En 'Santina' se observó una evolución similar a la del día 30.



Promedios en cada categoría seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según test LSD ($p \leq 0,05$).

Figura 3. Pardeamiento pedicelar cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' durante 1, 30 y 45 días de almacenaje evaluado en cuatro tiempos de exposición (0, 60, 120 y 180 min).

En cerezas el pedicelo es un indicador de frescura, por lo que su pardeamiento genera una disminución del valor comercial del fruto. Zoffoli y Rodríguez (2014) postulan que para reducir la incidencia y severidad del pardeamiento durante el almacenaje en atmosfera modificada, la concentración de CO₂ y O₂ debe ser de 5-10% y 8 -10% respectivamente.

En base a los resultados de este estudio, se observó que las cerezas cvs. 'Lapins' y 'Regina' conservaron un mayor porcentaje de pedicelos verdes durante la postcosecha, y 'Santina' presentó el mayor y más veloz deterioro pedicelar, aunque sin diferencias entre los 30 y 45 días. Finalmente, tras la apertura de las bolsas, la condición de los pedicelos mostró variaciones graduales durante los 180 min de exposición a condiciones ambientales.

4.2. Clorofilas totales

Los resultados mostraron que las variedades presentan diferencias significativas en la concentración de clorofilas totales en el pedicelo durante el almacenaje. El **Cuadro 2** muestra el contenido de clorofilas totales (a y b) en el pedicelo de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' tras 1, 30 y 45 días, inmediatamente después de la apertura de las bolsas (0 min).

Cuadro 2. Concentración de clorofilas totales (mg/100 g PF) en cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' durante el día 1, 30 y 45 de guarda, inmediatamente después de la apertura de las bolsas a temperatura ambiente (25 °C).

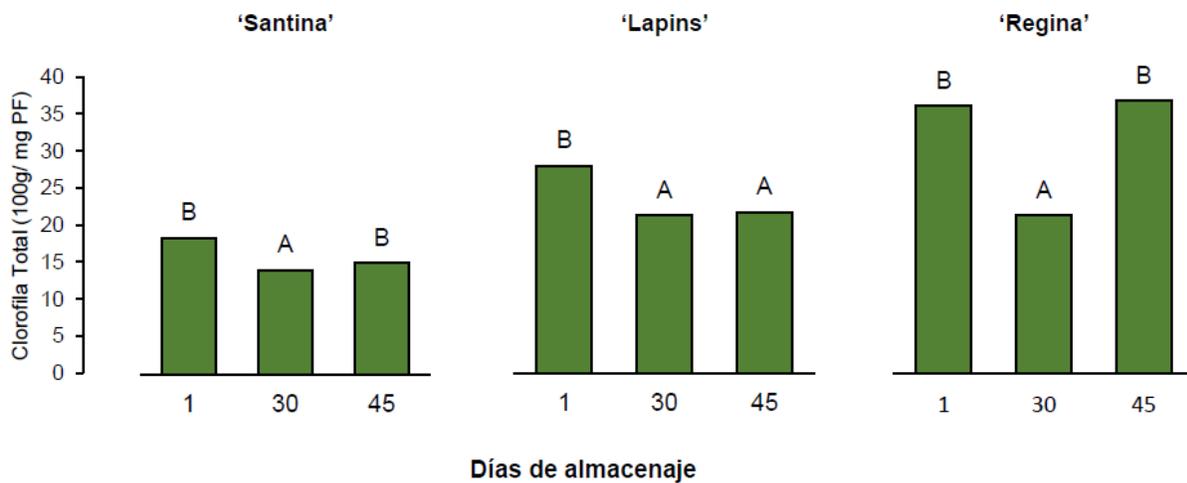
Día	Variedad	Clorofilas Totales (mg/100 g PF)
1	'Santina'	18 a
	'Lapins'	27 b
	'Regina'	34 c
	Sign. Valor P	** 0,00
30	'Santina'	14 a
	'Lapins'	21 b
	'Regina'	30 c
	Sign. Valor P	** 0,00
45	'Santina'	15 a
	'Lapins'	21 b
	'Regina'	35 c
	Sign. Valor P	** 0,00

Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según Test LSD (p≤0,05). n.s: no significativo; *: significativo (p≤0,05); **: altamente significativo (p≤0,01).

Las variedades 'Lapins' y 'Regina' fueron las que presentaron las mayores concentraciones de clorofilas totales a lo largo de los días 1, 30 y 45 de almacenaje y 'Santina' la que obtuvo la menor concentración de este pigmento.

Wang *et al.*, (2014) afirman que el pardeamiento pedicelar es el resultado de la pérdida de agua durante la postcosecha, daños en la integridad de la membrana, oxidación por la enzima polifenol oxidasa y degradación de la clorofila.

En relación con el cambio en el contenido de clorofilas totales en el pedicelo de cada variedad durante el almacenaje, los resultados mostraron diferencias significativas en la concentración de este pigmento. La **Figura 4** contiene la concentración de clorofilas totales (a y b) tras 1, 30 y 45 días luego de la apertura de las bolsas, en el pedicelo de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina'.

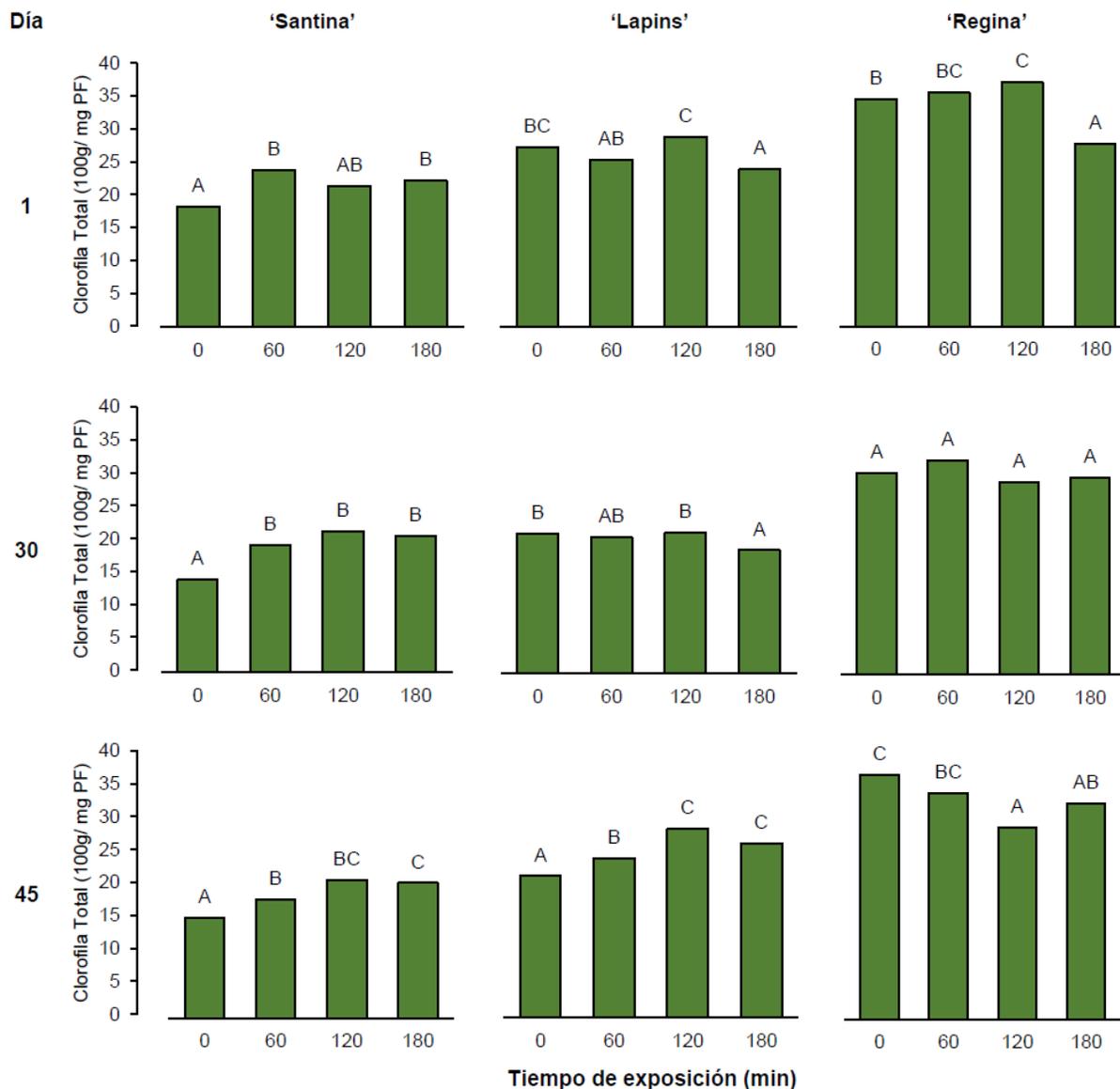


Promedios en cada categoría seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según test LSD ($p \leq 0,05$).

Figura 4. Concentración de clorofilas totales (mg/100 g PF) durante el día 1, 30 y 45 de guarda en el pedicelo de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina', inmediatamente después de la apertura de las bolsas a temperatura ambiente (25°C).

Las concentraciones de las clorofilas totales en las variedades 'Santina' y 'Lapins' presentan un descenso significativo entre el inicio y termino del almacenaje, pero sin variaciones entre los días 30 y 45. Por otro lado, los resultados muestran que el contenido de clorofilas totales en 'Regina' tendieron a descender durante el almacenaje.

Respecto a la evolución en el contenido de clorofilas totales luego de la apertura de las bolsas, los resultados mostraron mínimas variaciones durante los tiempos de exposición. La **Figura 3** muestran los cambios en la concentración de clorofilas totales de los cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina', luego de 0, 60, 120 y 180 min posterior a la apertura de las bolsas, tras 1, 30 y 45 días de guarda.



Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según Test LSD ($p \leq 0,05$).
 n.s: no significativo; *: significativo ($p \leq 0,05$); **: altamente significativo ($p \leq 0,01$).

Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según Test LSD ($p \leq 0,05$).
 n.s: no significativo; *: significativo ($p \leq 0,05$); **: altamente significativo ($p \leq 0,01$).

Figura 5. Concentración de clorofilas totales en el pedicelo de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' durante 1, 30 y 45 días de guarda y en cuatro tiempos de exposición (0, 60, 120 y 180 min).

La concentración de clorofilas totales se mantuvo relativamente estable en las tres variedades durante los tiempos de exposición a temperatura ambiente. Se observa que 'Lapins' y 'Regina' presentan las concentraciones más altas de clorofilas totales a lo largo de los días 1, 30 y 45 de almacenaje y durante los tiempos de exposición. Por otro lado, 'Santina' fue la variedad que obtuvo la menor concentración de este pigmento.

Matile y Hortensteiner (1999) estiman que la disminución del diámetro del pedicelo está asociada con el aumento de la salida de agua tras temperaturas cálidas, pero que esto no es la causa del pardeamiento, sino que es el resultado de la degradación de la clorofila que implica actividad enzimática. Sin embargo, investigaciones afirman que la aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP) y dióxido de cloro (ClO₂) podrían retrasar la degradación de la clorofila en el pedicelo de cerezas, reduciendo la respiración y la tasa de producción de etileno (Wei *et al.*, 2019).

La clorofila es el compuesto químico presente en el pedicelo de las cerezas responsable de la coloración verde. Los resultados mostraron que la concentración fue mayor en cerezas cvs. 'Lapins' y 'Regina' y a su vez estas variedades presentaron la mejor condición pedicelar durante el almacenaje.

En general, en todas las variedades el contenido de clorofilas totales descendió durante el almacenaje, pero se mantuvo estable durante los tiempos de exposición a temperatura ambiente.

4.3. Actividad de la enzima Polifenol Oxidasa (PPO)

Los resultados mostraron que las variedades presentan diferencias significativas en la actividad de la enzima polifenol oxidasa en el pedicelo en los días 1 y 30 de almacenaje. El **Cuadro 3** muestra la actividad de la enzima PPO en cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' durante 1, 30 y 45 días de almacenaje tras la apertura inmediata de las bolsas.

Cuadro 3. Actividad de la enzima polifenol oxidasa (PPO) en el pedicelo de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' durante el día 1, 30 y 45 de guarda, inmediatamente después de la apertura de las bolsas a temperatura ambiente (25 °C).

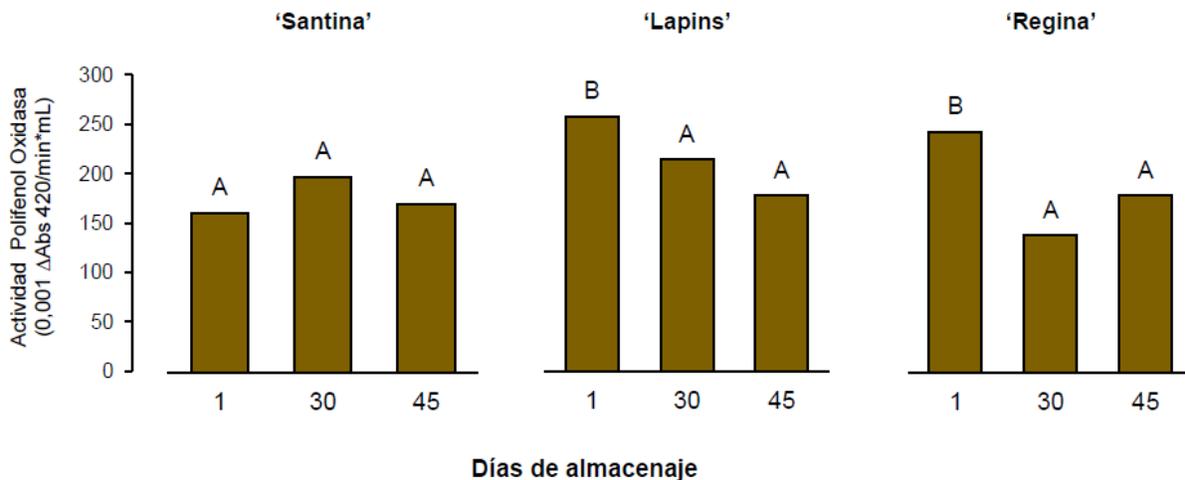
Día	Variiedad	Actividad de Polifenol Oxidasa (PPO) (0,001 ΔAbs420/min*mL)
1	'Santina'	161 a
	'Lapins'	249 b
	'Regina'	236 b
	Sign. Valor P	* 0,02
30	'Santina'	197 b
	'Lapins'	207 b
	'Regina'	136 a
	Sign. Valor P	** 0,01
45	'Santina'	167 a
	'Lapins'	183 a
	'Regina'	162 a
	Sign. Valor P	n.s. 0,5

Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según Test LSD ($p \leq 0,05$).
n.s.: no significativo; *: significativo ($p \leq 0,05$); **: altamente significativo ($p \leq 0,01$).

En general, el comportamiento de la enzima PPO es diferente entre las variedades durante el almacenaje. Al día 1, las variedades 'Lapins' y 'Regina' presentaron la mayor actividad de la enzima y 'Santina' la menor. Luego de 30 días, 'Santina' y 'Lapins' presentaron la mayor actividad, mientras que 'Regina' mostró los valores más bajos. Finalmente, transcurridos 45 días de almacenaje, la actividad de la PPO no mostró diferencias entre los cultivares.

Schick y Toivonen (2002) afirman que el pardeamiento del pedicelo de las cerezas es el resultado de la pérdida de la integridad de la membrana, lo que permite a la enzima polifenol oxidasa y sustancias polifenólicas mezclarse en las células dañadas y dar como resultado el pardeamiento de los tejidos. Sin embargo, los resultados de este estudio no mostraron una tendencia clara de la actividad de la PPO durante los días de almacenaje, ni tampoco se observó una relación entre la incidencia del pardeamiento en las variedades y la actividad de la enzima.

Respecto a la actividad de la enzima PPO en el pedicelo de cada variedad durante el almacenaje, los resultados mostraron una tendencia hacia una disminución de la actividad de la enzima. La **Figura 6** muestra la actividad de la enzima PPO en el pedicelo de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' a los 0 min entre los 1, 30 y 45 días de guarda.



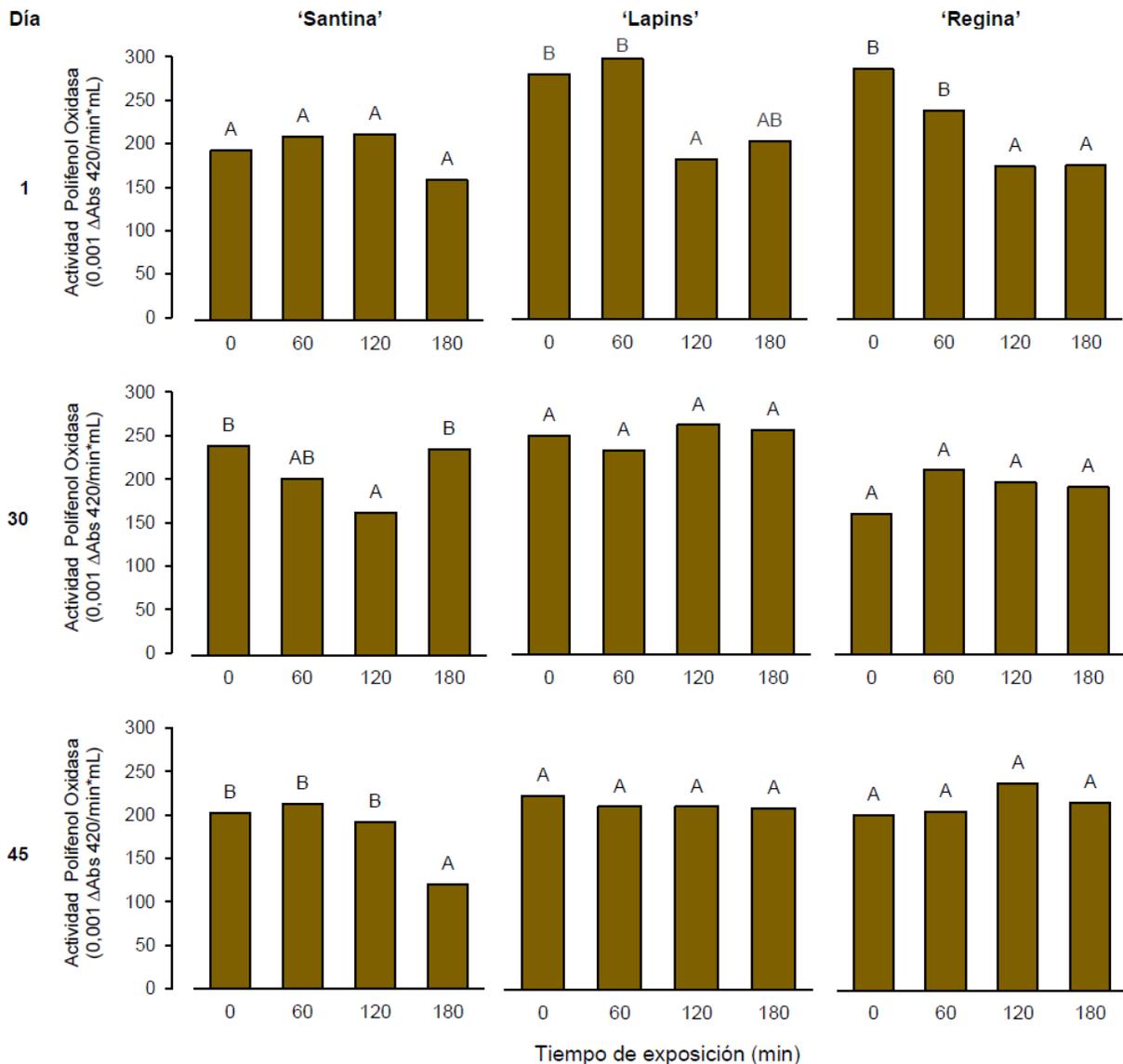
Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según Test LSD ($p \leq 0,05$).

Figura 6. Actividad de la enzima polifenol oxidasa (PPO) durante el día 1, 30 y 45 de guarda en el pedicelo de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina', inmediatamente después de la apertura de las bolsas.

La actividad de la PPO no mostró diferencias significativas durante los días de almacenaje en la variedad 'Santina'. Por otro lado, en 'Lapins' y 'Regina' si existieron diferencias significativas entre los días 1-30 y 1-45 mostrando una tendencia descendente en la activada esta, sin

embargo, no se observaron diferencias en la actividad de la enzima entre los días 30 y 45 de almacenaje en las tres variedades.

Con relación a la actividad de la PPO luego de la apertura de las bolsas, se observaron algunas diferencias durante los tiempos de exposición (0, 60, 120 y 180 min) en los días 1, 30 y 45 de guarda, aunque sin una tendencia clara (**Figura 7**).



Promedios en una columna seguidos por la misma letra no difieren estadísticamente, según Test LSD ($p \leq 0,05$).
n.s: no significativo; *: significativo ($p \leq 0,05$); **: altamente significativo ($p \leq 0,01$).

Figura 7. Actividad enzimática PPO de cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' tras 1, 30 y 45 días de guarda en cuatro tiempos de exposición (0, 60, 120 y 180 min).

Pese a que algunas investigaciones han encontrado una asociación entre la PPO y el pardeamiento (Kupferman, 2001), los resultados de este estudio mostraron que tras la apertura de las bolsas no se apreció una tendencia definida en el comportamiento de la enzima, por lo que no se podría concluir una relación directa con la evolución del pardeamiento pedicelar. Esto coinciden con lo descrito por Schick (2001), quien no encontró una correlación entre el pardeamiento pedicelar y la actividad de la PPO. Por otro lado, Lizana (1995) tampoco halló una asociación directa entre la PPO y el pardeamiento del raquis de la vid.

Según Schick (2001), los cambios en la coloración del pedicelo serian causa de su extremada sensibilidad a las lesiones, debido a su estructura física, y también a los factores ambientales que afectan al desarrollo de este síntoma. Los mayores daños ocurrirían cuando la humedad relativa es menor y la temperatura es mayor.

V. CONCLUSIONES

El pardeamiento pedicelar en cerezas cvs. 'Santina', 'Lapins' y 'Regina' presentó una evolución distinta durante el almacenaje. 'Santina' fue la variedad que mostró la mayor incidencia y severidad de pardeamiento pedicelar, mientras que 'Lapins' y 'Regina' las que más mantuvieron su verdor.

Por otro lado, se observó que a medida que avanza el tiempo de conservación de las cerezas, el deterioro pedicelar aumenta. Además, se apreció una evolución diferente del daño entre las variedades.

El contenido de clorofilas totales fue distinto entre las variedades. La mayor concentración se encontró en 'Regina', seguida por 'Lapins' y finalmente 'Santina'. A lo largo del almacenaje, las tres variedades tendieron a mostrar una disminución del contenido del pigmento, aunque con iguales resultados entre los 30 y 45 días de guarda. Se observó que las variedades que presentaban mayor contenido de clorofilas fueron las que alcanzaron menor incidencia del daño, lo que indicaría una relación inversa entre estas variables.

La actividad de la PPO en el pedicelo de las cerezas no mostró una tendencia clara a lo largo del almacenaje en ninguna de las variedades, por lo que no se puede establecer una relación entre la actividad de esta enzima con la evolución del pardeamiento pedicelar.

Futuras investigaciones debiesen evaluar la concentración de clorofilas totales y la actividad de la enzima PPO a pedicelos clasificados en base a su severidad de pardeamiento, con la finalidad de encontrar una mejor asociación entre las variables.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Albirraga, M. 2011. Evaluación del comportamiento en postcosecha de tres variedades de cerezas, con aplicaciones de calcio y ácido giberélico en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA Tamel Aike N°2-12.

ASOEX. 2019. 209 mil toneladas de cerezas exportadas chilenas. Recuperado en: <https://www.asoex.cl/component/content/article/25-noticias/>. Consultado el: 20 de junio 2020.

Barberán, F. A. y Espín, J. C. 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(9): 853-876.

Beaudry. R.M, 1999. Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. *Postharvest Biology and Technology* 15: 293-303.

Blando, F., Gerardi, C., y Nicoletti, I. 2004. Sour cherry (*Prunus cerasus* L) anthocyanins as ingredients for functional foods. *BioMed research international* 5: 253-258.

Candan, A. P., Raffo, D., Gomila, T., y Colodner, A. 2017. Pautas para el mantenimiento de la calidad de cerezas frescas. Instituto de Nutrición y Tecnología en alimentos. Consultado el: 1 de agosto del 2020

Candan, A. P., Romero, S., y Jara, G. 2007. Uso de Atmósferas modificadas en cerezas cv. Lapins. Instituto de Nutrición y Tecnología en alimentos, EEA Alto Valle, 11.

Ellena. M. 2012. Formación y Sistemas de Conducción del Cerezo Dulce. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA, 247. Recuperado en: http://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/31928/Boletin_INIA_247.pdf?sequence=1&isAllowed=y, Consultado el: 2 de octubre del 2020.

Grau, P. 2007. Cultivo del cerezo en el secano interior de la región del Bío-Bío. Boletín INIA N° 63. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chillán. 158 p.

Leod, C. 2014. Producción de zarzaparrilla roja. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA, 286. Recuperado en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/kampenaike/boletines/NR39642.pdf> Consultado el: 28 de octubre del 2020.

Luchsinger, L. 2017. Impacto de la postcosecha en la calidad de frutas de exportación. Revista RedAgrícola, Chile. Recuperado en: <https://www.redagricola.com/cl/impacto-de-la-postcosecha-en-la-calidad-de-frutas-de-exportacion/> Consultado el: 29 de noviembre del 2020.

Ellena, M. 2006. Cultivo del cerezo para la zona sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA, 135.

Fandón, E., Sallán, C., Andreu, J., y Rodrigo, J. 2017. Variedades autocompatibles del cerezo. Revista de Fruticultura 53: 24-31.

Gil, G. 2001. Madurez de la fruta y manejo de post cosecha. Santiago. Ediciones Universidad católica de Chile.

Gill, G. 2012. Fruticultura: La producción de fruta de climas templados y subtropical. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Grau, P. 2007. Cultivo del cerezo en el secano interior de la Región del Bío-Bío. Boletín INIA N° 63. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chillán. 158 p.

Hansen, M. 1990. Extra steps needed to grow firm Lapins. Good Fruit Grower 50: 12-13.

Kupferman, E., y Sanderson, P. 2001. Temperature management and modified atmosphere packing to preserve sweet cherry quality. Postharvest Information Network 1: 1-9.

Lizana, A. 1995. Antecedentes generales de calidad y control en uva de exportación. En Manejo de la uva de exportación. Universidad de Chile. Fac. Cs. Agrarias y Forestales. Santiago, Chile. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 43: 50-57.

Lemus, G. 2005. El cultivo del cerezo. Boletín INIA N° 133. 255p. Instituto de investigaciones agropecuarias, centro regional de la investigación La Platina, Santiago, Chile.

Luchsinger, L. 2017. Impacto de la postcosecha en la calidad de frutas de exportación. Recuperado en: <https://www.redagricola.com/cl/impacto-de-la-postcosecha-en-la-calidad-de-frutas-de-exportacion/>. Consultado el: 13 de marzo del 2020.

Matile, P., y Hortensteiner, S., 1999. Chlorophyll degradation. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 50: 67-95.

Mayer, A. M. 1986. Polyphenol oxidases in plants-recent progress. Phytochemistry 26(1): 11-20.

Mayer, A y Harel, E. 1979. Polyphenol oxidases in plants. Phytochemistry 18: 193-215.

Morante Carriel, J. 2014. Distribución, localización e inhibidores del polifenol oxidasas en frutos y vegetales usados como alimento. Ciencia y Tecnología 7(1): 23-31.

ODEPA. 2019. Exportaciones de frutas y hortalizas frescas. Oficina de estudios y políticas agrarias, Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, Chile. [En línea] Recuperado en: <https://www.odepa.gob.cl/certificado-fitosanitario>. Consultado el 10 de mayo del 2020.

ODEPA. 2019. Estadísticas agropecuarias. Disponible en <http://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/ficha-nacional-y-regionales>. Consultado el 10 de mayo del 2020.

ODEPA-CIREN. 2018. Catastros frutícolas 2016-2018. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, Chile. Recuperado en: <https://reportes.odepa.gob.cl/#/catastro-superficie-fruticola-regional>. Consultado el: 30 de noviembre del 2019.

PacLife. 2018. PacLife. Disponible en: https://www.poscosecha.com/es/empresas/paclife/_id:62744/. Consultado el 15 de marzo del 2020.

ProChile. 2017. Estudio de mercado de cerezas. Recuperado en: https://www.prochile.gob.cl/wp-content/uploads/2017/09/pmp_cerezas_hong_kong_2017.pdf Consultado el: 21 de agosto del 2020.

Quero-García, J., Lezzoni, A., Putawska, J., & Lang, G. 2017. Cherries: Botany, production and uses. Centre for Agricultural Bioscience International (CABI). Boston, USA. 533 p.

Reed, N. (1995). Commercial considerations for modified atmospheric packaging of cherries Tree Fruit Postharvest J. 6:11.17. Consultado el: 1 de octubre del 2020.

Retamales, J., Defilippi, B., Arias, M., Castillo, P. y Manríquez, D. 2003. High CO₂ controlled atmosphere reduce decay incidence in Thompson Seedless and Red Globe table grapes. Postharvest Biology and Technology 29: 177-182.

Schick, J. L., y Toivonen, P. M. 2002. Reflective tarps at harvest reduce stem browning and improve fruit quality of cherries during subsequent storage. Postharvest Biology and Technology 25(1): 117-121.

Schick, J. L. 2001. Stress physiology of pedicel browning in sweet cherries (Doctoral dissertation, University of British Columbia).

Siegelman, H. W. 1952. Brown discoloration and shrivel of Cherry stems. Journal of the America Society for Horticultural Science. 61: 265-269.

Tenesaca, Y., y Geovanny, M. 2016. Métodos utilizados para evitar el pardeamiento enzimático y no enzimático en el puré de banano en la industria alimenticia. Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud. Recuperado en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7588/1/yupangui.pdf>. Consultado el: 30 de junio del 2020.

Vámos-Vigyázó, L., y Haard, N. F. 1981. Polyphenol oxidases and peroxidases in fruits and vegetables. Critical Reviews in Food Science & Nutrition 15(1): 49-127.

Vargas, V. 2017. Fruticultura de alto calibre. Revista MundoAgro 96: 14-20.

Wang, Y., Bai, J., y Long, L. E. 2015. Quality and physiological responses of two late-season sweet cherry cultivars 'Lapins' and 'Skeena'to modified atmosphere packaging (MAP) during simulated long distance ocean shipping. Postharvest Biology and Technology 110: 1-8.

Wang, Y., Xie, X., & Long, L. E. 2014. The effect of postharvest calcium application in hydro-cooling water on tissue calcium content, biochemical changes, and quality attributes of sweet cherry fruit. Food chemistry, 160, 22-30.

Wei, F., Fu, M., Li, J., Yang, X., Chen, Q., & Tian, S. 2019. Chlorine dioxide delays the reddening of postharvest green peppers by affecting the chlorophyll degradation and carotenoid synthesis pathways. *Postharvest Biology and Technology*, 156, 110939.

Young, C. y Kupferman, E. 1994. In field hydro cooling- Cherry temperature management. Tree Fruit Postharvest Journal 5: 20-2.

Zawitkowski, J., Biliaderis, C. y Michael, N. 1991. Polyphenol oxidase, pp. 217-273. En Robinson, D.S. y Eskin N.A.M. (eds.). Oxidative Enzymes in Foods. Elsevier Applied Science, London. 314 p.

Zhao, H., Maorun, F, Du, Y., Sun, F., Chen, Q., Jin, T., Zhang, Q. & Lui, B. Improvement of fruit quality and pedicel color of cold stored sweet cherry in response to pre-storage 1-methylcyclopropene and chlorine dioxide treatments: Combination treatment of 1-MCP plus ClO₂ improves post-harvest quality of sweet cherry fruit. *Scientia Horticulturae*, 277, 109806.

Zoffoli, J. P. 2000. Evaluación Crítica del Manejo Poscosecha de Cerezas. Disponible en: https://www.agrotechnologia.es/index_htm_files/Cerezas%20y%20Durofel.pdf. Consultado el: 22 de septiembre del 2020.

Zoffoli, J.P., y Rodriguez, J. 2014. Fruit temperature affects physical injury sensitivity of sweet cherry during postharvest handling. *Acta Horticulturae* 1020: 111–114.