

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO A BASE DE EXTRACTO DE MAQUI EN
CEREZA (*PRUNUS AVIUM* L.)**

POR

FRANCISCO JAVIER NAVARRETE LARA

**MEMORIA PRESENTADA A LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN – CHILE
2022**

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO A BASE DE EXTRACTO DE MAQUI EN
CEREZA (*PRUNUS AVIUM* L.)**

POR

FRANCISCO JAVIERA NAVARRETE LARA

**MEMORIA PRESENTADA A LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN – CHILE
2022**

Aprobada por:

Profesor Asociado, María Dolores López B.

Lic. Química, Dr. Cs. Químicas.

Guía

Profesor Asociado, Richard Bastías I.

Ing. Agrónomo, Mg. Hort. Ph.D.

Asesor

Profesor Asociado, Luis Seminario S.

Ing. en industrias alimentarias, Dr. Cs.

Asesor

Profesor Asociado, Guillermo Wells M.

Ing. Agrónomo, Mg. Cs.

Decano

TABLA DE CONTENIDO

	Página
Resumen.....	1
Summary.....	1
Introducción.....	2
Materiales y métodos.....	6
Resultados y discusión.....	9
Conclusión.....	21
Referencias.....	21

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

		Página
Figura 1	Pérdida (%) en diámetro polar y ecuatorial en cerezo cv. 'Regina' a lo largo de 24 días de evaluación.....	12
Figura 2	Evolución de sólidos solubles de cereza cv 'Regina' para 3 tratamientos durante 24 días de postcosecha.....	13
Figura 3	Evaluación del pH en cereza cv. 'Regina' para 3 tratamientos de recubrimientos durante 24 días de postcosecha.....	14
Figura 4	Evaluación de la acidez en cereza cv. 'Regina', para 3 tratamientos de recubrimientos durante 24 días de postcosecha.....	15
Figura 5	Evaluación de los compuestos polifenólicos y antocianinas en cv. Regina para 3 tratamientos de recubrimientos en cereza durante 24 días de postcosecha.....	21
Tabla 1	Evolución del diámetro ecuatorial (mm) de cereza cv. 'Kordia', 'Sweetheart' y 'Regina' para 4 tratamientos durante 24 días de postcosecha.....	10
Tabla 2	Evolución del diámetro polar (mm) de cereza cv. 'Kordia', 'Sweetheart' y 'Regina' para 4 tratamientos durante 24 días de postcosecha.....	11
Tabla 3	Parámetros físico-químicos (sólidos solubles, pH y acidez) evaluados en cereza cv 'Kordia', 'Sweetheart' y 'Regina' con recubrimientos comestibles.....	16
Tabla 4	Evolución de los polifenoles totales (mg GAE 100 g ⁻¹) de cereza cv 'Kordia', 'Sweetheart' y 'Regina' para 4 tratamientos durante 24 días de postcosecha.	17

Tabla 5	Evolución de antocianinas totales (mg de cianidina 3-glucósido 100 g ⁻¹) de cereza cv 'Kordia', 'Sweetheart' y 'Regina' para 4 tratamientos durante 24 días de postcosecha.....	19
---------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

APLICACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO A BASE DE EXTRACTO DE MAQUI EN CEREZA (*PRUNUS AVIUM* L.)

APPLICATION OF A MAQUI EXTRACT-BASED COATING ON CHERRY (*PRUNUS AVIUM* L.)

Palabras índice adicionales: tecnología de postcosecha, alginato

RESUMEN

La cereza dulce (*Prunus avium* L.) es una de las frutas más apreciadas por los consumidores. Sin embargo, sus cualidades organolépticas pueden deteriorarse rápidamente después de la cosecha debido a su tasa de respiración y la actividad metabólica. Esto da lugar a pérdida de ciertas características físicas (calibre, cambio de color), organolépticas (sólidos solubles totales), y de compuestos bioactivos (contenido de polifenoles y antocianos). En los últimos años se ha observado un interés creciente en el uso de recubrimientos comestibles para mantener la calidad de la fruta, dentro de los cuales están algunos polisacáridos como el alginato. La combinación de estos recubrimientos con extractos naturales aportaría compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de un recubrimiento combinando alginato con un extracto de hojas de maqui. La aplicación de alginato con extracto de maqui como recubrimiento en cerezas fue eficaz para evitar cambios fisicoquímicos de la fruta en postcosecha y a la vez logró mantener un alto contenido de compuestos fenólicos y antocianos (158 mg GAE 100 g⁻¹ y 47 mg de cianidina 3-glucósido 100 g⁻¹ para 'Kordia'). Esto permitió evitar la oxidación de la fruta y aportar beneficios a la salud humana.

SUMMARY

Sweet cherry (*Prunus avium* L.) is one of the most valued fruits by consumers. However, its organoleptic qualities can deteriorate rapidly after harvest due to its respiration rate and metabolic activity. Therefore, the loss of certain physical characteristics (size, color change), organoleptic characteristics (total soluble solids), and bioactive compounds (content of polyphenols and anthocyanins) are

observed. In recent years, there has been a growing interest in the use of edible coatings to maintain the quality of the fruit, among which are some polysaccharides such as alginate. The combination of these coatings with natural extracts would provide bioactive compounds with antioxidant properties. Therefore, the objective of this work was to analyze the effect of a coating combining alginate with an extract of maqui leaves. The application of alginate with maqui extract as a coating on cherries was effective in avoiding postharvest physicochemical changes in the fruit and at the same time anticipating maintaining a high content of phenolic compounds and anthocyanins (158 mg GAE 100 g⁻¹ and 47 mg of cyanidin 3-glucoside 100 g⁻¹ in 'Kordia'). This allowed avoiding the oxidation of the fruit and providing benefits to human health.

INTRODUCCIÓN

La cereza (*Prunus avium*) es nativa de Europa y Asia occidental y ahora se cultiva ampliamente en todo el mundo (Webster y Looney, 1996; lezzoni, 2008). Pertenece a la familia de las Rosáceas, al género *Prunus*, subespecie *Cerasus* y sección *Eucerasus*. Existen tres especies principales de frutos de cerezo; cerezas dulces (*P. avium*), agrias (*P. cerasus*) y molidas (*P. fruticosa* Pall.), pero entre las tres especies, de importancia comercial global están las cerezas dulces y agrias (lezzoni, 2008). La cereza dulce corresponde a una drupa, compuesta por tres capas de tejido, el exocarpio correspondiente a una capa protectora muy delgada, el mesocarpio o parte carnosa e intermedia de la fruta y finalmente el endocarpio rodeando la semilla (Bastías *et al.*, 2014). La cereza es un fruto verdadero derivado del ovario, cuyo desarrollo se produce rápidamente a post anthesis (Luo *et al.*, 2014), y a 55 días aproximadamente (dependiendo del cultivar) desde la polinización se tiene una fruta completamente madura (Ren *et al.*, 2010). La cereza dulce es una fruta clasificada como no climatérica (Ren *et al.*, 2010), que posee un patrón de crecimiento bifásico o doble sigmoideo (Ren *et al.*, 2010; Luo *et al.*, 2014), representado por dividir el periodo de desarrollo del fruto en tres etapas de desarrollo diferenciado en los tejidos. La cereza, es interesante además porque es rica en compuestos beneficiosos para la salud como el ácido ascórbico, antocianinas, β-caroteno y otros compuestos fenólicos (Mulabagal *et al.*, 2009;

Ferretti *et al.*, 2010). Se ha reportado que estos fitoquímicos poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerosas y antidiabéticas (Kris-Etherton *et al.*, 2002). Sin embargo, la corta temporada de cerezas y su naturaleza altamente perecedera limitan la disponibilidad de cerezas frescas en el mercado.

Dentro del sector frutícola se producen cerca de 5 millones de ton de fruta, de las cuales se exportan 3,4 millones como fruta fresca, generando más de USD 7.155 millones anualmente (Apey, 2019). Las cerezas son de las frutas más populares del mundo con una producción mundial de aproximadamente 2,25 millones de ton en 2014, siendo Chile el primer exportador frutícola del hemisferio sur. En este sentido, sólo en la temporada 2018 - 2019 exportó 220.000 ton de cereza (Pefaur, 2020).

Al hablar de fruta y hortalizas es importante enfocarse en su apariencia, ya que es un atributo de calidad importante para los consumidores (Crisosto *et al.*, 2003), donde la uniformidad en el color y tamaño de la fruta, el color intenso, la piel brillante y sin defectos, y tener tallos de apariencia fresca, verde y turgente sin dorado ni decoloración son importantes características (Bolin, 1982). En el caso de las cerezas, sus tallos son un componente importante de la aceptabilidad (Dever *et al.*, 1996) y aunque los tallos de cereza no se consumen, los consumidores usan el tallo como un indicador de frescura (Kappel *et al.*, 1996). Por otro lado, la dulzura, el color, la firmeza, el peso y tamaño de la fruta son los índices más importantes de la calidad y madurez, influyendo altamente en la aceptación de estas frutas (Ballistreri *et al.*, 2013).

Todos estos atributos pueden sufrir modificaciones durante el periodo de postcosecha, lo cual puede deberse a cambios fisiológicos, daños físico-mecánicos causados por manipulación, compresión, o impacto, daño químico y descomposición por microorganismos (considerado como una causa patológica), lo que se verá reflejado como deshidratación, pérdida de peso, así como variaciones en la cantidad de ácidos orgánicos o azúcar (sacarosa, sólidos solubles, entre otros) presentes en el fruto. En este sentido, un aumento rápido en el contenido de polifenoles en postcosecha podría ser un indicador de degradación de la fruta.

Cada año, cerca del 20 al 40 % de las pérdidas postcosecha de los cultivos de frutas se producen por daños mecánicos, microbianos y fisiológicos. El desarrollo y la evaluación de tecnologías de manejo postcosecha, para garantizar la inocuidad

de los productos, constituye un objetivo importante a considerar (FAO, 2017). Por su parte, las cerezas frescas son altamente perecederas y su vida útil es relativamente corta debido a sus tasas moderadas de actividad respiratoria y su susceptibilidad a la rápida descomposición microbiológica durante el almacenamiento (Bolin, 1982).

La principal técnica de postcosecha, utilizada para mantener la calidad de la fruta durante el almacenamiento es la optimización de la temperatura tanto de almacenamiento como de transporte. Por lo tanto, la temperatura de almacenamiento y el control de la humedad son factores críticos para limitar la pérdida de agua y la deshidratación de la fruta y el tallo, así como los cambios de otras características físico-químicas. Para frutas no climatéricas, como la cereza, las cámaras de conservación postcosecha deben estar en temperaturas de enfriamiento (1 a 5 °C), no de congelación y humedad relativa entre 80 al 95 % (Correia *et al.*, 2017) para obtener la máxima calidad y vida útil (Bolin, 1982). Además de mantener la cadena de frío, se utilizan otras técnicas algunas de ellas aún en fase de investigación. En general, existen cuatro categorías de tratamientos/manejo postcosecha para mejorar la vida de almacenamiento; (1) atmósfera controlada (CA) y envasado en atmósfera modificada (MAP), (2) recubrimientos comestibles, (3) irradiación, y (4) manejo alternativo de la descomposición postcosecha. Sin embargo, estas técnicas a menudo se utilizan en combinación con la cadena de frío para maximizar la vida útil y la calidad (Chockchaisawasdee *et al.*, 2016).

Los recubrimientos comestibles se han utilizado para prolongar la vida útil de las frutas y verduras al actuar como una película semipermeable, creando así una atmósfera modificada alrededor para minimizar la pérdida de agua y reducir la tasa de respiración del producto (Park, 1999). Los recubrimientos comestibles también se han utilizado para el mantenimiento de la calidad de la fruta de cereza durante el almacenamiento y se ha demostrado que mejoran su apariencia, vida útil y calidad (Aday y Caner, 2010; Díaz-Mula *et al.*, 2012). Varios tipos de recubrimientos como alginato, gelatina, carboximetilcelulosa, quitosano, proteína de suero aislada, laca, cloruros de calcio, goma de almendra, goma arábiga, gel de aloe vera y ácido β -aminobutírico han sido reportados como recubrimientos comestibles para las

cerezas (Rojas-Argudo *et al.*, 2005; Martínez-Romero *et al.*, 2006; Mahfoudhi y Hamdi, 2015). Además, se ha informado que las cerezas recubiertas tienen una vida útil más larga y parámetros de calidad mejorados como firmeza, pérdida de peso, antocianinas totales, contenido de sólidos solubles, contenido de ácido ascórbico y color externo en comparación con las frutas no recubiertas (Aday y Caner, 2010; Díaz-Mula *et al.*, 2012).

El alginato es un polisacárido natural extraído de algas marinas de la familia de las *Phaeophyceae* que tiene una fuerte afinidad por el agua. Este biopolímero es utilizado en la industria alimentaria por sus propiedades coloidales como emulsionante, espesante y por algunos efectos bactericidas e incluso tiene una función de recubrimiento (Acevedo *et al.*, 2012). Se ha demostrado que su efectividad mejora con la incorporación de cualquier agente antioxidante o antimicrobiano. El alginato comprende propiedades coloidales como espesamiento, estabilización, entre otras y, por lo tanto, podría usarse efectivamente en el recubrimiento y la preparación de películas (Benavides *et al.*, 2012). Los estudios sobre la aplicación del recubrimiento de alginato en frutas enteras han demostrado el aumento de la vida útil de la fresa (Peretto *et al.*, 2017), mandarina (Chen *et al.*, 2016), uvas (Aloui *et al.*, 2014), cereza (Díaz-Mula *et al.*, 2012), tomate (Zapata *et al.*, 2008) y durazno (Maftoonazad *et al.*, 2008).

La adición de antioxidantes a los revestimientos comestibles mejorará la funcionalidad del revestimiento y se ha visto que moléculas como ácido ascórbico, ácido cítrico y α -tocoferol añadidas a las matrices de recubrimiento previenen la oxidación, degradación y la decoloración (Bolin, 1982). Además, se han estudiado variados extractos como el de vainilla, gel de aloe vera, semillas de uva y aceites esenciales como el de orégano y limón en diferentes tipos de revestimientos de goma, alginato y quitosano. En muchos de estos estudios se preserva o mejora el peso, firmeza, apariencia, el contenido polifenólico y disminuye la deshidratación y la tasa de respiración (Tsaniklidis *et al.*, 2017).

Por lo tanto, el uso de revestimiento con alginato, con compuestos con alta capacidad antioxidante como el ácido ascórbico o un extracto de hojas de maqui podría reducir el deterioro de la fruta. En este trabajo, se estudió un recubrimiento de alginato con extractos de hoja de maqui en postcosecha para preservar las

cerezas de los cv. 'Sweetheart', 'Kordia' y 'Regina' y mejorar sus características fitoquímicas. Para esto se evaluó la evolución de los parámetros físico-químicos de estos tres cultivares de cereza con y sin la aplicación de recubrimientos comestibles.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se trabajó con tres cultivares de cereza ('Sweetheart', 'Kordia' y 'Regina') obtenidos de diferentes predios perteneciente a la comuna de Pinto (Provincia de Diguillín, Región de Ñuble (36°S, 71°O)) cosechadas en enero 2019.

Preparación del recubrimiento de alginato

El alginato sódico (Sigma Aldrich, St. Louis, USA) se preparó utilizando 2 % de alginato, es decir, 2 g disueltos en 100 mL de agua con agitación continua (tratamiento 1, T1). Para el tratamiento 2 (T2) se añadió ácido ascórbico 2 % con alginato, y el tratamiento 3 (T3) se llevó a cabo con alginato + extracto de hojas de maqui 2 %. Estas hojas fueran lavadas, secadas y dispersadas en 100 mL de agua destilada seguido de agitación en un baño de agua a 70 °C durante 2 min para extraer los compuestos fenólicos. Un tratamiento control (C) con agua fue también aplicado. Todos los tratamientos se realizaron sumergiendo los frutos dos veces en la solución de alginato durante 1 min para asegurar la uniformidad del recubrimiento de toda la superficie. Después de sumergirlos, se pasaron a una solución de cloruro de calcio 40 g L⁻¹ por 1 min y las frutas recubiertas se dejaron secar a temperatura ambiente durante 30 min. Después, las frutas se mantuvieron en una cámara controlada a 2 °C y una humedad relativa del 88 %. Se tomaron al azar lotes de cada réplica y tratamiento a los tiempos de 0, 2, 7, 14 y 24 días de almacenamiento. Se determinó pH, acidez, sólidos solubles, polifenoles totales y antocianinas a los 4 tratamientos (C, T1, T2 y T3), todos ellos por triplicado.

Análisis de las propiedades físicas y químicas de los frutos

Todos estos análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis Químico del Departamento de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán.

Medición de diámetro ecuatorial y polar: se midió el diámetro tanto ecuatorial como polar con un pie de metro digital VWR® Digital Calipers.

Se trituraron frutos de cereza con ultra-turrax®, que fueron utilizados en las siguientes mediciones:

Medición de pH: se utilizó el instrumento Marca INOLAB SERIE PH7110.

Medición de sólidos solubles: se determinaron los grados Brix (°Brix) en frutos de cerezo triturados utilizando un instrumento refractómetro marca DIGITAL APL-1 ATAGO.

Medición de acidez: se diluyeron 10 g de triturado de la muestra en 150 mL de agua destilada y se mezcló con un agitador magnético. Luego se tituló con una bureta con solución de NaOH 0,1 M hasta llegar a pH 8. Con el volumen total de NaOH 0,1 M gastado en la titulación se calculó el porcentaje de acidez, según la fórmula:

$$\% \text{ acidez} = \frac{\text{Vol. NaOH} \times 0,1 \text{ M NaOH} \times 0,064 \text{ miliequivalente ácido málico}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

Donde: el porcentaje de acidez (% acidez) se expresó como gramos equivalentes de ácido málico (g) 100^{-1} g de peso fresco; Vol. NaOH: volumen de NaOH gastado (mL).

Extracción y determinación de antioxidantes

La extracción de antioxidantes se realizó utilizando 0,5 g de triturado de la muestra y se trató con 5 mL de metanol/agua/ácido fórmico (25:24:1/v:v:v). Se dispuso en ultrasonido marca BRANSON 5800 durante 1 h, luego se dejaron reposar a 4 °C durante 24 h. Al siguiente día se utilizó nuevamente el ultrasonido durante 1 h para posteriormente centrifugar (centrifuga marca L-535R) a 3.500 rpm durante 5 min. Finalmente se conservó el sobrenadante con el que se trabajó en los análisis descritos a continuación.

Determinación de polifenoles totales

Se utilizó el ensayo de Folin Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1965). Para ello se confeccionó una curva de calibración de ácido gálico como estándar. Posteriormente se midió la absorbancia de las muestras a una longitud de onda de 760 nm a través de un espectrofotómetro UV/vis Thermo Scientific Orion AquaMate 8000 (Madrid, Spain), al cual se agregó a cada vial 120 µL de reactivo de Folin Ciocalteu 1 N, 25 µL de la muestra, 1,62 mL de agua y finalmente 340 µL de la disolución de carbonato de sodio al 20 %, luego de reposar por 2 h en oscuridad.

Se utilizó el agua como blanco. El contenido de polifenoles se expresó como mg equivalente ácido gálico 100 g^{-1} de peso fresco.

Determinación de antocianinas totales

Se aplicó el ensayo de pH diferencial (Lee *et al.*, 2005). Para ello, se utilizaron dos soluciones, una de cloruro de potasio (KCl) $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 1 y otra de acetato de sodio ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$) $0,4 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 4,5. De cada extracto obtenido previamente se separaron en dos muestras con 0,1 mL cada una y se agregaron a dos tubos por separado. Luego, al tubo 1 se le agregó 2,9 mL de solución tampón KCl y al tubo 2 se le agregaron 2,9 mL de tampón $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$. Posteriormente se leyó la absorbancia a 510 y 700 nm en un espectrofotómetro Thermo Scientific™ Orion AquaMate 8000 (Madrid, Spain). Una vez finalizadas las lecturas se utilizó la siguiente fórmula para la absorbancia final:

$$A = (A_{510} - A_{700})_{\text{pH } 1} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH } 4,5}$$

Donde: A = absorbancia UV/vis en diferentes longitudes de onda y según el pH.

Con el valor de absorbancia final, se puede calcular el contenido de antocianinas totales:

$$AT = \frac{A \times 1.000 \times (\text{PM})449,2}{(\epsilon) 26.900} \times \frac{3.000}{100} \times \frac{5}{1.000\text{g} \times \text{g muestra}} \times 100$$

Donde: AT= antocianinas totales; PM= peso molecular de cianidina-3-glucósido; ϵ = absorptividad molar.

Los datos fueron expresados como mg de cianidina 3-glucósido 100 g^{-1} de peso fresco. Todos los resultados se realizaron por triplicado.

Diseño Experimental

Para el estudio del efecto del uso de recubrimientos de alginato con extracto de hojas de maqui se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial (3 x 4). Los tratamientos experimentales correspondieron a la siguiente formulación alginato de sodio 2 % (T1), alginato de sodio 2 % con ácido ascórbico (T2), alginato de sodio 2 % con extracto de hojas de maqui (T3), y el control (C), considerando cinco repeticiones por tratamiento. Se organizó la distribución al azar en 60 lotes homogéneos de cuatro frutas por cultivar. Se utilizaron cuatro lotes para determinar las propiedades de la fruta en la cosecha al tiempo 0, 2, 7, 14 y 24 días.

Análisis de Datos

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando procedimientos estándar para diseños completos al azar considerando tres cultivares y cuatro tratamientos experimentales para el arreglo factorial de 3 x 4 como se describió anteriormente. Los resultados de cada ensayo fueron analizados mediante análisis de varianza (ANDEVA), validando las pruebas de hipótesis de igualdad de las varianzas con el Test de Levene, la distribución normal de los residuos con el Test de Shapiro-Wilk. Posteriormente, se realizó el test de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) para determinar diferencias significativas, de existir. Los resultados fueron expresados como medias \pm desviación estándar. Para todos los análisis se utilizó el software estadístico Infostat versión 2017.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de los tratamientos de coberturas comestibles sobre el diámetro ecuatorial y polar en cereza

En el presente trabajo se evaluó el uso de films comestibles aplicados a cereza de 3 variedades comerciales. Se realizaron mediciones de diámetro ecuatorial y polar de cereza 'Kordia', 'Sweetheart' y 'Regina' durante 24 días para los 3 tratamientos de recubrimientos y el tratamiento control.

En la Tabla 1 se muestran los valores correspondientes a las medias del diámetro ecuatorial para los tres cv. de cereza durante los 24 días que duró el estudio. Se observaron diferencias significativas en el diámetro ecuatorial entre cultivares y tratamientos en prácticamente todos los momentos en que se realizaron las mediciones. Por su parte, 'Kordia' fue el cultivar que presentó mayores diámetros ecuatoriales, mientras que el cv. 'Regina' presentó de forma general tamaños más pequeños.

Paralelamente se realizó un análisis estadístico para cada uno de los cultivares de manera aislada, y para cada uno de los momentos en que se realizó la medición, para observar si había diferencias entre los tratamientos y el control, pero en relación al diámetro ecuatorial no se observaron ventajas con el uso de recubrimientos con respecto al control para cada una de los cultivares.

Tabla 1. Evolución del diámetro ecuatorial (mm) de cereza cv. 'Kordia', 'Sweetheart' y 'Regina' para 4 tratamientos durante 24 días de postcosecha.

Cultivar	Tratamiento	Tiempo (días)				
		0	2	7	14	24
'Kordia'	C	28,2 ± 0,2 A	28,0 ± 0,4 A	27,3 ± 1,3 AB	26,8 ± 1,0 A	26,1 ± 0,7 A
	T1	28,1 ± 0,3 A	27,9 ± 0,6 A	27,7 ± 1,5 AB	26,3 ± 1,1 A	26,9 ± 1,1 A
	T2	28,3 ± 0,3 A	28,2 ± 0,5 A	28,2 ± 1,8 A	27,6 ± 1,2 A	27,3 ± 1,2 A
	T3	28,2 ± 0,3 A	28,1 ± 0,4 A	28,0 ± 2,0 A	27,8 ± 1,9 A	27,1 ± 1,9 A
'Sweet heart'	C	27,5 ± 0,3 B	27,3 ± 0,9 AB	27,1 ± 1,8 AB	26,6 ± 2,0 A	25,8 ± 2,0 A
	T1	27,3 ± 0,3 B	26,7 ± 0,5 AB	26,4 ± 1,5 B	26,0 ± 2,0 A	25,6 ± 2,0 A
	T2	27,6 ± 0,5 AB	27,0 ± 0,6 AB	26,2 ± 1,3 B	26,1 ± 2,2 A	25,9 ± 2,2 A
	T3	27,6 ± 0,4 AB	27,1 ± 0,7 AB	26,8 ± 1,2 AB	26,7 ± 0,8 A	25,8 ± 0,8 B
'Regina'	C	27,4 ± 0,4 AB	26,9 ± 0,6 AB	26,6 ± 0,8 B	25,5 ± 0,9 A	24,6 ± 0,9 B
	T1	27,3 ± 0,3 B	27,2 ± 0,6 AB	27,0 ± 0,7 AB	26,6 ± 0,9 A	25,0 ± 0,9 B
	T2	27,2 ± 0,1 B	26,9 ± 0,4 AB	26,8 ± 0,7 B	26,7 ± 0,2 A	26,1 ± 0,2 AB
	T3	27,3 ± 0,2 B	26,5 ± 0,3 B	26,4 ± 0,3 B	26,0 ± 0,3 A	26,1 ± 0,3 AB

C: Control, T1: tratamiento 1 con alginato de sodio 2 %, T2: tratamiento con alginato de sodio 2 % y ácido ascórbico, y T3: alginato de sodio 2 % con extracto de hoja de maqui. La comparación se hizo entre cultivares para cada uno de los momentos en los que se realizó la medición. Letras mayúsculas diferentes en las columnas indican diferencias significativas entre cultivares ($P \leq 0,05$).

Mientras, en la Tabla 2 se presentan los diámetros polares para el mismo material vegetal evaluado. De manera similar a lo encontrado en el diámetro ecuatorial, se evaluó el diámetro polar. En este caso no se observan diferencias significativas a lo largo del estudio en ninguna de las variedades estudiadas. Sólo el cv. 'Regina' presentó diferencias significativas entre sus tratamientos a los 24 días, mostrando una menor pérdida cuando se aplicaron con ácido ascórbico o alginato con extractos de maqui (T2 y T3).

En otras investigaciones llevadas a cabo en los que utilizaron films en cereza, parámetros estudiados, como el diámetro, retraso en la maduración, pérdidas de peso, acidez y cambios de color, mostraron una reducción con el uso revestimientos comestibles en comparación con el tratamiento control (Chiabrando y Giacalone, 2015; Tsaniklidis *et al.*, 2017).

Tabla 2. Evolución del diámetro polar (mm) de cereza cv. 'Kordia', 'Sweetheart' y 'Regina' para 4 tratamientos durante 24 días de postcosecha.

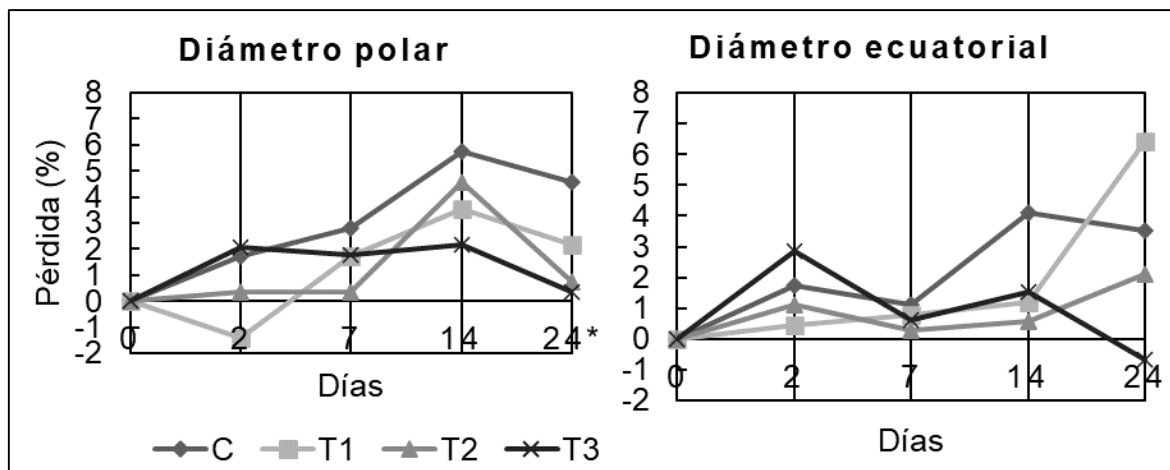
Cultivar	Tratamiento	Tiempo (días)				
		0		7	14	24
'Kordia'	C	28,5 ± 0,4 A	28,3 ± 0,6 A	27,7 ± 1,3 A	25,9 ± 0,9 A	25,7 ± 0,3 B
	T1	28,5 ± 0,4 A	28,5 ± 1,3 A	27,4 ± 1,0 A	27,1 ± 0,2 A	26,6 ± 0,2 B
	T2	28,0 ± 0,6 A	27,9 ± 1,5 A	27,6 ± 1,0 A	27,2 ± 0,2 A	26,6 ± 0,2 B
	T3	28,1 ± 0,5 A	28,0 ± 1,8 A	27,6 ± 0,8 A	27,1 ± 0,3 A	26,6 ± 0,3 B
'Sweet heart'	C	28,6 ± 0,6 A	28,5 ± 2,0 A	27,4 ± 1,3 A	27,5 ± 0,2 A	26,5 ± 0,2 B
	T1	27,9 ± 0,9 A	27,3 ± 1,8 A	25,7 ± 1,2 A	27,3 ± 0,2 A	26,5 ± 0,2 B
	T2	27,9 ± 0,5 A	27,8 ± 1,5 A	27,4 ± 1,7 A	27,3 ± 0,2 A	26,6 ± 0,2 B
	T3	28,7 ± 0,6 A	28,5 ± 1,3 A	28,1 ± 1,6 A	28,2 ± 0,4 A	27,2 ± 0,3 B
'Regina'	C	29,1 ± 0,7 A	28,6 ± 1,2 A	27,8 ± 1,4 A	26,2 ± 0,3 A	25,0 ± 0,3 B
	T1	28,5 ± 0,6 A	28,9 ± 0,8 A	28,4 ± 1,1 A	27,4 ± 0,3 A	26,8 ± 0,6 AB
	T2	28,6 ± 0,6 A	28,5 ± 0,7 A	28,4 ± 0,9 A	27,1 ± 0,4 A	26,9 ± 0,5 A
	T3	28,9 ± 0,4 A	28,3 ± 0,7 A	27,8 ± 0,6 A	27,2 ± 0,5 A	27,1 ± 0,5 A

C: Control, T1: tratamiento 1 con alginato de sodio 2 %, T2: tratamiento con alginato de sodio 2 % y ácido ascórbico, y T3: alginato de sodio 2 % con extracto de hoja de maqui. La comparación se hizo entre cultivares para cada uno de los momentos en los que se realizó la medición. Letras mayúsculas diferentes en las columnas indican diferencias significativas entre cultivares ($P \leq 0,05$).

En este trabajo, los tratamientos de recubrimiento, no presentaron ventajas respecto al control en los cultivares 'Kordia' y 'Sweetheart', sólo en el caso del cv. 'Regina' se observó una mayor protección en relación al tamaño cuando el recubrimiento de alginato iba combinado con extracto de maqui o ácido ascórbico y después de haber transcurrido 24 días. De manera general se pudo observar una ligera disminución en los diámetros entre el día 0 y 24 días para todos los cultivares. Para 'Regina', en presencia de una cubierta de alginato con extracto de maqui (T3), la reducción del diámetro ecuatorial y polar fue de 1,2 y de 1,8 mm, respectivamente, mientras que la reducción de diámetros ecuatorial y polar para las muestras control fue de 2,4 y 4,1 mm (Figura 1). Se deduce que dichas pérdidas en las muestras sin

tratar están relacionadas con la deshidratación, no obstante, esto puede afectar ligeramente a la apariencia, calidad o condición de la fruta.

Figura 1. Pérdida (%) en diámetro polar y ecuatorial en cerezo cv. 'Regina' a lo largo de 24 días de evaluación.



C: Control, T1: tratamiento 1 con alginato de sodio 2 %, T2: tratamiento con alginato de sodio 2 % y ácido ascórbico, y T3: alginato de sodio 2 % con extracto de hoja de maqui. La comparación se hizo entre tratamientos para el cultivar 'Regina'. * Indican diferencias significativas entre cultivares ($P \leq 0,05$).

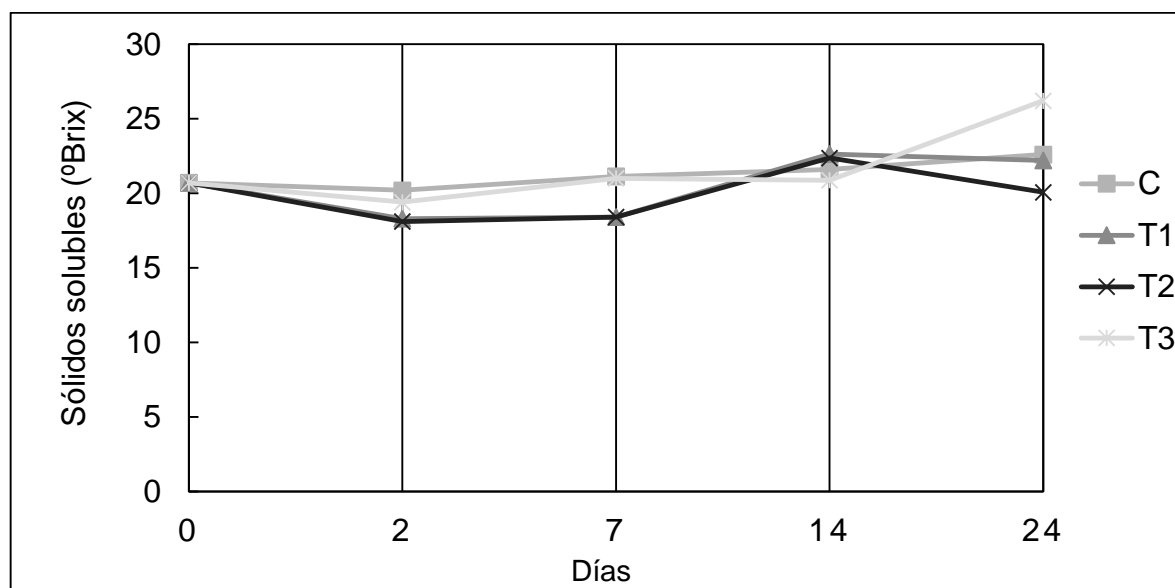
Como se observa en la Figura 1 para el cv. 'Regina' los tratamientos donde se combinó alginato con extracto de maqui o con ácido ascórbico presentaron menor porcentaje de pérdidas durante el tiempo. Regina es un cultivar muy susceptible al pardeamiento y deshidratación en postcosecha y los autores Zoffoli *et al.*, (2020) recomendaban que no se alargara por más de 40 días su periodo de postcosecha. Por lo observado en este estudio, sólo los tratamientos de alginatos con compuestos antioxidantes como el ácido ascórbico y el extracto de maqui mostraron diferencias a los 24 días en el cv. 'Regina'. Así, el recubrimiento del tratamiento 3 (Alginato + extracto de maqui) presentó ventajas sobre el control ya que los frutos más grandes fueron los del cv. 'Regina' con este tratamiento.

Evolución de los sólidos solubles, pH y acidez después de tratamientos de coberturas comestibles

Los sólidos solubles, al igual que el pH y la acidez se midieron a lo largo del experimento. Existieron diferencias significativas para los sólidos solubles entre los tres cultivares y se observó que el tratamiento T3 (alginato+ extracto de maqui) mantuvo estable el contenido de sólidos solubles, así como el T2 (alginato + ácido

ascórbico) a partir del día 7 (Figura 2). Esto nos permitió dilucidar la importancia de los recubrimientos a lo largo del tiempo, considerando que el tratamiento 2 y 3 mostraron pérdidas despreciables en cuanto a sólidos solubles comparados con el control. El aumento en este parámetro es menor a partir de los 14 días de evaluación.

Figura 2. Evolución de sólidos solubles de cereza cv 'Regina' para 3 tratamientos durante 24 días de postcosecha.



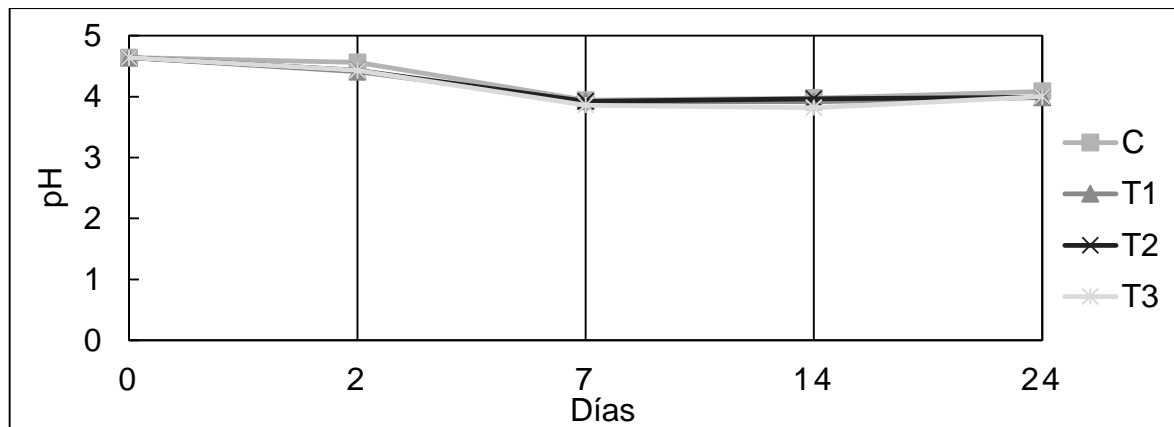
C: Control, T1: tratamiento 1 con alginato de sodio 2 %, T2: tratamiento con alginato de sodio 2 % y ácido ascórbico, y T3: alginato de sodio 2 % con extracto de hoja de maqui. La comparación se hizo entre tratamientos para el cultivar 'Regina'. * indican diferencias significativas entre cultivares ($P \leq 0,05$).

Por otro lado, el aumento de sólidos solubles a los 24 días fue debido a que a medida que pasan los días la fruta se va deshidratando y a su vez el recubrimiento va siendo menos efectivo y se van concentrando como resultado un mayor contenido de sólidos solubles, debido a la pérdida de agua y concentración de los ácidos o azúcares presentes (Vieira *et al.*, 2016). Resultados similares desde los 7 a los 24 días en los cultivares 'Grace Star' y 'Big Lory' ya han sido descritos (Chiabrandó y Giacalone, 2015).

Con respecto al pH, los valores disminuyeron durante los 2 días de almacenamiento, pero después permanecieron constantes (Figura 3). Este comportamiento es similar en los tratamientos y en el control. La variación del pH

puede deberse a los cambios en la tasa de respiración bajo condiciones de atmosferas y temperaturas modificadas en condiciones de conservación, luego comparado con otros estudios, considerando la vida útil postcosecha de la cereza (Tsaniklidis *et al.*, 2017).

Figura 3. Evaluación del pH en cereza cv. 'Regina' para 3 tratamientos de recubrimientos durante 24 días de postcosecha.

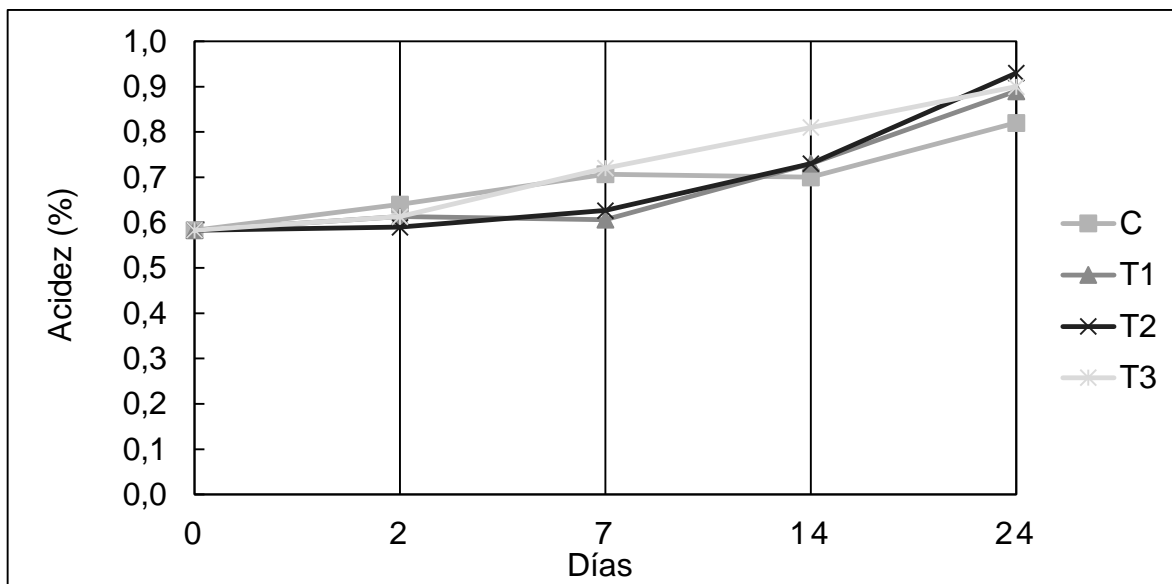


C: Control, T1: tratamiento 1 con alginato de sodio 2 %, T2: tratamiento con alginato de sodio 2 % y ácido ascórbico, y T3: alginato de sodio 2 % con extracto de hoja de maqui. La comparación se hizo entre tratamientos para el cultivar 'Regina'. * indican diferencias significativas entre cultivares ($P \leq 0,05$).

La acidez tuvo un comportamiento creciente a partir del tiempo 0 de almacenamiento, sin embargo, se pudo observar que las frutas con los recubrimientos tuvieron mayor estabilidad respecto del control y, sobre todo, el tratamiento 3 (alginato más extracto de maqui), presentó un incremento entre 0,05 y 0,17 % entre cada fecha de evaluación (Figura 4).

Otros investigadores determinaron que los sólidos solubles aumentaban ligeramente y la acidez disminuía ligeramente respecto al control en periodos de postcosecha (Díaz-Mula *et al.*, 2012). En este trabajo se observó ese mismo comportamiento respecto a los sólidos solubles, sin embargo, el pH disminuyó y la acidez aumentó ligeramente, comportándose de manera contraria a lo esperado. Para justificar esta situación se piensa que las muestras durante el almacenamiento sufrieron algún cambio de temperatura en la cámara de almacenamiento que pudo ocasionarle estas respuestas.

Figura 4. Evaluación de la acidez en cereza cv. 'Regina', para 3 tratamientos de recubrimientos durante 24 días de postcosecha.



C: Control, T1: tratamiento 1 con alginato de sodio 2 %, T2: tratamiento con alginato de sodio 2 % y ácido ascórbico, y T3: alginato de sodio 2 % con extracto de hoja de maqui. La comparación se hizo entre tratamientos para el cultivar 'Regina'. * Indican diferencias significativas entre cultivares ($P \leq 0,05$).

En el trabajo de Díaz-Mula *et al.* (2012), observaron que el recubrimiento de alginato no presentó diferencias en sólidos solubles y disminuyó levemente la acidez a los 16 días. Por otro lado, Zam (2019) investigó recubrimientos de alginato y extracto de hojas de olivo en cerezo y mostró resultados de sólidos solubles que van en aumento y acidez que van disminuyendo de 8 a 20 días de almacenamiento. Situación esperada, ya que conforme aumentan los sólidos solubles (principalmente azúcares), la acidez debería disminuir.

Para determinar la calidad de la fruta al finalizar la simulación de periodo de postcosecha se midieron los sólidos solubles, el pH y la acidez a los 24 días, es decir, en el momento final del ensayo (Tabla 3). Se observaron diferencias significativas en sólidos solubles para los tres cultivares. No obstante, no hubo diferencias significativas entre tratamientos para pH y acidez.

Desde la Tabla 3 podemos observar que el cultivar 'Regina' presentó el de mayor contenido de sólidos solubles, mostrando unas cerezas dulces al final de la postcosecha. Por otro lado, 'Sweetheart' presentó menor contenido de sólidos solubles y unas cerezas más ácidas.

Tabla 3. Parámetros físico-químicos (sólidos solubles, pH y acidez) evaluados en cereza cv 'Kordia', 'Sweetheart' y 'Regina' con recubrimientos comestibles.

Cultivar	Tratamiento	Sólidos solubles (°Brix)	pH	Ácido (%)
'Kordia'	C	18,5 ± 1,37 AB	4,22 ± 0,27 A	0,63 ± 0,15 A
	T1	19,9 ± 2,06 AB	4,17 ± 0,25 A	0,68 ± 0,10 A
	T2	19,2 ± 1,50 AB	4,19 ± 0,26 A	0,64 ± 0,11 A
	T3	18,9 ± 1,61 AB	4,12 ± 0,28 A	0,66 ± 0,08 A
'Sweet heart'	C	16,3 ± 0,27 B	3,96 ± 0,27 A	0,76 ± 0,09 A
	T1	17,3 ± 1,32 B	3,88 ± 0,32 A	0,76 ± 0,12 A
	T2	16,9 ± 0,82 B	3,93 ± 0,40 A	0,76 ± 0,13 A
	T3	17,6 ± 1,33 B	3,87 ± 0,33 A	0,77 ± 0,20 A
'Regina'	C	19,4 ± 0,86 A	4,64 ± 0,31 A	0,58 ± 0,08 A
	T1	21,0 ± 1,90 A	4,43 ± 0,31 A	0,61 ± 0,12 A
	T2	20,9 ± 0,63 A	3,86 ± 0,30 A	0,72 ± 0,14 A
	T3	26,2 ± 2,44 A	3,82 ± 0,34 A	0,81 ± 0,12 A

C: Control; T1: tratamiento 1 con alginato de sodio 2 %, T2: tratamiento con alginato de sodio 2 % y ácido ascórbico, y T3: alginato de sodio 2 % con extracto de hoja de maqui. La comparación se hizo entre cultivares para cada parámetro. Letras mayúsculas diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P \leq 0,05$).

Evolución de los polifenoles totales, antocianos totales y capacidad antioxidante después de los tratamientos de coberturas comestibles

El contenido de polifenoles totales (Tabla 4) presentó interacción entre tratamientos y cv. para los 7, 14 y 24 días. A los 0 días, 'Kordia' y 'Sweetheart' contienen mayores polifenoles totales que 'Regina'. A los 2 días, 'Kordia' presentó mayor cantidad de polifenoles totales, condición que se mantuvo a hasta los 24 días.

De forma general, el contenido de polifenoles fue aumentando en todos los cultivares durante los primeros días de postcosecha para después estabilizarse y comenzar a disminuir. Esta es la situación normal esperada en postcosecha de cereza ya que al ser recolectada la fruta comienza a oxidarse y se inicia un metabolismo de degradación desencadenando la síntesis de compuestos fenólicos (antioxidantes).

Tabla 4. Evolución de los polifenoles totales (mg GAE 100 g⁻¹) de cereza cv 'Kordia', 'Sweetheart' y 'Regina' para 4 tratamientos durante 24 días de postcosecha.

Cultivar	Tratamiento	Tiempo (días)				
		0	2	7	14	24
'Kordia'	C	152,5±20,5 A	168,2±25,0 A	167,1±15,0 BC	113,3±17,3 A	98,2±9,1 ABC
	T1	167,2±10,4 A	175,6± 6,3 A	183,3±37,7 BC	175,1±15,9 A	161,0±22,3 A
	T2	157,5±11,2 A	165,8±32,8 A	186,9±43,4 AB	179,7±15,9 AB	173,8±7,7 A
	T3	158,6± 6,7 A	165,6±36,6 A	173,0±54,5 A	167,1±16,5 AB	158,7±33,2 ABC
'Sweet heart'	C	122,7±16,4 A	113,6±22,1 AB	116,9±25,9 C	109,2±11,6 E	89,8±13,0 CD
	T1	136,9±29,0 A	148,2±48,4 AB	131,5±60,3 BC	129,4±13,4 DE	121,0±11,5 D
	T2	135,3±21,0 A	146,0±50,6 AB	138,3±49,8 BC	126,2±18,6 DE	118,2±13,7 CD
	T3	129,5±16,4 A	137,6±35,3 AB	131,7±43,7 BC	118,3±10,7 BCD	108,9±11,2 AB
'Regina'	C	122,8±19,2 B	135,8±25,6 B	160,1±40,1 BC	75,8±25,0 CDE	40,2±12,2 ABC
	T1	106,7±15,4 B	153,5±36,3 B	164,2±42,0 BC	158,3±25,7 BCD	137,4±15,0 BCD
	T2	109,9±16,9 B	102,5±17,2 B	122,0±19,4 BC	114,8±8,5 CD	103,2±32,7 ABC
	T3	111,5±12,5 B	106,6±18,2 B	98,2±12,6 BC	84,6±13,6 CD	82,0±24,3 ABC

C: Control, T1: tratamiento 1 con alginato de sodio 2 %, T2: tratamiento con alginato de sodio 2 % y ácido ascórbico, y T3: alginato de sodio 2 % con extracto de hoja de maqui. La comparación se hizo entre cultivares para cada uno de los momentos en los que se realizó la medición Letras mayúsculas diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre cv ($P \leq 0,05$).

En forma global, T2 y T3 mantuvieron contenidos estables de compuestos fenólicos en el cv. 'Regina'. Estos mismos tratamientos presentaron valores superiores al control en 'Kordia'. A los 14 y 24 días, T3 es mayor que el control para 'Regina' y el resto de las cv. no presenta diferencias significativas. Comportamiento similar se describió en cerezo luego de 20 días de almacenamiento (Zam, 2019).

Para todas los cv. el contenido de polifenoles totales mostraron un aumento durante los primeros 2 a 7 días de almacenamiento entendiendo que la fruta al ser cosechada comienza con el período de deterioro, y la primera forma de expresar que está sucediendo esto es el comienzo de la oxidación, la que se refleja en los polifenoles, que son compuestos que la planta o el fruto sintetiza para poder enfrentar la senescencia, esto seguido de una disminución en las concentraciones hasta el final del almacenamiento atribuido a la actividad de las enzimas peroxidasa y polifenol oxidasa (Aloui *et al.*, 2014; Chiabrando y Giacalone, 2015). La fruta recubierta exhibió una menor tasa de disminución en los valores de contenido fenólico total en comparación con la fruta no recubierta probablemente debido a una menor permeabilidad al oxígeno y, por lo tanto, a una menor actividad de las enzimas (Wang y Gao, 2013).

El contenido de antocianinas totales (Tabla 5) presentó interacción entre tratamientos y cv para los 7 y 24 días. A los 0, 2 y 14 días, 'Kordia' contiene mayores antocianinas totales que 'Regina'. T3 es mayor que el control para 'Sweetheart'. Y 'Regina' mientras que en Kordia no presentó diferencias significativas entre tratamientos.

La disminución de polifenoles totales por parte del control de todas los cv. a los 24 días es un comportamiento similar a lo reportado luego de 20 días de almacenamiento (Zam, 2019). Los compuestos fenólicos y su capacidad antioxidante muestran cambios durante el almacenamiento en frío de cereza (Serrano *et al.*, 2009). Las antocianinas de 'Sweetheart' y 'Regina' no varían de manera significativa en el periodo total de almacenamiento, aunque se ha visto que los antocianinas de cereza van en aumento a lo largo del periodo de almacenamiento para después disminuir bruscamente (Díaz-Mula *et al.*, 2012; Zam, 2019).

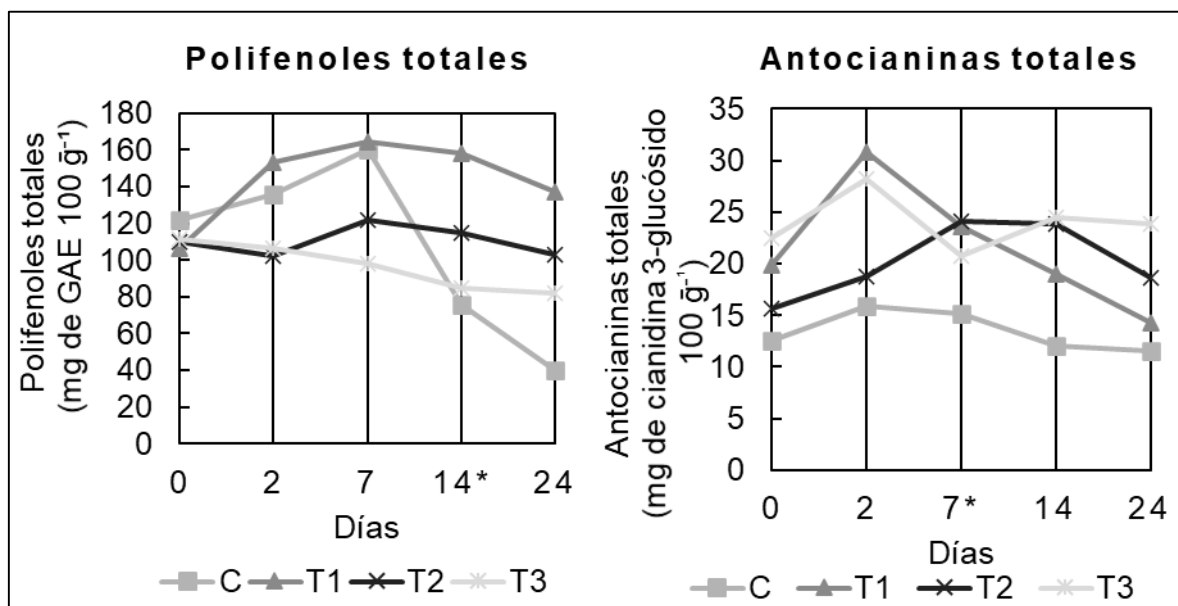
Tabla 5. Evolución de antocianinas totales (mg de cianidina 3-glucósido 100 g⁻¹) de cereza cv 'Kordia', 'Sweetheart' y 'Regina' para 4 tratamientos durante 24 días de postcosecha.

Cultivar	Tratamiento	Tiempo (días)				
		0	2	7	14	24
'Kordia'	C	57,6 ± 11,6 A	46,9 ± 9,7 AB	51,2 ± 9,5 BC	65,1 ± 4,9 AB	39,8 ± 4,6 ABC
	T1	59,3 ± 10,9 A	74,2 ± 17,6 A	51,5 ± 9,6 BC	86,2 ± 15,2 AB	64,5 ± 17,5 A
	T2	59,6 ± 7,8 A	74,1 ± 15,3 AB	79,2 ± 18,0 A	76,6 ± 7,9 AB	64,2 ± 18,8 A
	T3	58,7 ± 8,4 A	69,9 ± 12,9 A	83,4 ± 6,1 A	84,8 ± 13,3 AB	47,5 ± 13,5 A
'Sweet heart'	C	28,9 ± 4,6 B	35,9 ± 8,1 B	28,1 ± 4,9 CD	32,0 ± 8,4 B	14,3 ± 4,7 BC
	T1	36,6 ± 9,2 B	57,3 ± 12,3 AB	46,4 ± 4,6 BCD	32,5 ± 4,6 B	12,4 ± 5,4 C
	T2	33,3 ± 7,4 B	39,8 ± 6,5 AB	37,0 ± 6,5 BCD	28,8 ± 3,4	16,4 ± 6,3 BC
	T3	26,3 ± 7,1 B	37,8 ± 8,3 AB	52,6 ± 6,0 B	33,5 ± 4,0 AB	41,6 ± 9,3 AB
'Regina'	C	12,5 ± 3,0 C	15,9 ± 2,7 BC	15,1 ± 3,3 D	12,0 ± 2,7 BC	11,6 ± 2,3 C
	T1	19,9 ± 4,5 C	30,8 ± 6,5 C	23,6 ± 4,1 D	19,0 ± 4,0 ABC	14,3 ± 4,2 BC
	T2	15,6 ± 7,4 C	18,8 ± 4,8 ABC	24,1 ± 4,1 D	23,8 ± 5,5 AC	18,6 ± 4,6 ABC
	T3	22,5 ± 3,0 C	28,2 ± 9,1 AC	20,8 ± 6,2 D	24,5 ± 3,2 AC	23,8 ± 5,5 ABC

C: Control, T1: tratamiento 1 con alginato de sodio 2 %, T2: tratamiento con alginato de sodio 2 % y ácido ascórbico, y T3: Alginato de sodio 2 % con extracto de hoja de maqui. La comparación se hizo entre cultivares para cada uno de los momentos en los que se realizó la medición Letras mayúsculas diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre cv. ($P \leq 0,05$).

Cuando se analizaron las cantidades de polifenoles y antocianinas para cada tratamiento entre cultivares (Fig. 5), se observó que con la aplicación de los tratamientos T2 y T3 hubo un aumento a los 7 días, comportamiento ya observado por Díaz-Mula *et al.*, (2012) en que las cerezas recubiertas con alginato presentaron mayor contenido de polifenoles.

Figura 5. Evaluación de los compuestos polifenólicos y antocianinas en cv. Regina para 3 tratamientos de recubrimientos en cereza durante 24 días de postcosecha.



C: Control, T1: tratamiento 1 con alginato de sodio 2 %, T2: tratamiento con alginato de sodio 2 % y ácido ascórbico, y T3: alginato de sodio 2 % con extracto de hoja de maqui. La comparación se hizo entre tratamientos para el cultivar 'Regina'. * indican diferencias significativas entre cultivares ($P \leq 0,05$).

Por otro lado, Chiabrando y Giacalone, (2015) reportaron que cerezas recubiertas con alginato presentaron igual o menor contenido de polifenoles luego de 24 días de almacenamiento. Así mismo, Chiabrando y Giacalone, (2015) reportó que cerezas con recubrimientos de alginato aumentaron el contenido de antocianinas luego de 24 días, al igual que 'Kordia' con los tratamientos T1 y T2 y la 'Regina' con el tratamiento 3 a los luego de 24 días.

Es importante que las cerezas mantengan contenidos estables de polifenoles y antocianinas una vez cosechadas ya que se ha informado que este tipo de compuestos contribuyen a la calidad de la fruta en términos de color, sabor y aroma (Tomás-Barberán y Espín, 2001).

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos podemos afirmar que:

1. El uso de alginato como recubrimiento es una herramienta que permite generar variaciones de manera positiva en los parámetros fisicoquímicos.
2. El tratamiento con alginato y extracto de maqui es eficaz para retrasar el proceso de maduración postcosecha de la cereza que se manifiesta por cambios reducidos de pérdidas de acidez y sólidos solubles, así como presentando un contenido estable en la concentración de polifenoles totales y antocianinas.
3. En general, los resultados sugieren que en cultivares como Regina que es susceptible en postcosecha, la aplicación de recubrimiento podría ayudar a protegerla.

REFERENCIAS

1. Acevedo, C.A., D.A. López, M.J. Tapia, J. Enrione, O. Skurtys, F. Pedreschi, D.I. Brown, W. Creixell and F. Osorio. 2012. Using RGB image processing for designing an alginate edible film. *Food Bioprocess Technol.* 5(5): 1511-1520.
2. Aday, M.S. and C. Caner. 2010. Understanding the effects of various edible coatings on the storability of fresh cherry. *Packag. Technol. Sci.* 23(8): 441-456.
3. Aloui, H., K. Khwaldia, L. Sánchez-González, L. Muneret, C. Jeandel, M. Hamdi and S. Desobry. 2014. Alginate coatings containing grapefruit essential oil or grapefruit seed extract for grapes preservation. *Int. J. Food Sci. Technol.* 49(4): 952-959.
4. Apey, A. 2019. La fruticultura en Chile: tendencias productivas y su expresión territorial. Análisis realizado a partir de los catastros frutícolas para el período 1999-2018. ODEPA. Santiago, Chile.
5. Ballistreri, G., A. Continella, A. Gentile, M. Amenta, S. Fabroni and P. Rapisarda. 2013. Fruit quality and bioactive compounds relevant to human health of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars grown in Italy. *Food Chem.* 140(4): 630-638.
6. Bastías, R.M., F. Diez and V.L. Finot. 2014. Tasa de crecimiento absoluto y relativo como indicadores de fases de desarrollo del fruto en cerezo *Prunus avium*. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.* 30(2): 89-98.

7. Benavides, S., R. Villalobos-Carvajal and J.E. Reyes. 2012. Physical, mechanical and antibacterial properties of alginate film: Effect of the crosslinking degree and oregano essential oil concentration. *J. Food Eng.* 110(2): 232-239.
8. Bolin, H.R. 1982. Effect of processing on nutrient composition of foods: fruits and fruit products. pp: 303-321. En: M. Rechcigl (Ed.). *Handbook of nutritive value of processed food: Food for human use. Volume 1.* CRC Press. Boca Raton, USA.
9. Chen, C., X. Peng, R. Zeng, M. Chen, C. Wan and J. Chen. 2016. *Ficus hirta* fruits extract incorporated into an alginate-based edible coating for Nanfeng mandarin preservation. *Sci. Hortic.* 202: 41-48.
10. Chiabrando, V. and G. Giacalone. 2015. Effects of alginate edible coating on quality and antioxidant properties in sweet cherry during postharvest storage. *Ital. J. Food Sci.* 27(2): 173-180.
11. Chockchaisawasdee, S., J.B. Golding, Q.V. Vuong, K. Papoutsis and C.E. Stathopoulos. 2016. Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use. *Trends Food Sci. Technol.* 55: 72-83.
12. Correia, S., R. Schouten, A.P. Silva and B. Gonçalves. 2017. Factors affecting quality and health promoting compounds during growth and postharvest life of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Front. Plant Sci.* <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02166> [en línea].
13. Crisosto, C.H., G.M. Crisosto and P. Metheney. 2003. Consumer acceptance of 'Brooks' and 'Bing' cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. *Postharv. Biol. Technol.* 28(1): 159-167.
14. Dever, M.C., R.A. MacDonald, M.A. Cliff and W.D. Lane. 1996. Sensory evaluation of sweet cherry cultivars. *HortScience* 31(1): 150-153.
15. Díaz-Mula, H.M., M. Serrano and D. Valero. 2012. Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. *Food Bioproc. Technol.* 5(8): 2990-2997.
16. FAO (Italy). 2017. *The future of food and agriculture: trends and challenges.* FAO. Rome, Italy.
17. Ferretti, G., T. Bacchetti, A. Belleggia and D. Neri. 2010. Cherry antioxidants: from farm to table. *Molecules* 15(10): 6993-7005.

18. Iezzoni, A.F. 2008. Cherries. pp: 151-176. In: J.F. Hancock (Ed.). Temperate fruit crop breeding: germplasm to genomics. Springer. Berlin, Germany.
19. Kappel, F., B. Fisher-Fleming and E. Hogue. 1996. Fruit characteristics and sensory attributes of an ideal sweet cherry. HortScience 31(3): 443-446.
20. Kris-Etherton, P.M., K.D. Hecker, A. Bonanome, S.M. Coval, A.E. Binkoski, K.F. Hilpert, A.E. Griel and T.D. Etherton. 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. Am. J. Med. 113(9 Supl. 2): 71-88.
21. Lee, J., R.W. Durst and R.E. Wrolstad. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. J. AOAC Int. 88(5): 1269-1278.
22. Luo, H., S. Dai, J. Ren, C. Zhang, Y. Ding, Z. Li, Y. Sun, K. Ji, Y. Wang, Q. Li, P. Chen, C. Duan, Y. Wang and P. Leng. 2014. The role of ABA in the maturation and postharvest life of a nonclimacteric sweet cherry fruit. J. Plant Growth Regul. 33(2): 373-383.
23. Maftoonazad, N., H.S. Ramaswamy and M. Marcotte. 2008. Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. Int. J. Food Sci. Technol. 43(6): 951-957.
24. Mahfoudhi, N. and S. Hamdi. 2015. Use of almond gum and gum arabic as novel edible coating to delay postharvest ripening and to maintain sweet cherry (*Prunus avium*) quality during storage. J. Food Process. Preserv. 39(6): 1499-1508.
25. Martínez-Romero, D., N. Alburquerque, J.M. Valverde, F. Guillén, S. Castillo, D. Valero and M. Serrano. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: a new edible coating. Postharv. Biol. Technol. 39(1): 93-100.
26. Mulabagal, V., G.A. Lang, D.L. DeWitt, S.S. Dalavoy and M.G. Nair. 2009. Anthocyanin content, lipid peroxidation and cyclooxygenase enzyme inhibitory activities of sweet and sour cherries. J. Agric. Food Chem. 57(4): 1239-1246.
27. Park, H.J. 1999. Development of advanced edible coatings for fruits. Trends Food Sci. Technol. 10(8): 254-260.

28. Pefaur, J. 2020. Boletín de fruta. Enero de 2020 [en línea]. ODEPA, Chile. <<https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletines/boletin-de-fruta-enero-de-2020>>. [Consulta: 13 junio 2022].
29. Peretto, G., W.-X. Du, R.J. Avena-Bustillos, J.J. Berrios, P. Sambo and T.H. McHugh. 2017. Electrostatic and conventional spraying of alginate-based edible coating with natural antimicrobials for preserving fresh strawberry quality. *Food Bioprocess Technol.* 10(1): 165-174.
30. Ren, J., L. Sun, J. Wu, S. Zhao, C. Wang, Y. Wang, K. Ji and P. Leng. 2010. Cloning and expression analysis of cDNAs for ABA 8'-hydroxylase during sweet cherry fruit maturation and under stress conditions. *J. Plant Physiol.* 167(17): 1486-1493.
31. Rojas-Argudo, C., M.B. Pérez-Gago and M.A. del Río. 2005. Postharvest quality of coated cherries cv. 'Burlat' as affected by coating composition and solids content. *Food Sci. Technol. Int.* 11(6): 417-424.
32. Serrano, M., H.M. Díaz-Mula, P.J. Zapata, S. Castillo, F. Guillén, D. Martínez-Romero, J.M. Valverde and D. Valero. 2009. Maturity stage at harvest determines the fruit quality and antioxidant potential after storage of sweet cherry cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 57(8): 3240-3246.
33. Singleton, V.L. and J.A. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16(3): 144-158.
34. Tomás-Barberán, F.A. and J.C. Espín. 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 81(9): 853-876.
35. Tsaniklidis, G., M. Kafkaletou, C. Delis and E. Tsantili. 2017. The effect of postharvest storage temperature on sweet cherry (*Prunus avium* L.) phenolic metabolism and colour development. *Sci. Hortic.* 225: 751-756.
36. Vieira, J.M., M.L. Flores-López, D.J. de Rodríguez, M.C. Sousa, A.A. Vicente and J.T. Martins. 2016. Effect of chitosan–*Aloe vera* coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. *Postharv. Biol. Technol.* 116: 88-97.
37. Wang, S.Y. and H. Gao. 2013. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of

strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Lebensm. Wiss. Technol.* 52(2): 71-79.

38. Webster, A.D. and N.L. Looney. 1996. *Cherries: crop physiology, production and uses*. CABI Publishing. Wallingford, UK.
39. Zam, W. 2019. Effect of alginate and chitosan edible coating enriched with olive leaves extract on the shelf life of sweet cherries (*Prunus avium* L.). *J. Food Qual.* doi.org/10.1155/2019/8192964 [en línea].
40. Zapata, P.J., F. Guillén, D. Martínez-Romero, S. Castillo, D. Valero and M. Serrano. 2008. Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. *J. Sci. Food Agric.* 88(7): 1287-1293.
41. Zoffoli, J.P., P. Naranjo, J. Rodríguez, A. Jara, C. Contreras y N. Param. 2020. Características de poscosecha de cerezas cultivar 'Regina'. *Rev. Frutíc.* 42(2): 37-45.