

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de título

**APLICACIONES DE SOLUCIONES ANTIPARDEANTES Y CLORURO
DE CALCIO EN MANZANA VARIEDAD CRIPPS PINK
MÍNIMAMENTE PROCESADA**

MARIANELA VIVIANA NEIRA SAAVEDRA

Santiago, Chile
2014

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

Memoria de título

**APLICACIONES DE SOLUCIONES ANTIPARDEANTES Y CLORURO
DE CALCIO EN MANZANA VARIEDAD CRIPPS PINK
MÍNIMAMENTE PROCESADA**

**APPLICATIONS OF ANTIBROWNING SOLUTIONS AND CALCIUM
CHLORIDE ON MINIMALLY PROCESSED VARIETY
CRIPPS PINK APPLE**

MARIANELA VIVIANA NEIRA SAAVEDRA

Santiago, Chile
2014

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**APLICACIONES DE SOLUCIONES ANTIPARDEANTES Y CLORURO
DE CALCIO EN MANZANA VARIEDAD CRIPPS PINK
MÍNIMAMENTE PROCESADA**

MARIANELA VIVIANA NEIRA SAAVEDRA

Memoria para optar al título profesional de
Ingeniera Agrónoma
Mención: Agroindustria

PROFESORES GUÍAS

Calificación

Sr. Víctor Escalona C.
Ingeniero Agrónomo, Dr.

6,5

Srta. Carmen Sáenz H.
Químico Farmacéutico, Dra.

6,5

PROFESORES EVALUADORES

Sr. Luis Luchsinger L.
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.

7,0

Sra. Erika Kania K.
Ingeniero Agrónomo, Dra.

6,5

COLABORADORA

Sra. Alejandra Machuca V.
Ingeniero Agrónomo

Santiago, Chile
2014

*A mi padre... a quien sus fuerzas no le
alcanzaron para acompañarme en este momento.*

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a todos quienes hicieron posible la realización de este trabajo, cuya redacción postergué por diversos motivos. De hecho, muchos pensaron que no culminaría este proceso.

A Víctor Escalona, mi profesor guía, quien me apoyó, orientó e instó a que culminara mi proceso de titulación. Infinitas gracias por su insistencia y tiempo brindado para resolver mis dudas respecto a las correcciones solicitadas por sus pares.

A Carmen Sáenz, mi profesora guía, a quien admiro. Agradezco su apoyo, orientación y preocupación demostrada.

A Erika Kania y Luis Luchsinger, profesores evaluadores, quienes estuvieron prestos para atender mis dudas. Gracias por su tiempo.

Al equipo del Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC), en especial a Alejandra Machuca, Daniela Cárdenas y Javier Obando. Gracias por su apoyo desinteresado.

Al proyecto FONDEF-CONICYT “Desarrollo de productos frutícolas mínimamente procesados en fresco como estrategia para aumentar el consumo. Bases tecnológicas”, por el financiamiento de esta investigación.

A mis compañeros, con quienes compartí momentos de alegría, diversión y también de dolor. Gracias por su compañía.

A mi familia, de la cual he estado separada hace bastante tiempo, por haberme trasladado desde Lebu a Santiago, para concretar mis estudios universitarios. Gracias por su apoyo y contención. Gracias especiales a mi madre, por su amor infinito y sus constantes oraciones.

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
Hipótesis	7
Objetivo	7
MATERIALES Y MÉTODO	8
Lugar de estudio	8
Material vegetal	8
Metodología	8
Caracterización de la fruta	8
Ensayo I	9
Ensayo II	11
Descripción de las variables evaluadas	11
Tasa respiratoria	11
Concentración de gases	12
Color de pulpa de los cascós	12
Firmeza de los cascós	12
Sólidos solubles totales (SST)	12
Acidez titulable (AT)	12
Análisis microbiológico	12
Análisis sensorial	13
Análisis estadístico	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
Ensayo I	14
Caracterización de la fruta	14
Concentración de gases	14
Color de pulpa de los cascós	16
Luminosidad (L)	16
Saturación (C*)	17
Tono (H _{ab})	18
Ensayo II	20
Caracterización de la fruta	20
Tasa respiratoria	20
Concentración de gases	22
Color de pulpa de los cascós	24
Luminosidad (L)	24
Saturación (C*)	25
Tono (H _{ab})	27
Firmeza de los cascós	28
Sólidos solubles totales (SST)	29
Acidez titulable (AT)	30

Análisis microbiológico	31
Aerobios mesófilos	31
Enterobacterias	32
Hongos y levaduras	32
Psicrófilos	33
Análisis sensorial	34
Apariencia	34
Pardeamiento	34
Textura	36
Sabor	36
Sabores extraños	36
CONCLUSIONES	38
BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXO	44
APÉNDICES	45
Apéndice I	45
Apéndice II	46
Apéndice III	47
Apéndice IV	48
Apéndice V	49
Apéndice VI	50

RESUMEN

Con el objetivo de prolongar la vida útil de manzana mínimamente procesada en fresco (MPF), se realizaron dos estudios en los cuales se aplicaron soluciones antipardeantes y cloruro de calcio en cascotes de manzana variedad "Cripps Pink" y se almacenaron bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. En ambos casos, los tratamientos, concentraciones de los compuestos aplicados y tiempos de inmersión fueron los mismos, diferenciándose en la permeabilidad de la bolsa plástica que se utilizó para el envasado. Se utilizó ácido ascórbico (AA; 0,5 %), ácido cítrico (AC; 0,5 %), cisteína (Cys; 0,3 %) y cloruro de calcio (CaCl_2 ; 0,5 %). Se evaluaron variables físicas y químicas y se realizaron análisis microbiológicos y sensoriales. En el caso del Ensayo I, donde se utilizó la bolsa PD 961, al analizar el color, no se observaron diferencias significativas entre las muestras tratadas y el testigo, por lo que la condición de atmósfera alcanzada no fue efectiva en retardar el pardeamiento. En el caso del Ensayo II, donde se utilizó la bolsa PD 900, al realizar los distintos análisis, se observaron diferencias significativas entre las muestras tratadas y el testigo, excepto en los sólidos solubles totales y la acidez titulable. Además, se observó que la condición de atmósfera alcanzada sólo fue efectiva en evitar el desarrollo de bacterias aerobias mesófilas, puesto que los recuentos de bacterias psicrófilas, enterobacterias, hongos y levaduras no registraron diferencias significativas. Tomando en cuenta todas las variables analizadas, se observó que la aplicación de 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl_2 fue efectiva en prolongar la vida útil de cascotes de manzana variedad "Cripps Pink".

Palabras claves: antipardeantes, atmósfera modificada, mínimo procesamiento, Cripps Pink.

ABSTRACT

In order to extend the shelf life of fresh cut “Cripps Pink” apple, two assays were carried out in which antibrowning and calcium chloride solutions were applied in apple wedges stored under modified atmosphere for 10 days at 8 ± 1 °C. In both, the chemical treatments were combined with different type of plastic bags. Ascorbic acid (AA; 0,5 %), citric acid (AC; 0,5 %), cysteine (Cys; 0,3 %) and calcium chloride (CaCl_2 ; 0,5 %) were used. Physical and chemical variables and microbiological and sensory analyzes were performed. In the first experiment, PD 961 bags were used and changes in color were not found probably due to the low oxygen levels reached by the bags. In the second one, differences among treatments were found, except in total soluble solids and titratable acidity when PD 900 bags were used. The reached atmosphere condition in the bags delayed the aerobic mesophilic growth but psychrophilic, enterobacteria, mold and yeasts counts do not show significant differences. According to the results, 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl_2 was effective in prolonging the shelf life of fresh cut “Cripps Pink” apple.

Keywords: antibrowning, modified atmosphere, minimal processing, Cripps Pink.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las poblaciones urbanas, el cambio de la percepción de la calidad e inocuidad de los alimentos por parte de los consumidores, junto con el aumento de los ingresos y el poder adquisitivo en las ciudades, han determinado un cambio en la alimentación a favor del consumo de frutas y hortalizas. Esta tendencia, proporciona oportunidades para mejorar las cadenas de suministro de productos frescos, brindando seguridad a los consumidores y mayores ganancias para los productores (Food and Agriculture Organization, 2000). Además, los beneficios para la salud humana, asociados a la ingesta regular de frutas y hortalizas frescas, están asociados a que son una excelente fuente de vitaminas, minerales y fibras (Food and Drug Administration, 2002).

Los productos mínimamente procesados (MPF) se han definido como aquellas frutas y hortalizas crudas, sin sus partes no comestibles, lavadas, peladas y, en ciertos casos, trozadas, rebanadas o ralladas, posteriormente envasadas en bolsas plásticas o bandejas y conservadas a temperatura de refrigeración, garantizando una duración mínima de siete días para consumo inmediato (López y Moreno, 1994). Se les conoce también como productos precortados, de cuarta gama o “fresh cut”, representando una etapa de transición entre aquellos completamente procesados y los llamados frescos; son productos que se encuentran listos para el consumo (Defilippi y Campos, 2006).

Estos productos pueden sufrir deterioro, ya sea naturalmente (debido a la madurez fisiológica y a la alteración microbiana) o por lesiones causadas durante el propio procesado, sobre todo si se hace una manipulación inadecuada de ellos. Dichas lesiones, producen la descompartmentación celular o deslocalización de las enzimas y los substratos, lo que da origen a diferentes alteraciones bioquímicas, tales como, pardeamiento, olores desagradables y degradación de la textura (Defilippi y Campos, 2006; Wiley, 1997).

Para prolongar la vida útil de frutas y hortalizas MPF se pueden utilizar métodos de conservación, tales como: tratamientos térmicos, aplicación de agentes químicos (acidificantes, antioxidantes, sustancias antimicrobianas, etc.), conservación con atmósferas modificadas, irradiación, entre otros. Al combinar diferentes métodos de conservación puede ocurrir sinergismo positivo (Wiley, 1997).

El pardeamiento, una de las principales alteraciones que sufren los productos mínimamente procesados, se produce como resultado de la acción de la enzima polifenol oxidasa (PPO) sobre un sustrato en presencia de oxígeno cuando un tejido se daña mecánicamente (Kader *et al.*, 2002; Oms-Oliu *et al.*, 2006). La PPO cataliza la hidroxilación de monofenoles a o-difenoles y la posterior oxidación de éstos a o-quinonas las que, al polimerizarse, forman compuestos pardos, rojizos o negros (Gómez *et al.*, 2007; Escalona y Luchsinger, 2008). La intensidad del oscurecimiento y cambios en el color está influenciada por la concentración de formas activas de la enzima y por el contenido de fenoles del tejido vegetal. Este

contenido, depende de múltiples factores como son la variedad y la madurez del fruto (Cano *et al.*, 2004; James y Jobling, 2009).

El pardeamiento es una de las principales limitantes de la vida útil de las frutas MPF, por lo que es fundamental que las estrategias de control de éste se centren en disminuir la actividad de la PPO (Toivonen y Brummell, 2008). Para evitar esta alteración, muchos autores recomiendan el uso de agentes reductores como el ácido ascórbico, quelantes como el EDTA, acidulantes como los ácidos cítrico y acético, entre otros. Sin embargo, la acción de estos compuestos no es suficiente, por lo que se hace necesario complementar su aplicación con otras tecnologías como el envasado bajo condiciones de atmósfera modificada (Son *et al.*, 2001; Villegas-Ochoa *et al.*, 2005; Arias *et al.*, 2007; Gómez *et al.*, 2007; Artés-Calero *et al.*, 2009; Benjawan y Chutichudet, 2009).

La modificación pasiva de la atmósfera consiste en la utilización de películas plásticas de diferente permeabilidad a los gases, por lo que este parámetro resulta fundamental para conseguir la atmósfera adecuada, tanto para frutas y hortalizas, al interior del envase. Las propiedades de permeabilidad de estas películas plásticas dependen del tipo de material, de la temperatura ambiente, de su espesor, de la permeabilidad del gas y de la diferencia de concentración del gas a través de la película (Al-Ati y Hotchkiss, 2003; Martín-Belloso y Oms-Oliu, 2005).

Los beneficios del envasado en atmósfera modificada (EAM) se basan en que, las bajas presiones parciales de O₂ y C₂H₄ y/o elevadas de CO₂ frenan el metabolismo, reducen la transpiración y retrasan el deterioro fisiológico o microbiano del tejido vegetal a conservar, sin embargo, si no se logra una condición de atmósfera adecuada pueden aparecer sabores extraños resultantes de un metabolismo fermentativo (Artés, 2006; Del Nobile *et al.*, 2007). Para manzanas MPF se recomiendan concentraciones menores a 1 % de O₂ y entre 4-12 % de CO₂ (Gorny, 2001).

Otra de las alteraciones que sufren los productos MPF es la pérdida de firmeza debida, principalmente, a la acción de enzimas proteolíticas y pectolíticas sobre los componentes de la pared celular. Los tratamientos combinados de antipardeantes y sales de calcio, además de controlar el pardeamiento enzimático, refuerzan las estructuras de las paredes celulares en frutas mediante la interacción de las sales de calcio con ácidos pécticos y posterior formación de pectatos cálcicos (Le Tien *et al.*, 2001; Martín-Belloso *et al.*, 2007).

Además, las operaciones a que se someten las frutas MPF proveen condiciones favorables para el desarrollo de bacterias, hongos y levaduras. Es fundamental que la manipulación, procesamiento y almacenamiento de estos productos se realice a bajas temperaturas (Gómez *et al.*, 2007; Escalona y Luchsinger, 2008; Rico *et al.*, 2007).

Estudios en cubos de manzana MPF arrojaron resultados positivos en la reducción de la PPO gracias a la aplicación conjunta de ácido ascórbico (1 %) y cloruro de calcio (0,5 %) (Soliva-Fortuny *et al.*, 2001). Similares resultados se obtuvieron al sumergir rodajas de manzanas en solución de ácido ascórbico (1 %) y ácido cítrico (1 %) por tres minutos,

envasadas con atmósfera modificada (Coccí *et al.*, 2006). En pera, se observó que la inmersión de fruta en solución de ácido ascórbico (2 %) y lactato de calcio (1 %) por un minuto redujo significativamente la incidencia del pardeamiento y pérdida de firmeza de los tejidos (Gorny *et al.*, 1998).

La manzana, por presentar diversidad de variedades y ser una fruta que puede conservar sus cualidades sensoriales durante varios meses, se muestra como una excelente alternativa para la industria del mínimo proceso (Razeto, 2006). Dentro de esta gama de variedades se encuentra Cripps Pink, proveniente del cruzamiento de manzanas Lady Williams y Golden Delicious, cuya producción mundial está aumentando debido a su potencial de almacenamiento en frío y a sus buenas características sensoriales (Corrigan *et al.*, 1997; Golding *et al.*, 2005; Saftner *et al.*, 2005).

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas se han vuelto cada vez más populares, en respuesta al aumento de la demanda de los consumidores (Devlieghere *et al.*, 2004; Aguayo *et al.*, 2007). Para responder a esta demanda, es que se hace necesario el estudio del mínimo proceso, haciendo frente a la restricción del tiempo para su comercialización por la corta vida útil que presentan (Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003; Martín-Diana *et al.*, 2007). Es importante profundizar en técnicas que mejoren la vida útil de las manzanas MPF, manteniendo sus características nutricionales y sensoriales, para que se conviertan en una alternativa interesante en el mercado, puesto que éstas no están tan expandidas comercialmente como en el caso de las hortalizas.

Hipótesis

Inmersiones en soluciones antipardeantes y cloruro de calcio aumentan la vida útil de cascos de manzanas “Cripps Pink” bajo atmósfera modificada.

Objetivo

Evaluar los efectos de las aplicaciones de soluciones antipardeantes y cloruro de calcio sobre la calidad física, química, microbiológica y sensorial de cascos de manzanas “Cripps Pink” bajo atmósfera modificada.

MATERIALES Y MÉTODO

Lugar de estudio

Los estudios se realizaron en el Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC) y en los laboratorios de Evaluación Sensorial y Microbiología de Alimentos del Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Material vegetal

Para la realización del proyecto se utilizaron manzanas de la variedad Cripps Pink, provenientes de un huerto comercial ubicado en la Comuna de Rancagua, Provincia de Cachapoal, Región del Libertador Bernardo O'Higgins, cosechadas en mayo de 2009. Se realizó una selección visual de frutos cuidando que no presentaran daños físicos, mecánicos ni sanitarios.

Metodología

Caracterización de la fruta

Previo al procesamiento, se caracterizó una muestra de 25 frutos representativos (Figura 1) y se evaluaron las siguientes variables:



Figura 1. Muestras de manzanas variedad Cripps Pink.

Peso de los frutos: se determinó mediante una balanza electrónica de precisión (modelo BJ 610C, Suiza). Los resultados se expresaron en gramos.

Color de fondo: se midieron los parámetros L, a* y b* con un colorímetro portátil tri-estímulo Minolta modelo CR-200b (Japón), con una fuente iluminante D₆₅ y un ángulo de observador de 0°. Los resultados se expresaron en valores de luminosidad (L), saturación (C*) y tono (H_{ab}). Los parámetros C* y H_{ab} se calcularon según la metodología señalada por McGuire (1992).

Color de pulpa: se determinó de igual modo que el color de fondo. Las mediciones se realizaron en ambas caras del fruto en la zona ecuatorial, previa remoción de la piel. Los resultados se expresaron en valores de luminosidad, saturación y tono.

Sólidos solubles totales (SST): se obtuvieron a partir de una muestra de jugo representativa extraída de cinco frutos, la que se midió con un refractómetro termo-compensado (Atago, Japón). Los resultados se expresaron en SST (%).

Firmeza de la pulpa: se midió con un penetrómetro (Hunter Spring, modelo L-30-M serie 5365). Las mediciones se realizaron en ambas caras del fruto en la zona ecuatorial, previa remoción de la piel, penetrando hasta una profundidad de 5 mm con un émbolo de 11,1 mm.

Acidez titulable (AT): se determinó mediante titulación de 10 mL de jugo con NaOH 0,1 N y se utilizó un potenciómetro (Hanna instruments, modelo pH 21, Rumania). Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido málico.

Ensayo I

Luego de tres meses de almacenamiento a 0 °C y 85-90 % HR, la fruta se llevó desde la cámara de almacenamiento hasta la sala de manipulación y acondicionamiento, donde se trabajó a una temperatura de 8 ± 1 °C. Se realizaron las siguientes operaciones (Figura 2):

Lavado de fruto entero: la fruta se sumergió en agua potable a 5 °C, por un tiempo de cinco minutos. Luego, se dejó escurrir.

Pelado y cortado: la fruta se peló manualmente con cuchillos de filo liso y se dividió longitudinalmente en 8 cascos, eliminándose la zona calicinal.

Luego, los cascos se sumergieron en soluciones de antipardeantes y cloruro de calcio, excepto el tratamiento correspondiente al testigo que se sumergió en agua a 5 °C, por un minuto.

Los agentes químicos que se ocuparon en el estudio fueron: ácido ascórbico (Lab-Tec), ácido cítrico (Lab-Tec), cisteína (GRANOTEC) y cloruro de calcio (Riedel de Hæn). Estos compuestos se utilizaron en las dosis y tiempos indicados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Agentes químicos, concentración y tiempo de inmersión utilizados en cascos de manzana “Cripps Pink”

Tratamientos	Agentes químicos y concentración	Tiempo (minutos)
T1	Testigo en agua	1
T2	0,5 % AA + 0,3 % Cys	1
T3	0,5 % AC + 0,3 % Cys	1
T4	0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	3
T5	0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	3
T6	0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	3

* AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; Cys: cisteína; CaCl₂: cloruro de calcio.

Escurrido: los cascos de manzana, posterior a su inmersión en agua o soluciones antipardeantes y cloruro de calcio, se dejaron escurrir sobre mallas por un período de 5 minutos.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con seis tratamientos, cada uno de los cuales consideró tres repeticiones. La unidad experimental fue una bolsa con 200 g de fruta.

Envasado: se envasaron 200 gramos de fruta en bolsas de plástico, modelo PD 961, con una permeabilidad de 7000 mL·m⁻²·d⁻¹·atm⁻¹ para O₂ y de 21000 mL·m⁻²·d⁻¹·atm⁻¹ para CO₂ (Cryovac, Estados Unidos), las que se sellaron con una selladora manual (Taiwán) y se almacenaron a 8 ± 1 °C.

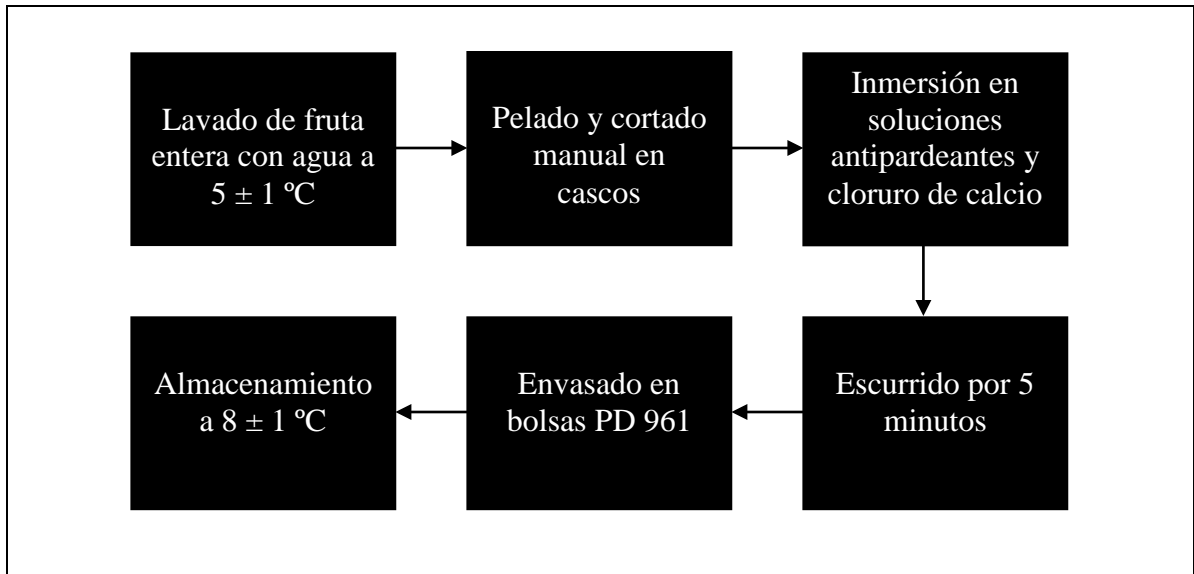


Figura 2. Diagrama de procesamiento de cascos de manzana “Cripps Pink”.

Las variables evaluadas en este ensayo fueron: concentración de gases al interior de las bolsas y color de pulpa de los cascos. Las determinaciones de color se realizaron durante el almacenaje a los 1, 3 y 7 días, mientras que las mediciones de gases se llevaron a cabo los días 1, 4 y 7 respectivamente.

Ensayo II

Luego de cinco meses almacenada a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 85-90 % HR, la fruta se llevó desde la cámara de almacenamiento hasta la sala de manipulación y acondicionamiento, donde se trabajó a una temperatura de $8 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se realizaron las mismas operaciones descritas para el Ensayo I, utilizando los mismos compuestos, concentraciones, tiempos de inmersión y diseño experimental, sin embargo, en este caso, para el envasado de la fruta MPF se utilizó la bolsa plástica, modelo PD 900, con una permeabilidad de $3000\text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{atm}^{-1}$ para O_2 y de $9800\text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{atm}^{-1}$ para CO_2 (Cryovac, Estados Unidos). La línea de procesamiento se presenta en la Figura 3.

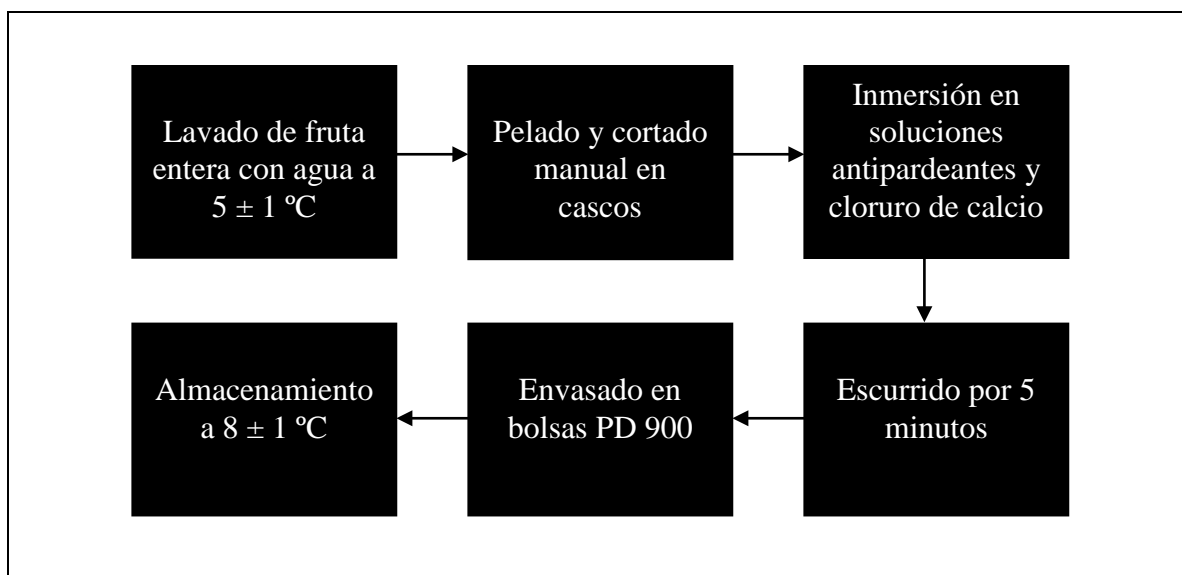


Figura 3. Diagrama de procesamiento de cascos de manzana “Cripps Pink”.

Las variables físicas y químicas que se evaluaron en este ensayo fueron: tasa respiratoria, concentración de gases al interior de las bolsas, color de pulpa de los cascos, firmeza de los cascos, SST y AT. Las determinaciones se realizaron después de 1, 4, 7 y 10 días de almacenamiento. Además, se realizaron análisis microbiológicos al inicio y al final del almacenamiento de los cascos de manzana. También, se realizaron tres evaluaciones sensoriales durante el ensayo: después de 1, 4 y 10 días de almacenamiento.

Descripción de las variables evaluadas

Tasa respiratoria: se determinó con un sistema estático a $8 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en aire, colocando 150-200 g de fruta en frascos de vidrio herméticamente sellados, provistos de un septum de silicona en su tapa a través del cual se tomaron las muestras gaseosas. Al cabo de 1 hora, con una jeringa de plástico de 10 mL (Nitro, Argentina), se extrajo de cada frasco una muestra de aire del espacio de cabeza, la cual se inyectó en un cromatógrafo de gases (HP 5890 Serie II) provisto de un detector de conductividad térmica, previamente calibrado con

un estándar de CO₂ de 1,1 % (Indura, Chile). Los resultados se expresaron en mg de CO₂·kg⁻¹·h⁻¹.

Concentración de gases: se determinó la concentración de O₂ y CO₂ en el interior de las bolsas con cascos de manzana. Se colocó una cinta adhesiva sobre la película plástica a través de la cual, con una jeringa de plástico de 10 mL (Nitro, Argentina), se extrajo una muestra de aire del espacio de cabeza la que se inyectó en el cromatógrafo de gases. Los resultados se expresaron como porcentaje de O₂ y CO₂.

Color de pulpa de los cascos: en el Ensayo I, se midieron los parámetros L, a* y b* con un colorímetro portátil tri-estímulo Minolta, modelo CR-200b (Japón). En el Ensayo II, se empleó un colorímetro portátil tri-estímulo Minolta, modelo CR-400 (Japón). Se utilizó el sistema CIELa*b*. Los resultados se expresaron en valores de luminosidad, saturación y tono.

Firmeza de los cascos: se midió utilizando un penetrómetro manual (Hunter Spring, modelo L-30-M, serie 5365) con un émbolo de 11,1 mm. Se determinó la firmeza de cada uno de los tratamientos, evaluando el ablandamiento en función del tiempo de conservación. Las mediciones se realizaron en el punto lateral central del casco. Los resultados se expresaron en kg-f.

SST: se obtuvieron a partir de una muestra de jugo representativa extraída de los cascos de manzana almacenados bajo atmósfera modificada. Se midieron con un refractómetro termo compensado (Atago, Japón). Los resultados se expresaron en SST (%).

AT: se determinó mediante titulación de 10 mL de jugo con NaOH 0,1 N y se utilizó un potenciómetro (Hanna instruments, modelo pH 21, Rumania). Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido málico.

Análisis microbiológico: se realizaron recuentos de bacterias aerobias mesófilas, enterobacterias y psicrófilas. Además, se realizaron recuentos de hongos y levaduras. Para llevar a cabo los recuentos, se siguieron los métodos descritos por el Instituto de Salud Pública de Chile (1998). Los microorganismos, medios de cultivos utilizados, tiempo de incubación y temperaturas se especifican en el Cuadro 2.

Para realizar los análisis, se tomaron muestras de los cascos de manzana sometidos a los distintos tratamientos, de 10 g cada una. Cada muestra se depositó en una bolsa estéril con 90 mL de agua peptonada, donde se molió con un digestor (IUL, España) durante un minuto. Luego, se realizaron distintas soluciones seriadas.

Cuadro 2. Microorganismos y condiciones de cultivo (cultivo, tiempo de incubación y temperaturas)

Microorganismos	Medio de cultivo	Tiempo de incubación (d)	T (°C)
Aerobios mesófilos	Agar de conteo de placas	2	37
Bacterias psicrófilas	Agar de conteo de placas	7	5
Enterobacterias	Eosin azul de metileno	2	37
Hongos y levaduras	Agar papa dextrosa	5	25

Los recuentos microbianos se expresaron como logaritmo de las unidades formadoras de colonia por gramo ($\log \text{UFC} \cdot \text{g}^{-1}$). Los resultados se evaluaron de acuerdo a los límites establecidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos (2009).

Análisis sensorial: se utilizó un método de análisis descriptivo, aplicado a un panel de 12 jueces entrenados, usando una pauta no estructurada con escala de 0 a 15 cm (Anexo 1). Se evaluaron aspectos visuales y gustativos: apariencia, pardeamiento, textura, sabor y sabores extraños.

El formato de las muestras entregadas a los panelistas difería de acuerdo al aspecto a analizar. Para evaluar apariencia y pardeamiento, las muestras se presentaron en sus respectivos envases. Para evaluar los parámetros de textura, sabor y sabores extraños, las muestras se presentaron en forma de trozos en pocillos blancos de cerámica. En ambos casos, las muestras se identificaron con un código de tres dígitos y se entregaron en orden aleatorio.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se evaluaron mediante ANDEVA, previa verificación de los supuestos. Cuando se presentaron diferencias significativas, entre tratamientos, se aplicó la prueba de comparaciones de Tukey con un nivel de significancia del 5 %. Para realizar el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico JMP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayo I

Caracterización de la fruta

Previo al procesamiento, las manzanas tuvieron un peso promedio de 199 g. En el color de fondo se obtuvieron valores de 71,9 para luminosidad, 43,5 para saturación y de 91,0° para tono. En el color de pulpa se obtuvieron valores de 81,6 para luminosidad, 21,7 para saturación y de 96,6° para tono. Los resultados de SST fueron 14,2 %, de firmeza 3,3 kg-f y 0,5 % de ácido málico (Cuadro 3).

Cuadro 3. Parámetros evaluados en frutos enteros de manzanas “Cripps Pink”

Parámetros		Valores *
Peso de los frutos (g)		199,0 ± 0,9
Color de fondo	L	71,9 ± 1,8
	C*	43,5 ± 1,2
	H _{ab}	91,0 ± 2,1
Color de pulpa	L	81,6 ± 1,1
	C*	21,7 ± 1,5
	H _{ab}	96,6 ± 1,2
SST (%)		14,2 ± 0,4
Firmeza (kg-f)		3,3 ± 0,3
AT (% ácido málico)		0,5 ± 0,0

* Los valores representan el promedio ± EE.

Concentración de gases

Tras un día de almacenamiento, los tratamientos T3, T5 y T6 (0,5 % AC + 0,3 % Cys, 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl₂ y 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl₂) presentaron concentraciones de CO₂ significativamente mayores respecto del testigo. Además, todos los tratamientos con antipardecantes y CaCl₂ mostraron diferencias estadísticamente significativas en la concentración de O₂ respecto del testigo (Figura 4, Apéndice I).

■ T1: Testigo
 □ T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys
 ▨ T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl₂
 ■ T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys
 ▩ T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl₂
 ▧ T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl₂

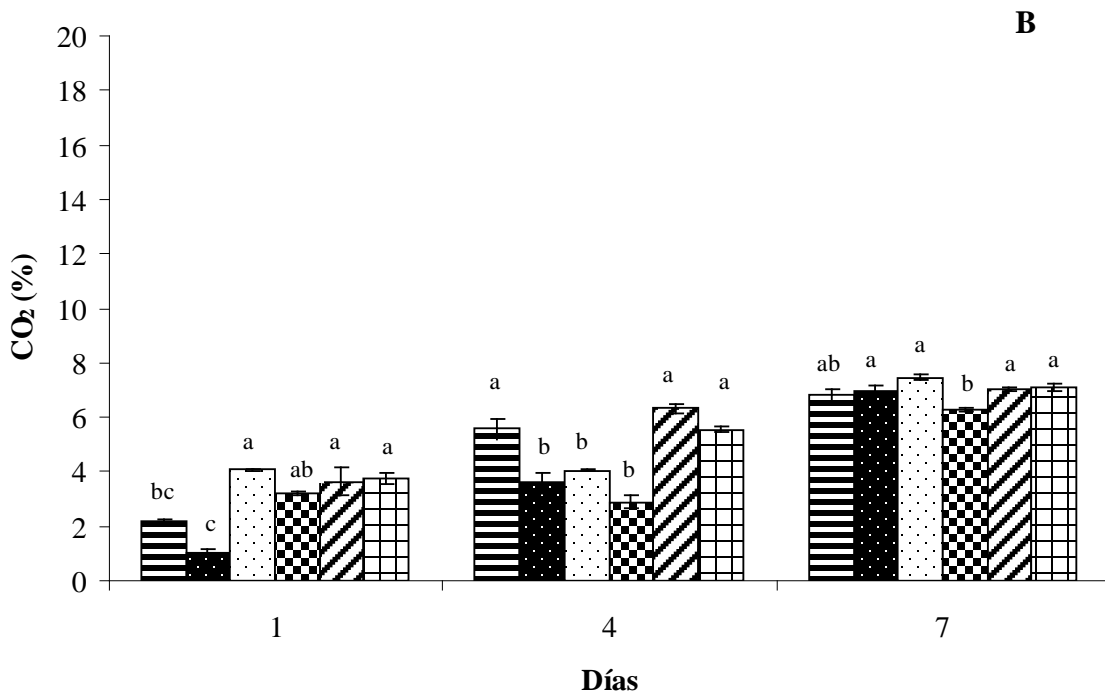
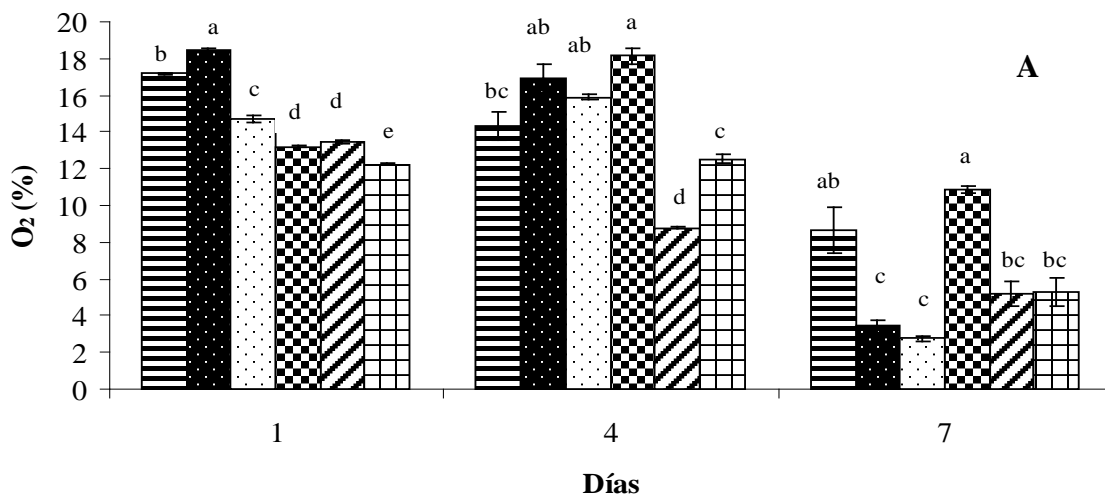


Figura 4. Evolución de la concentración de O₂ (A) y CO₂ (B) en cascós de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 7 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

Luego de cuatro días de almacenamiento, los tratamientos T2, T3 y T4 (0,5 % AA + 0,3 % Cys, 0,5 % AC + 0,3 % Cys y 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl₂) presentaron concentraciones de CO₂ significativamente menores respecto de los demás tratamientos. Por otra parte, el tratamiento T5 (0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl₂) mostró la concentración de O₂ más baja, siendo significativamente diferente del testigo (Figura 4, Apéndice I).

Después de siete días de almacenamiento, no se observaron diferencias significativas, respecto al testigo, en cuanto a la concentración de CO₂. Respecto a la concentración de O₂, los tratamientos T2 y T3 (0,5 % AA + 0,3 % Cys y 0,5 % AC + 0,3 % Cys) presentaron concentraciones significativamente menores respecto de los tratamientos T1 y T4 (testigo y 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl₂). Además, el último tratamiento mencionado, presentó una concentración de O₂ significativamente mayor respecto de los tratamientos T2, T3, T5 y T6 (Figura 4, Apéndice I).

En términos generales, se observó que las concentraciones de O₂ y CO₂ tendieron a bajar y a subir respectivamente, sin embargo, las condiciones de atmósfera alcanzadas no evitaron el pardeamiento. Lo anterior, se fundamenta en que las concentraciones de O₂ y CO₂ alcanzadas en este ensayo no se asemejan a las recomendadas para evitar el pardeamiento en manzanas MPF: concentraciones menores a 1 % de O₂ y entre 4 a 12 % de CO₂ (Gorny, 2001).

Similares resultados han sido reportados por otros autores. Gorny *et al.* (2002), señalaron que bajas concentraciones de O₂ (0,25 o 0,5 kPa) o elevadas de CO₂ (aire enriquecido con 5, 10 o 20 kPa de CO₂) no evitaron el pardeamiento de cascós de pera Barlett durante un período de conservación de 10 días.

Color de pulpa de los cascós

Luminosidad: tras un día de almacenamiento, los valores de L fluctuaron entre 76,1 y 79,1. Todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl₂ presentaron diferencias significativas respecto del testigo, el cual obtuvo el valor más bajo (Figura 5, Apéndice II). Además, éste mostró un descenso de la luminosidad de un 6,8 % respecto al valor de L obtenido en la caracterización de la fruta.

Luego de tres días de almacenamiento, el tratamiento T3 (0,5 % AC + 0,3 % Cys) presentó un valor de L significativamente menor respecto de los demás tratamientos. No se observaron diferencias significativas entre los demás tratamientos (Figura 5, Apéndice II).

Después de siete días de almacenamiento, se observó la misma tendencia descrita anteriormente. El tratamiento T3 (0,5 % AC + 0,3 % Cys) presentó un valor de L

significativamente menor respecto de los demás tratamientos. No se observaron diferencias significativas entre los demás tratamientos (Figura 5, Apéndice II).

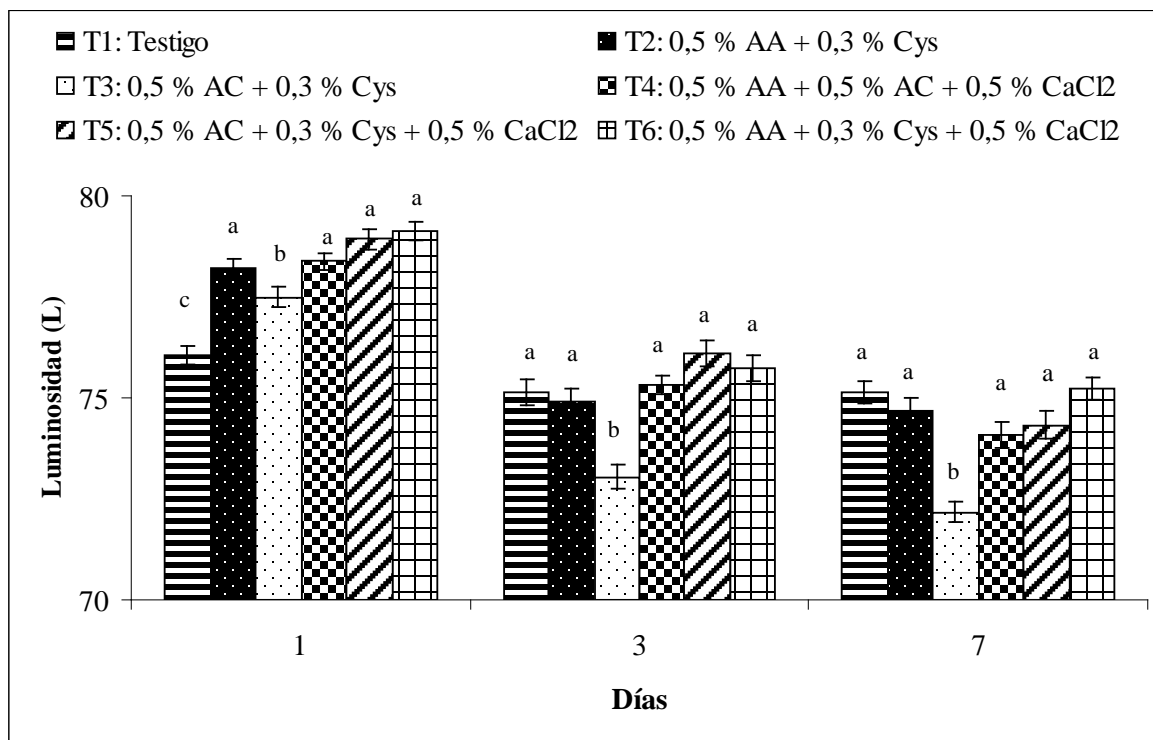


Figura 5. Evolución de la luminosidad en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 7 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

En términos generales, los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 no presentaron diferencias significativas con el testigo después de tres días de almacenamiento, lo cual es un indicador de que no previnieron el pardeamiento. Lo anterior, se puede explicar con los datos obtenidos de concentración de gases (Apéndice I), ya que no se alcanzó la composición atmosférica recomendada para prevenir el pardeamiento.

La tendencia a la disminución de los valores de L respecto del testigo observados en este estudio, concuerda con datos reportados por otros autores. Gorny *et al.* (2002), al analizar los efectos del envasado en atmósfera modificada de pera Barlett, observaron que bajas concentraciones de O_2 o elevadas de CO_2 no evitaron el pardeamiento. Éste, se evidenció en la evolución de la luminosidad durante el almacenamiento, puesto que la fruta conservada bajo atmósferas enriquecidas con CO_2 registró valores de L menores respecto del testigo.

Saturación (C^*): tras un día de almacenamiento, los valores de C^* fluctuaron entre 22,0 y 26,5. Todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 presentaron valores

significativamente menores respecto del testigo (Apéndice II). Éste, presentó un incremento de un 22,2 % respecto al valor de C^* obtenido en la caracterización de la fruta.

Luego de tres días de almacenamiento, los valores de C^* fluctuaron entre 24,5 y 26,8. Los tratamientos T2 y T3 (0,5 % AA + 0,3 % Cys y 0,5 % AC + 0,3 % Cys) presentaron valores de C^* significativamente menores respecto del testigo (Figura 6, Apéndice II).

Después de siete días de almacenamiento, los valores de C^* fluctuaron entre 24,0 y 27,7. Todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 (excepto T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl_2), presentaron valores de C^* significativamente menores respecto del testigo (Figura 6, Apéndice II).

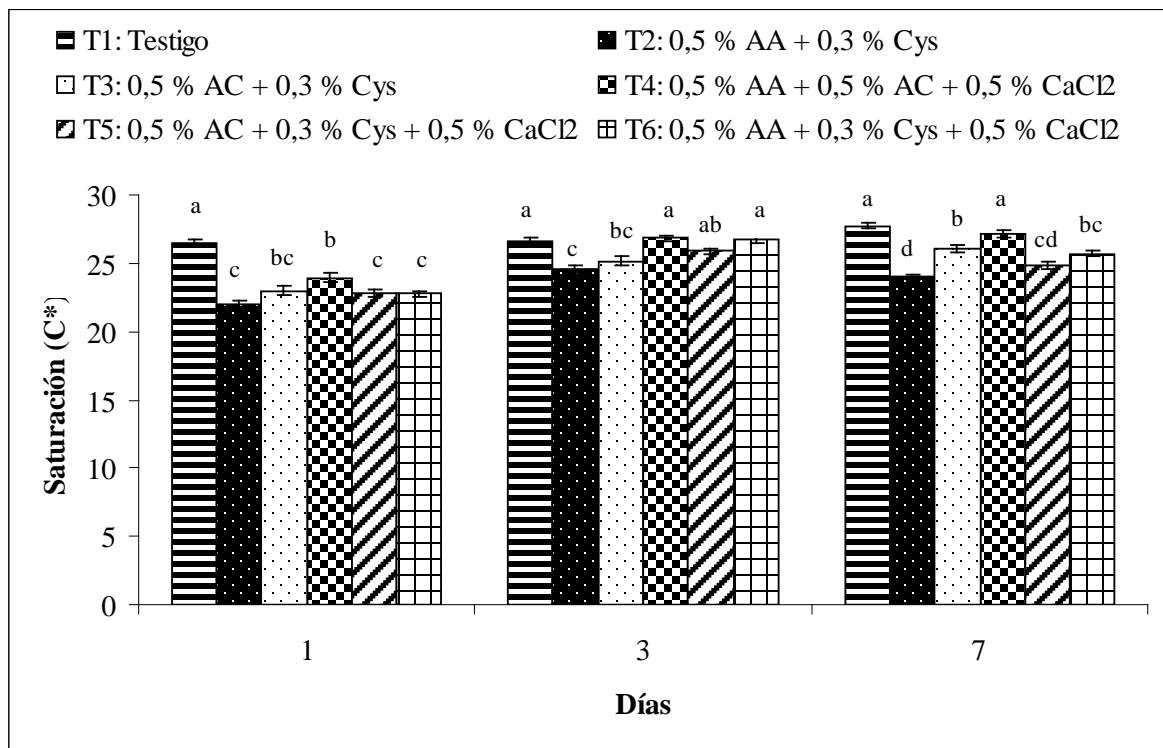


Figura 6. Evolución de la saturación en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 7 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

A lo largo del almacenamiento, se observó un incremento en los valores de C^* . Dicha tendencia también ha sido descrita por otros autores. Zuo *et al.* (2008), reportaron que al analizar el efecto de los ácidos cítrico y ascórbico como antipardeantes en cubos de manzana, almacenadas a 4 °C, el valor de C^* se incrementó a lo largo del almacenamiento.

Tono (H_{ab}): durante todo el almacenamiento de los cascos de manzana se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Tras un día de almacenamiento, todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 presentaron valores de tono significativamente mayores respecto del testigo (Figura 7, Apéndice II).

Luego de tres días de almacenamiento, los tratamientos T2 y T3 (0,5 % AA + 0,3 % Cys y 0,5 % AC + 0,3 % Cys) presentaron valores de tono significativamente menores respecto de los demás tratamientos. Por otra parte, el tratamiento T6 (0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl_2) obtuvo el valor de tono más alto y presentó diferencias significativas con los demás tratamientos (Figura 7, Apéndice II).

Después de siete días de almacenamiento, los tratamientos T2, T3 y T5 (0,5 % AA + 0,3 % Cys, 0,5 % AC + 0,3 % Cys y 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl_2) presentaron valores de tono significativamente menores respecto de los demás tratamientos.

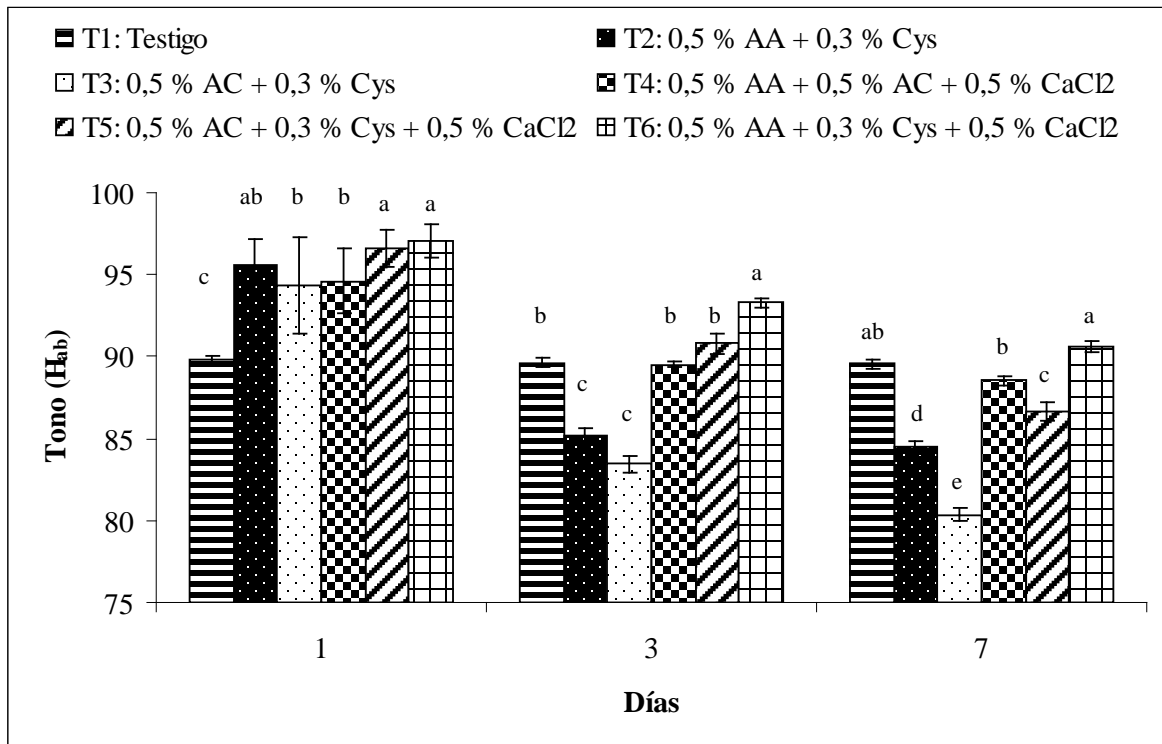


Figura 7. Evolución del tono en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 7 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

En términos generales, los tratamientos que contenían cisteína, pero carecían de CaCl_2 , presentaron valores de tono menores respecto del testigo, lo que podría deberse a la aparición de tonalidades rosáceas.

En definitiva, las concentraciones de O_2 y CO_2 alcanzadas en las bolsas no fueron las adecuadas para prevenir el pardeamiento en cascos de manzanas “Cripps Pink”,

almacenados a 8 ± 1 °C durante siete días, por lo que se requiere estudiar nuevas combinaciones de atmósfera modificada.

Ensayo II

Caracterización de la fruta

Previo al procesamiento, las manzanas tuvieron un peso promedio de 190,5 g. En el color de fondo se obtuvieron valores de 67,4 para luminosidad, 43,0 para saturación y de 79,5° para tono. En el color de pulpa se obtuvieron valores de 81,6 para luminosidad, 27,3 para saturación y de 105,9° para tono. Los resultados de SST fueron 14,3 %, de firmeza 3,7 kg-f y 0,4 % de ácido málico (Cuadro 4).

Cuadro 4. Parámetros evaluados en frutos enteros de manzanas “Cripps Pink”

Parámetros		Valores *
Peso de los frutos (g)		190,5 ± 1,6
Color de fondo	L	67,4 ± 0,8
	C*	43,0 ± 0,6
	H _{ab}	79,5 ± 1,9
Color de pulpa	L	81,6 ± 0,4
	C*	27,3 ± 0,5
	H _{ab}	105,9 ± 0,4
SST (%)		14,3 ± 0,5
Firmeza (kg-f)		3,7 ± 0,0
AT (% ácido málico)		0,4 ± 0,0

* Los valores representan el promedio ± DS.

Tasa respiratoria

Durante el almacenamiento de los cascos de manzana, la tasa respiratoria estuvo entre los rangos de 22,1 a 31,4 (el día del procesamiento) y 30,8 a 51,1 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹ (después de 10 días de almacenamiento).

El día del procesamiento, todos los tratamientos con soluciones antipardecantes y CaCl_2 presentaron tasas respiratorias significativamente superiores a la del testigo (Figura 8).

Luego de cuatro días de almacenamiento, la tasa respiratoria fluctuó entre 22,1 y 24,9 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Los tratamientos T1, T3 y T5 (testigo; 0,5 % AC + 0,3 % Cys y 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl_2) presentaron valores significativamente más altos que los demás. Se observó que los tratamientos con soluciones antipardecantes y CaCl_2 disminuyeron su tasa respiratoria respecto al día del procesamiento, en tanto, la del testigo aumentó (Figura 8).

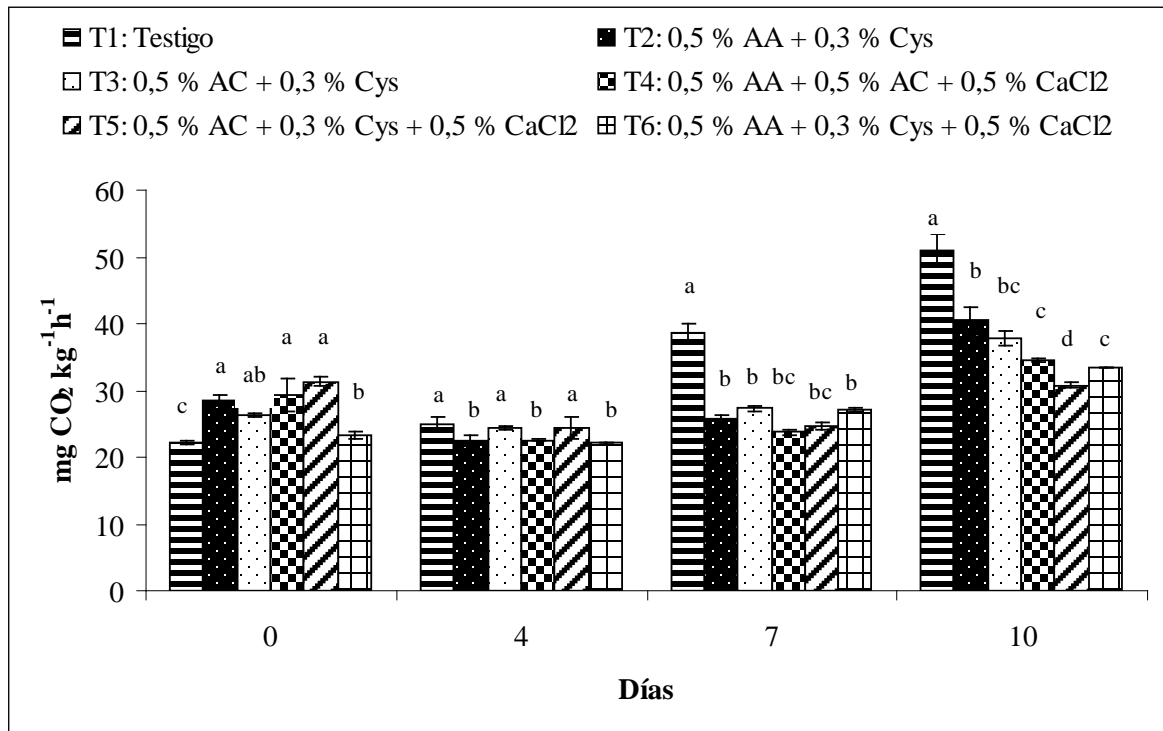


Figura 8. Evolución de la tasa respiratoria en cascós de manzana “Cripps Pink”, almacenados durante 10 días a 8 ± 1 °C en aire. Las barras de error representan el EE.

Después de siete días de almacenamiento, la tasa respiratoria fluctuó entre 23,8 y 38,7 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Los tratamientos con antipardecantes y CaCl_2 presentaron valores significativamente menores respecto del testigo. Todos los tratamientos registraron un incremento en la tasa respiratoria respecto de los valores obtenidos el día 4.

Al cabo de diez de almacenamiento, la tasa respiratoria fluctuó entre 30,8 y 51,1 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Los tratamientos con antipardecantes y CaCl_2 presentaron valores significativamente menores respecto del testigo. Todos los tratamientos presentaron un incremento en la tasa respiratoria respecto a las mediciones obtenidas el día siete (Figura 8).

Según estos resultados, los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 presentaron una mayor tasa respiratoria el día 0 respecto del testigo, lo que podría atribuirse a que se sometieron a un mayor grado de procesamiento, causando estrés en los tejidos y aumentando su actividad metabólica (Aguayo *et al.*, 2004). La tendencia observada después de cuatro días de almacenamiento hasta el final del ensayo, sería un indicador de que la aplicación de agentes antipardeantes y CaCl_2 influyeron en la tasa respiratoria, retardándola respecto a la del testigo.

La tendencia mostrada en este estudio también ha sido observada en hortalizas. Escalona *et al.* (2006), reportaron que la actividad respiratoria de hinojo “Orión” mínimamente procesado en mitades, almacenados durante 4 días a 15°C en aire, tratado con ácido cítrico y EDTA, respectivamente, fue superior a la presentada por el testigo al comienzo del ensayo. Dicha relación se invirtió a lo largo del almacenamiento.

Concentración de gases

Tras un día de almacenamiento, el único tratamiento que presentó diferencias estadísticamente significativas respecto del testigo, tanto en la concentración de CO_2 como de O_2 , fue T4 (0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl_2). La condición de atmósfera alcanzada por este tratamiento, se vio reflejada en la luminosidad que alcanzó, ya que fue significativamente la más alta ese día.

Luego de cuatro días de almacenamiento, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Figura 9, Apéndice III).

Después de siete días de almacenamiento, no se observaron diferencias significativas en cuanto a la concentración de O_2 . Respecto a la concentración de CO_2 , todos los tratamientos con CaCl_2 , presentaron concentraciones significativamente menores respecto del testigo.

Al cabo de diez días de almacenamiento, en cuanto a la concentración de O_2 , se observó la misma tendencia señalada anteriormente. Respecto a la concentración de CO_2 , los tratamientos T5 y T6 (0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl_2 y 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl_2) presentaron concentraciones significativamente menores respecto del testigo (Figura 9; Apéndice III).

Al igual que lo registrado en el Ensayo I, se observó que los porcentajes de O_2 y CO_2 tendieron a bajar y a subir respectivamente, sin embargo, las concentraciones de estos gases fueron considerablemente diferentes en este ensayo debido a la permeabilidad del envase utilizado ($3000\text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{atm}^{-1}$ para O_2 y $9800\text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{atm}^{-1}$ para CO_2). Se consiguió una atmósfera pobre en O_2 y muy rica en CO_2 .

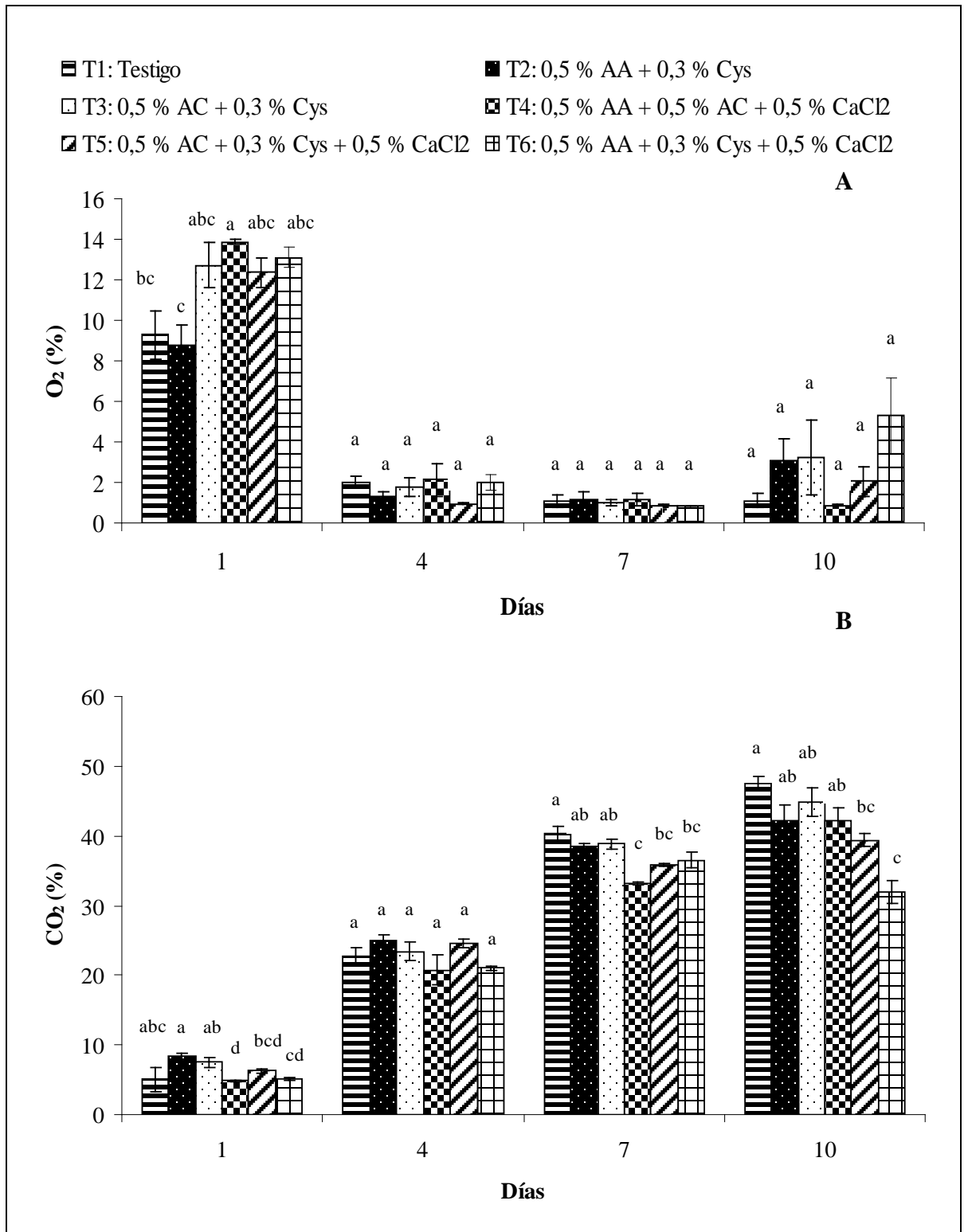


Figura 9. Evolución de la concentración de O₂ (A) y CO₂ (B) en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

Color de pulpa de los cascos

Luminosidad (L): a diferencia del Ensayo I, durante todo el almacenamiento de los cascos de manzana se observaron diferencias significativas entre tratamientos.

Tras un día de almacenamiento, los valores de L fluctuaron entre 77,4 y 79,2. El tratamiento T4 (0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl₂) presentó diferencias significativas de un 2,4 % respecto del tratamiento testigo (Figura 10, Apéndice IV). Este último, presentó una variación positiva de un 1,8 % respecto de la luminosidad registrada por el testigo en el caso del Ensayo I.

Luego de cuatro días de almacenamiento, los tratamientos T2 y T6 (0,5 % AA + 0,3 % Cys y 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl₂) presentaron, ambos, un valor de L de 79,4 siendo significativamente más alto que el del testigo (Figura 10, Apéndice IV).

Después de siete días de almacenamiento, los valores de L fluctuaron entre 76,8 y 79,1. Los tratamientos T3 y T5 (0,5 % AC + 0,3 % Cys y 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl₂) presentaron valores significativamente menores respecto del testigo (Figura 10, Apéndice IV).

Al cabo de diez días de almacenamiento, los valores de L fluctuaron entre 77,1 y 79,1. El tratamiento T2 (0,5 % AA + 0,3 % Cys) presentó una diferencia significativa de un 1,6 % respecto del testigo (Figura 10).

El testigo, después de 10 días de almacenamiento, registró un valor de L de 77,8, el que superó en un 3,4 % al presentado por el testigo del Ensayo I, después de siete días de almacenamiento.

Los tratamientos que contenían soluciones antipardeantes y CaCl₂ presentaron valores de L más altos que los mostrados por el testigo, lo que podría deberse a que las sustancias aplicadas actúan como agentes acidulantes, quelantes o reductores, inhibiendo el pardeamiento causado por la actividad de la PPO (Meyer *et al.*, 2002; Raybaudi-Massilia *et al.*, 2007). A diferencia del Ensayo I, el EAM influyó, retardando el pardeamiento.

El parámetro L ha sido utilizado en frutas y hortalizas como una medida subjetiva confiable del pardeamiento (Wiley, 1994; Lee *et al.*, 2003).

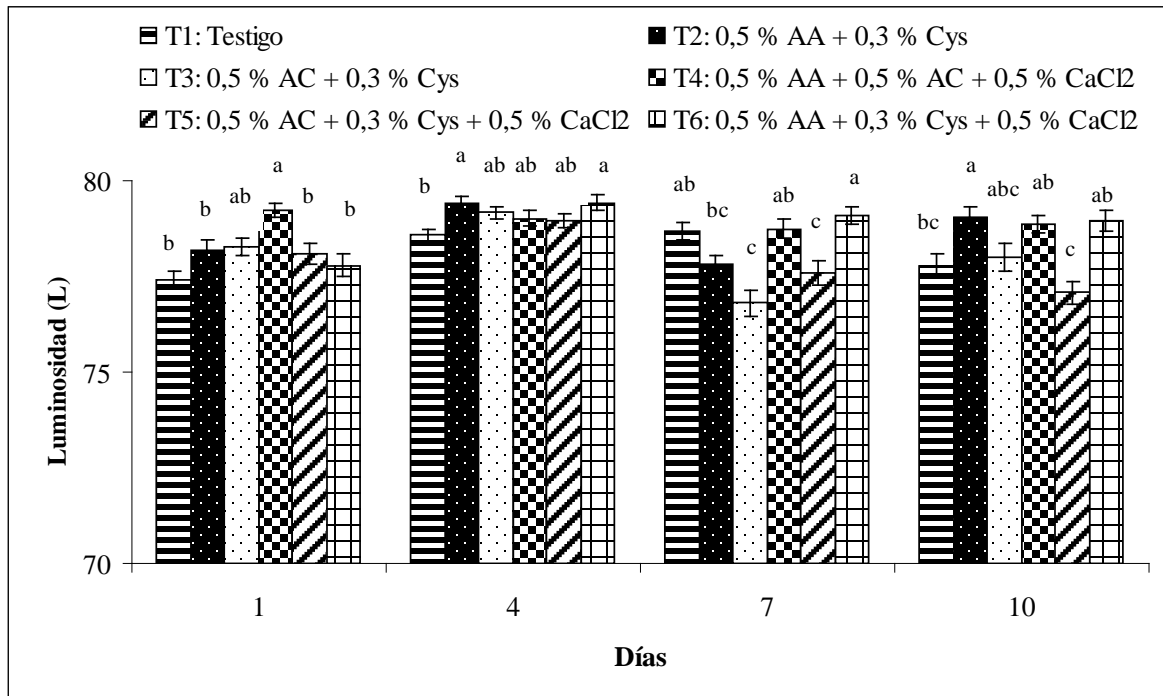


Figura 10. Evolución de la luminosidad en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

Los resultados de este estudio concuerdan con los reportados por otros autores. Lee *et al.* (2003), estudiaron el efecto de recubrimientos comestibles y agentes antipardeantes en cascos de manzanas “Fuji” mínimamente procesadas. Observaron que la aplicación de AA, AC y AO* (1; 1 y 0,05 %, respectivamente) no fue suficiente para prevenir el pardeamiento, sin embargo, la aplicación de soluciones de 1 % AA + 0,5 % AC, 1 % AA + 0,02 % AO y 1 % AA + 1 % CaCl₂ tuvieron un efecto significativo en el retraso del pardeamiento. Las manzanas tratadas con las soluciones mencionadas anteriormente, mostraron valores de L significativamente más altos respecto de la muestra testigo. Concluyeron que hubo un efecto sinérgico entre los antipardeantes utilizados.

Perera *et al.* (2010) reportaron que la aplicación conjunta de un tratamiento de alta presión y jugo de piña, sobre cubos de manzana Granny Smith y Pink Lady, fue efectiva en retardar el pardeamiento.

Saturación (C*): durante todo el tiempo de almacenamiento de los cascos de manzana se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

* AO: ácido oxálico

Tras un día de almacenamiento, los valores de C^* fluctuaron entre 23,4 y 26,7. Todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 presentaron diferencias significativas respecto del testigo, siendo este último el que presentó el valor de C^* más alto (Figura 11, Apéndice IV).

Luego de cuatro días de almacenamiento, los valores de C^* fluctuaron entre 23,4 y 26,4. Todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 , salvo 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl_2 , presentaron valores significativamente menores respecto del testigo, (Figura 11, Apéndice IV).

Después de siete días de almacenamiento, los valores de C^* fluctuaron entre 23,4 y 25,9. Todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 presentaron valores significativamente menores respecto del testigo (Figura 11, Apéndice IV).

Al cabo de diez días de almacenamiento, los valores de C^* fluctuaron entre 23,1 y 26,5. Se presentó la misma tendencia observada en los días anteriores. Además, el tratamiento T3 (0,5 % AC + 0,3 % Cys), durante todo el almacenamiento, presentó diferencias significativas con otros tratamientos (Figura 11, Apéndice IV).

¡Error! Vínculo no válido. **Figura 11.** Evolución de la saturación en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados

bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

La tendencia observada fue que los tratamientos que contenían soluciones antipardeantes y CaCl_2 presentaron valores de C^* significativamente menores que los presentados por el testigo. Lo anterior, evidencia que los agentes antipardeantes aplicados en conjunto con la atmósfera modificada retardaron el pardeamiento.

Tono (H_{ab}): durante todo el tiempo de almacenamiento de los cascos de manzana, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Tras un día de almacenamiento, los valores de H_{ab} fluctuaron entre 93,2 y 96,8°. Todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 presentaron diferencias significativas respecto del testigo, siendo este último el que presentó el valor más bajo (Figura 12, Apéndice IV).

Luego de cuatro días de almacenamiento, los valores de H_{ab} fluctuaron entre 93,6 y 96,1°. Todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 (excepto T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys) presentaron valores significativamente mayores respecto del testigo (Figura 12, Apéndice IV).

Después de siete días de almacenamiento, los valores de H_{ab} fluctuaron entre 94,9 y 97,4°. Los tratamientos T2 y T4 (0,5 % AA + 0,3 % Cys y 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl_2) presentaron valores significativamente mayores respecto del testigo (Figura 12, Apéndice IV).

Al cabo de diez días de almacenamiento, los valores de H_{ab} fluctuaron entre 94,1 y 97,3°. Todos los tratamientos con antipardeantes y $CaCl_2$ presentaron valores de tono significativamente mayores respecto del testigo (excepto T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % $CaCl_2$), siendo los tratamientos T2 y T4 (0,5 % AA + 0,3 % Cys y 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % $CaCl_2$) los que presentaron los valores más altos (Figura 12, Apéndice IV).

En virtud de los resultados obtenidos en este estudio, los tratamientos 0,5 % AA + 0,3 % Cys y 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % $CaCl_2$ fueron los que presentaron los valores de tono más altos a lo largo del almacenamiento de los cascos de manzana.

Considerando al tono como parámetro de pardeamiento, se puede señalar que la aplicación de agentes antipardeantes y $CaCl_2$, en conjunto con EAM, fue efectiva, ya que retardó el pardeamiento.

La tendencia observada en este estudio concuerda con resultados observados por otros autores. Galleguillos (2011), reportó que la aplicación de ácido ascórbico, ácido cítrico y $CaCl_2$ en cascos de manzana “Granny Smith”, inmersos en agua a 60° C, almacenados en EAM durante 11 días a 5 °C, retardó el pardeamiento medido a través del parámetro H_{ab} .

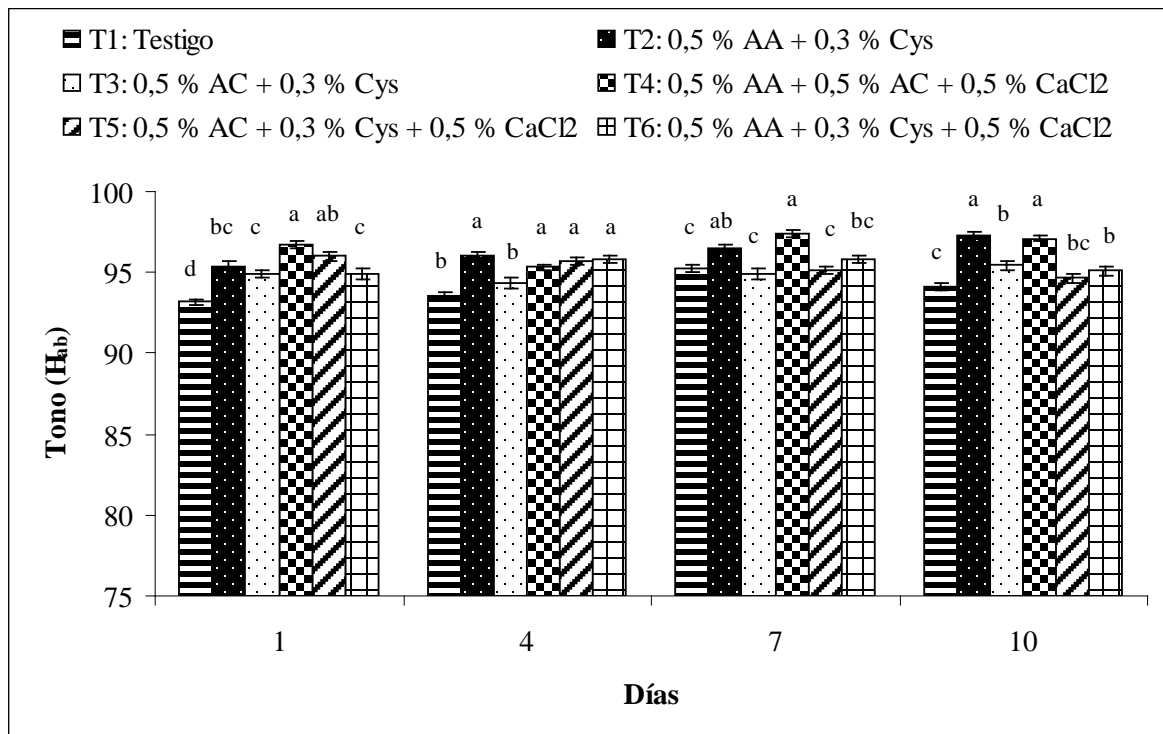


Figura 12. Evolución del tono en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

Firmeza de los cascos

Tras un día de almacenamiento, los valores de este parámetro fluctuaron entre 3,2 y 3,5 kg-f. Los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 no presentaron diferencias significativas respecto al testigo (Figura 13, Apéndice IV).

Luego de cuatro días de almacenamiento, los valores de firmeza fluctuaron entre 3,0 y 3,6 kg-f. Todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 , excepto T2 (0,5 % AA + 0,3 % Cys), presentaron valores significativamente mayores respecto del testigo.

Después de siete días de almacenamiento, los valores de firmeza fluctuaron entre 2,9 y 3,5 kg-f. Los tratamientos con CaCl_2 , presentaron valores significativamente mayores respecto de los demás tratamientos (Figura 13, Apéndice IV).

Al cabo de diez días de almacenamiento, los valores de firmeza fluctuaron entre 2,9 y 3,3 kg-f. Todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 , excepto T2 (0,5 % AA + 0,3 % Cys), presentaron valores de firmeza significativamente mayores respecto del testigo (Figura 13, Apéndice IV).

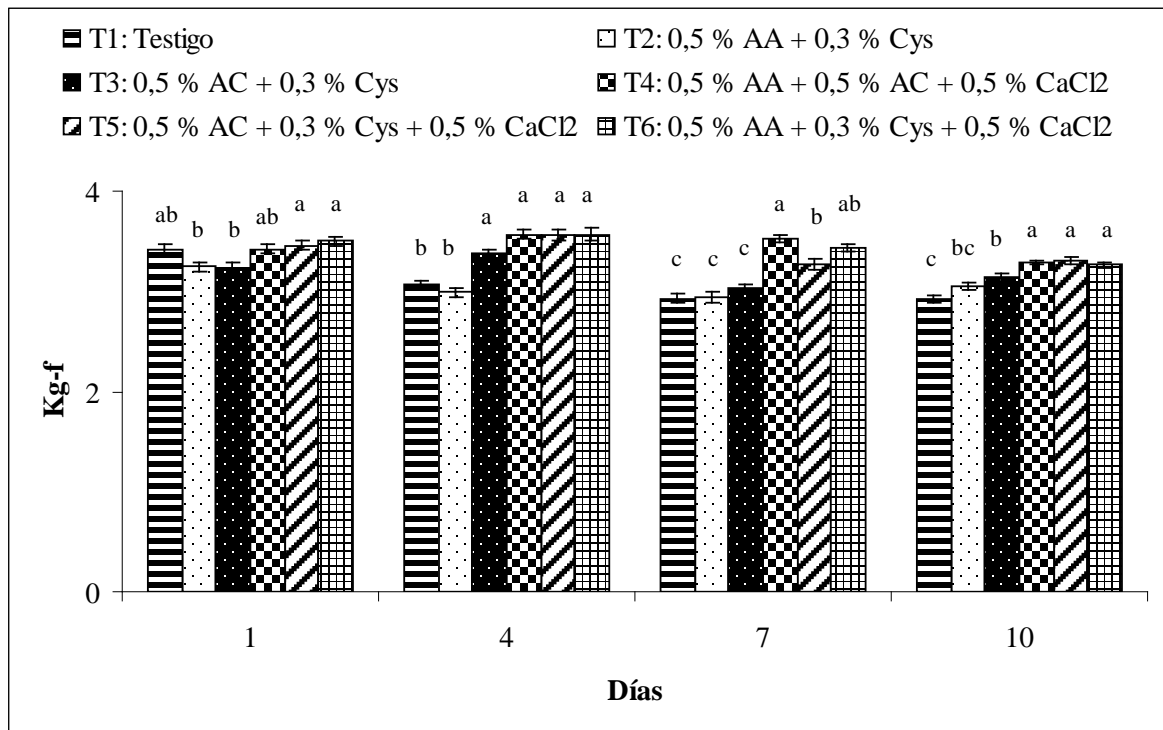


Figura 13. Evolución de la firmeza en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

Los tratamientos que contenían CaCl_2 presentaron valores de firmeza significativamente más altos que los presentados por el testigo, lo que indica que fueron efectivos en mantener la firmeza de la fruta, influyendo, probablemente, sobre la actividad de las enzimas pectinmetilesterasa (PME) y poligalacturonasa. Lo anterior, se explica por la capacidad que presenta el calcio para asociarse con los grupos carboxilos libres de las pectinas y formar pectatos de calcio insolubles, los que fortalecen la pared celular (Van Dijk y Tijskens, 2000).

La tendencia de los resultados de este estudio concuerda con lo reportado por otros autores. Silveira *et al.* (2007), analizaron el efecto de sales cálcicas sobre la actividad de la enzima poligalacturonasa y el ablandamiento de melón “Galia” mínimamente procesado. Reportaron que tratamientos con ascorbato, propionato, acetato, cloruro y tartrato cálcico fueron efectivos al reducir el ablandamiento entre un 15-20 % respecto del testigo.

Sólidos solubles totales (SST)

Durante todo el almacenamiento de los cascos de manzana no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Los valores de SST fluctuaron entre 13,1 y 13,3 % al principio y 12,1 a 12,7 % al final del ensayo.

La tendencia observada en los resultados de este estudio concuerda con los reportados por otros autores. Hernández *et al.* (2007) estudiaron el efecto del grado de madurez en el procesamiento de papaya cv. “Maradol”, almacenada durante doce días, observando una disminución en el contenido de SST, concluyendo que, a mayor actividad metabólica, hay mayor consumo de azúcares. Rivera-López *et al.* (2005) observaron una disminución de SST en papaya mínimamente procesada en función del tipo de troceado (cubos y cascos) y de la temperatura de almacenamiento (5, 10 y 20 °C).

Acidez Titulable (AT)

Tras un día de almacenamiento, los valores de AT fluctuaron entre 0,034 y 0,042 %. Los tratamientos con soluciones antipardeantes y CaCl_2 no presentaron diferencias significativas respecto del testigo (Figura 14, Apéndice IV).

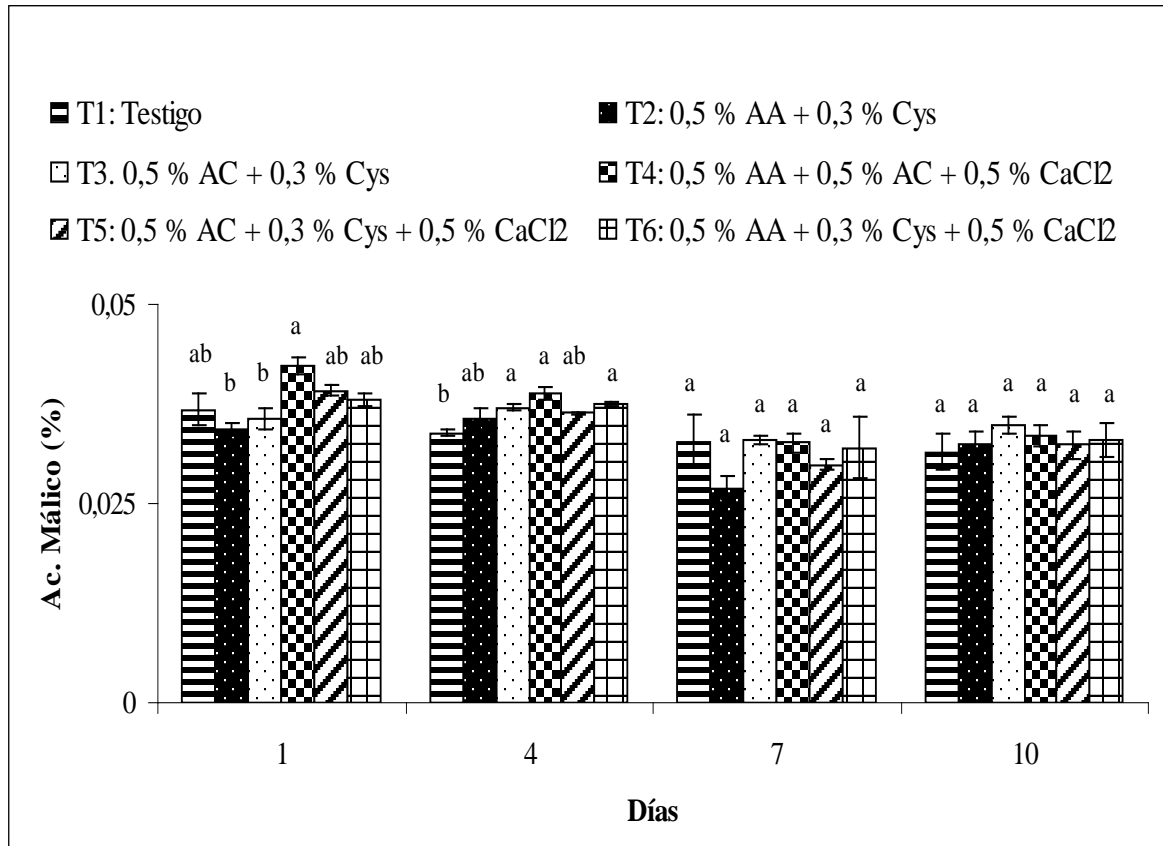


Figura 14. Evolución de la AT en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

Luego de cuatro días de almacenamiento, los valores de AT fluctuaron entre 0,034 y 0,039 %. Los tratamientos T3, T4 y T6 (0,5 % AC + 0,3 % Cys, 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl₂ y 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl₂) presentaron valores significativamente mayores respecto del testigo (Figura 14, Apéndice IV).

Después de siete días de almacenamiento, los valores de AT fluctuaron entre 0,027 y 0,033 %. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos.

Al cabo de diez días de almacenamiento, los valores de AT fluctuaron entre 0,031 y 0,035 %. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice IV).

Los tratamientos con soluciones antipardeantes y CaCl₂ no tuvieron un efecto significativo en este parámetro, lo que concuerda con datos obtenidos en otros estudios. Soliva-Fortuny *et al.* (2004), reportaron que, en manzanas MPF almacenadas en bolsas de plástico de baja permeabilidad al oxígeno, la AT no cambió significativamente a lo largo del período de almacenamiento.

Análisis microbiológico

Aerobios mesófilos: durante todo el almacenamiento de los cascos de manzana se observaron diferencias significativas entre tratamientos.

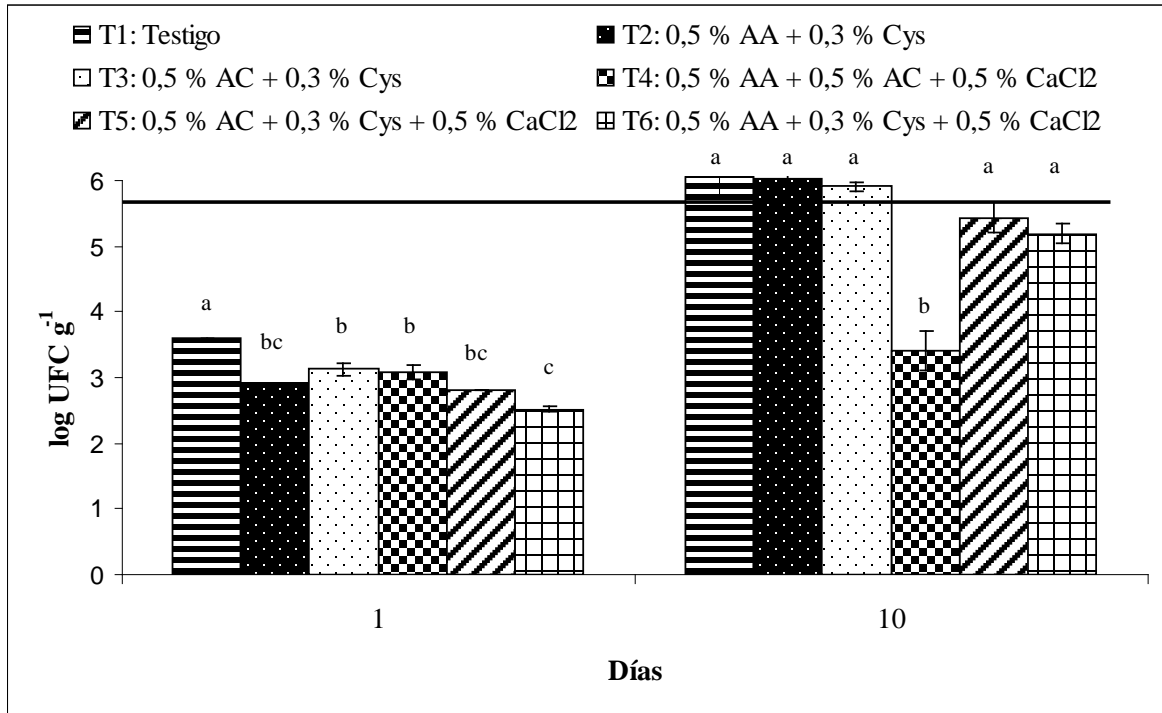


Figura 15. Recuento de microorganismos aerobios mesófilos en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

Tras un día de almacenamiento, los tratamientos con soluciones antipardeantes y CaCl₂ presentaron recuentos de aerobios mesófilos significativamente menores respecto del testigo, el que presentó un recuento de 3,6 log UFC·g⁻¹ (Figura 15, Apéndice V).

Luego de diez días de almacenamiento, los tratamientos que contenían CaCl₂ presentaron recuentos por debajo de 5,7 log UFC·g⁻¹, límite máximo tolerado por la legislación chilena, siendo el tratamiento 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl₂ el que presentó el menor recuento de aerobios mesófilos. Lo anterior, se vería influenciado por el EAM, puesto que dichos tratamientos, al cabo de diez días de almacenamiento, presentaron las concentraciones más bajas y más altas de O₂ y CO₂, respectivamente. Los tratamientos T1, T2 y T3 (testigo, 0,5 % AA + 0,3 % Cys y 0,5 % AC + 0,3 % Cys) presentaron 6,1; 6,0 y 5,9 log UFC·g⁻¹, respectivamente. Dichos recuentos, sobrepasaron el límite establecido por el Reglamento Sanitario de los Alimentos, que establece que recuentos superiores a 5,7 log UFC·g⁻¹ representan un riesgo para la salud (Figura 15, Apéndice V).

En términos generales, se puede señalar que el recuento de aerobios mesófilos aumentó a lo largo del almacenamiento, sin embargo, se observó que se produjo sinergismo en la aplicación de antipardeantes, CaCl_2 y EAM, puesto que retardaron el crecimiento microbiano.

Lee *et al.* (2003), reportaron reducciones de microorganismos aerobios mesófilos y psicrófilos al aplicar recubrimientos comestibles, agentes antipardeantes y CaCl_2 en cascos de manzanas “Fuji” mínimamente procesados, almacenados a 3 °C durante dos semanas.

Enterobacterias: durante el almacenamiento de los cascos de manzanas, los recuentos estuvieron entre los rangos de 1,3 a 3,4 log UFC·g⁻¹. Los resultados fueron similares tanto al principio como al final del ensayo. Los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 , excepto T2 (0,5 % AA + 0,3 % Cys), no presentaron diferencias significativas respecto del testigo.

Los recuentos obtenidos, no superaron el límite establecido por la norma chilena aplicable a frutas y otros vegetales comestibles pre-elaborados, listos para el consumo, que establece como límite máximo permitido para enterobacterias 4,7 log UFC·g⁻¹.

Hongos y levaduras: luego de un día de almacenamiento, los tratamientos T1 y T2 (testigo y 0,5 % AA + 0,3 % Cys) fueron los únicos que presentaron recuentos de estos microorganismos. Los valores fueron menores a 1 log UFC·g⁻¹.

Al cabo de diez días de almacenamiento, todos los tratamientos presentaron hongos y levaduras. Los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 , no presentaron diferencias significativas respecto del testigo.

En términos generales, se pudo observar que los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 no mostraron diferencias significativas respecto del testigo, lo cual es un indicador de que los agentes aplicados a los cascos de manzanas y el EAM no evitaron el desarrollo de hongos y levaduras.

Psicrófilos: tras un día de almacenamiento, los recuentos estuvieron entre 3,3 y 3,9 log UFC·g⁻¹. El tratamiento T3 (0,5 % AC + 0,3 % Cys) presentó un recuento de 3,3 log UFC·g⁻¹, el cual fue significativamente menor al registrado por el testigo (Figura 16, Apéndice V).

Luego de 10 días de almacenamiento, todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 no presentaron diferencias significativas respecto del testigo, excepto el tratamiento T4 (0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl_2), que obtuvo un recuento de 3,8 log UFC·g⁻¹ (Figura 16, Apéndice V).

Los resultados obtenidos difieren de los reportados por otros autores. Rojas-Graü *et al.* (2007) observaron una reducción de psicrófilos, hongos y levaduras respecto del control al aplicar sustancias antimicrobianas en recubrimientos comestibles de alginato-puré de manzana en manzanas Fuji MPF.

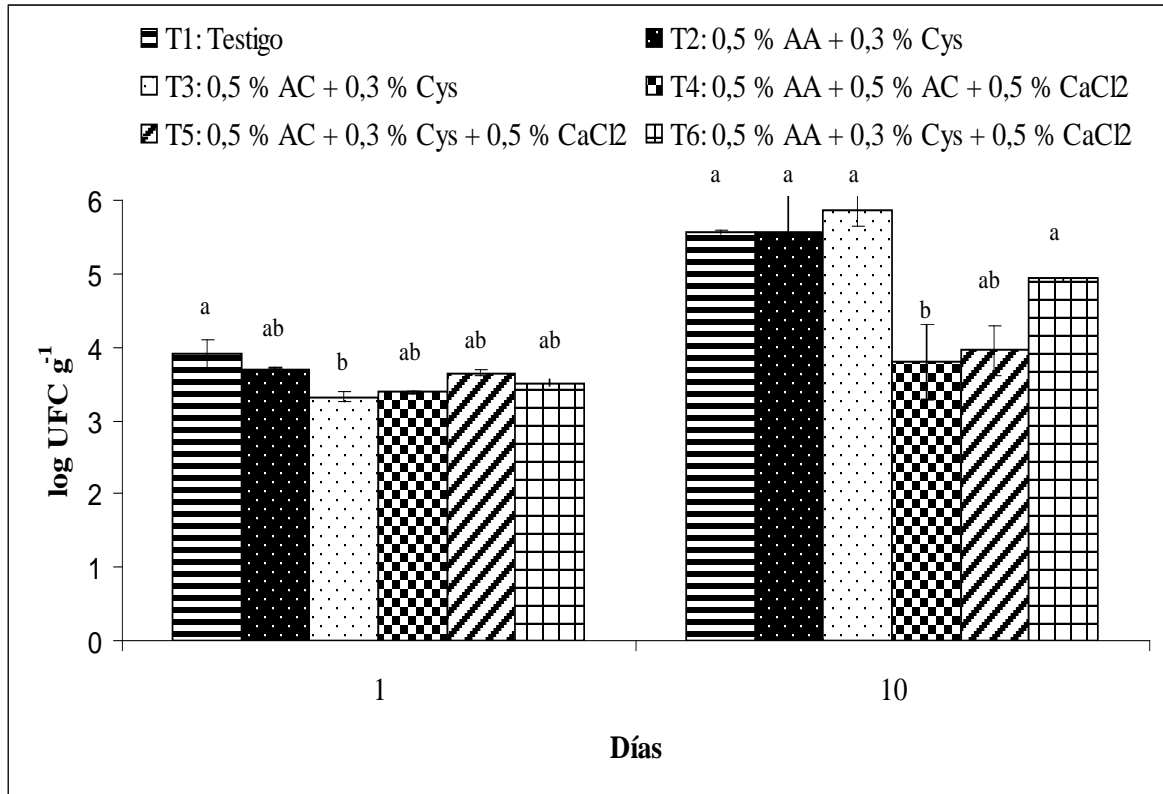


Figura 16. Recuento de microorganismos psicrófilos en cascotes de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

Análisis sensorial

Apariencia: tras un día de almacenamiento, los valores fluctuaron entre 11,5 y 13,6. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice VI).

Luego de cuatro días de almacenamiento los tratamientos T2 y T4 (0,5 % AA + 0,3 % Cys y 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl₂) presentaron valores significativamente mayores respecto del testigo (Figura 17, Apéndice VI).

Después de 10 días de almacenamiento el tratamiento T4 (0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl₂) presentó un valor significativamente mayor respecto del testigo, en tanto, el tratamiento T5 (0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl₂) presentó un valor significativamente menor.

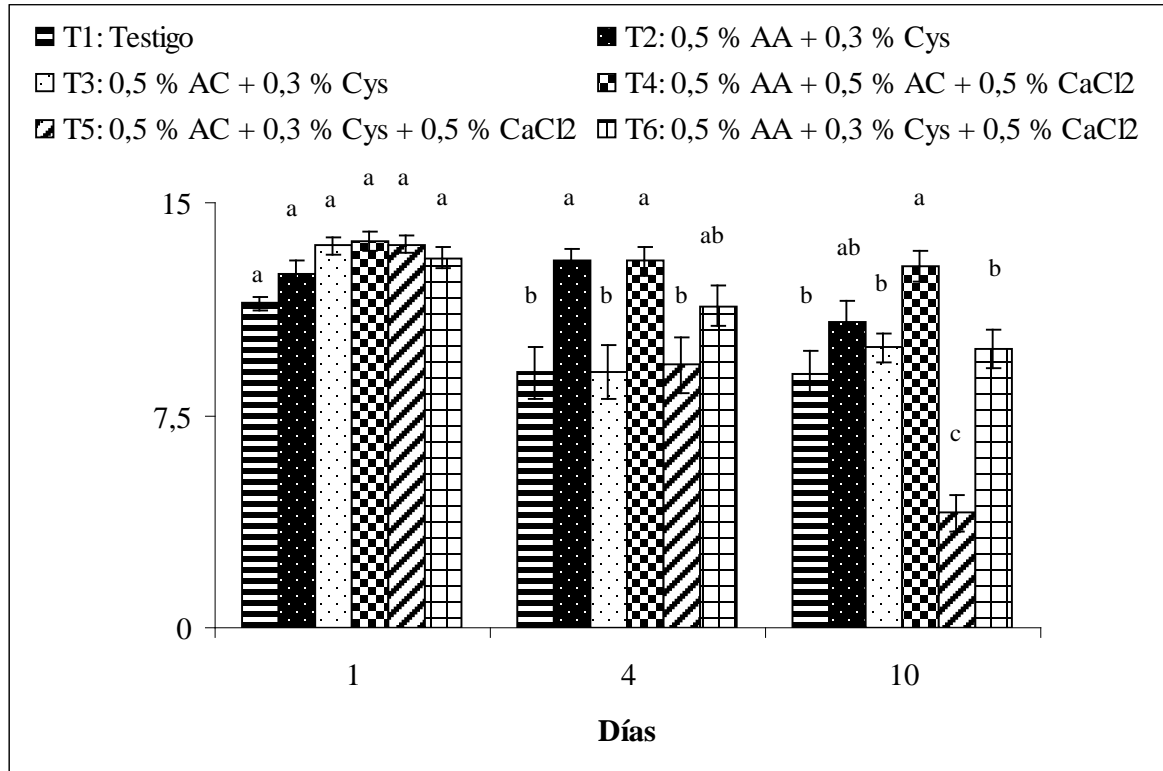


Figura 17. Evolución de la apariencia en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

Pardeamiento: durante todo el almacenamiento de los cascos de manzana se observaron diferencias significativas entre tratamientos.

Tras un día de almacenamiento, los valores de pardeamiento fluctuaron entre 0,9 y 3,2. Todos los tratamientos con antipardeantes y CaCl_2 presentaron puntuaciones significativamente menores respecto del testigo (Figura 18, Apéndice VI).

Luego de cuatro días de almacenamiento, los tratamientos T2, T4 y T6 (0,5 % AA + 0,3 % Cys, 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl_2 y 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl_2) presentaron valores significativamente menores respecto del testigo, coincidiendo estos resultados con los observados al analizar la apariencia, puesto que los tratamientos mencionados obtuvieron los valores más altos para ese parámetro.

Después de 10 días de almacenamiento el tratamiento T4 (0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl_2) presentó un valor significativamente menor respecto del testigo, en tanto, el tratamiento T5 (0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl_2) presentó un valor significativamente mayor.

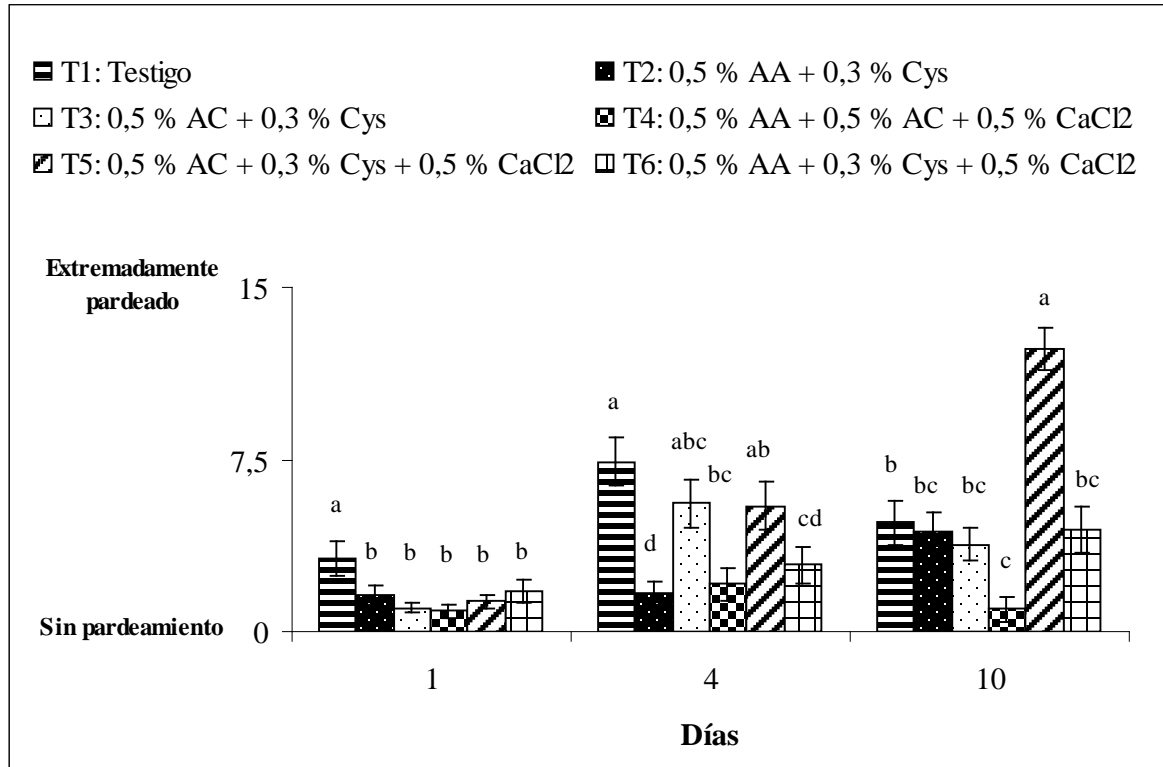


Figura 18. Evolución del pardeamiento en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

En virtud de los resultados obtenidos, se puede señalar que la aplicación de antipardeantes, CaCl_2 y EAM fue efectiva, ya que se registraron valores de pardeamiento significativamente inferiores respecto a los obtenidos por el testigo. La excepción mostrada por el tratamiento T5 (0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl_2) se justificaría ya que después de siete días de almacenamiento presentó los valores más bajos de L. Lo anterior, podría deberse a la coloración rojiza que se presentó por la regeneración de los fenoles, producto de la cisteína.

Textura: durante todo el almacenamiento de los cascos de manzana no se observaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice VI).

En virtud de los resultados obtenidos, se puede señalar que la aplicación de antipardeantes, CaCl_2 y EAM no tuvo efecto en este parámetro.

Harker *et al.* (2008) estudiaron distintos cultivares de manzanas (“Red Delicious”, “Gala”, “Fuji”, “Golden Delicious” y “Braeburn”), analizando la influencia de la textura, SST y AT en la aceptabilidad de los consumidores. Los resultados del trabajo mostraron que la textura es el factor dominante en la aceptación de los consumidores de manzana, sugiriendo que ésta es un indicador universal para todos los cultivares.

Sabor: durante todo el almacenamiento de los cascos de manzana no se observaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice VI).

Sabores extraños: durante todo el almacenamiento de los cascos de manzana no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, excepto al final de la conservación, donde el tratamiento T4 (0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl₂) presentó una puntuación significativamente mayor respecto del testigo (Figura 19, Apéndice VI). La excepción señalada anteriormente, podría deberse a la baja concentración de O₂ alcanzada al cabo de diez días de almacenamiento. Bajo esta condición, se pudo favorecer la anaerobiosis, la cual se asocia con olores y sabores extraños.

Salinas-Hernández *et al.* (2007), estudiaron los cambios en los atributos sensoriales de frutillas frescas cortadas, almacenadas a distintas temperaturas (0,5; 3,7 y 12 °C respectivamente), reportando que los atributos que sufrieron menos cambios fueron la apariencia y el sabor, mientras que los defectos evaluados como oscurecimiento, olores y sabores extraños superaron, sobre todo a temperatura de 7 °C o superiores, el 50 % de cambio en la calidad valorada el día de procesamiento.

Luna-Guzmán y Barrett (2000) estudiaron la eficacia de sales cálcicas (lactato de calcio y CaCl₂) sobre el mantenimiento de la estabilidad y calidad de melones MPF, reportando que los melones recién cortados, tratados con CaCl₂ (1 y 2,5 % respectivamente), fueron significativamente más firmes y más amargos respecto de las muestras no tratadas. Al contrario, muestras tratadas con lactato de calcio no presentaron sabores extraños (amargor) respecto del testigo, concluyendo que esta sal es una alternativa potencial para extender la vida útil de melón MPF, puesto que ayuda a mantener la firmeza sin proporcionar sabores indeseables.

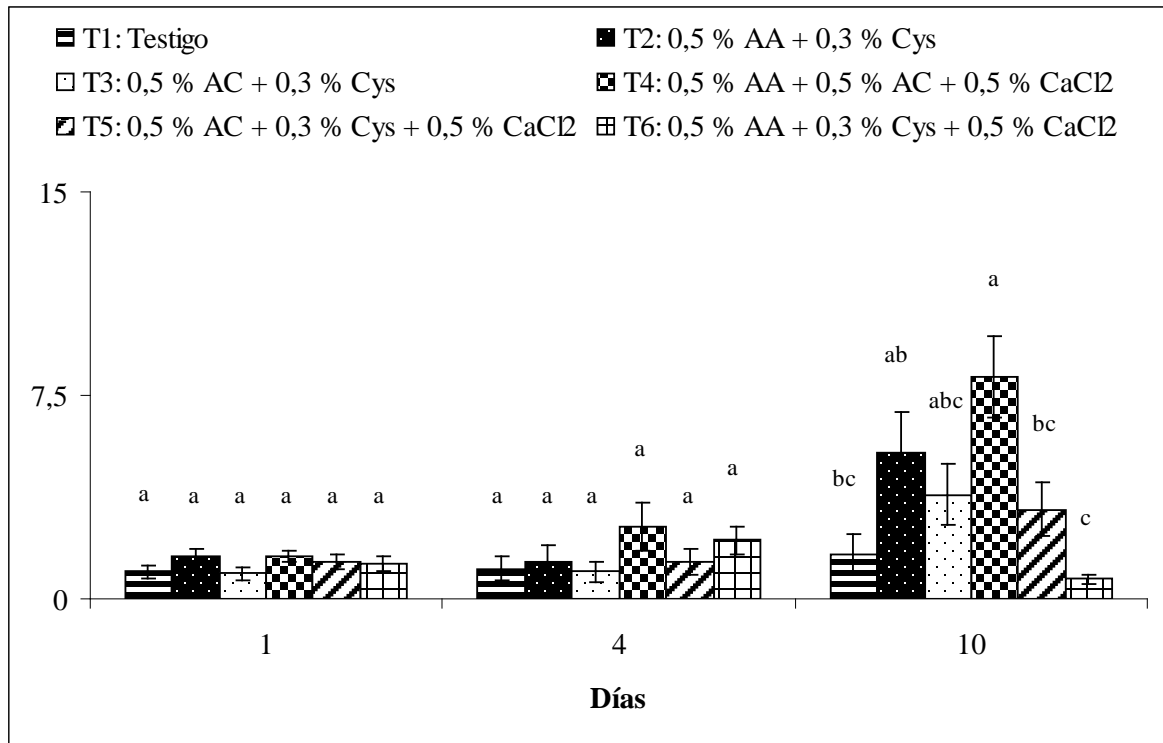


Figura 19. Evolución de sabores extraños en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C. Las barras de error representan el EE de la media.

CONCLUSIONES

Las inmersiones en soluciones antipardecantes y CaCl_2 contribuyen a aumentar la vida útil de cascos de manzanas variedad “Cripps Pink”, bajo atmósfera modificada, sin embargo, la efectividad está limitada por la permeabilidad a los gases de la película plástica que se utiliza para envasar la fruta. En el presente estudio, el envase que retrasó el pardeamiento fue la bolsa PD 900, que tenía una permeabilidad de $3000 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{atm}^{-1}$ para O_2 y de $9800 \text{ mL}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}\cdot\text{atm}^{-1}$ para CO_2 .

La aplicación conjunta de antipardecantes y CaCl_2 retrasa el ablandamiento en cascos de manzana variedad “Cripps Pink”, bajo atmósfera modificada, almacenados a $8 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Considerando en conjunto las variables físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales, se concluye que el mejor tratamiento para prolongar la vida útil de cascos de manzana variedad “Cripps Pink”, envasados en bolsa PD-900, fue 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl_2 .

BIBLIOGRAFÍA

Aguayo, E., V.H. Escalona and F. Artés. 2004. Metabolic behaviour and quality changes of whole and fresh processed melon. *Journal Food Science* 69: 148-155.

Aguayo, E., V.H. Escalona and F. Artés. 2007. Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut "Amarillo" melon. *Postharvest Biology and Technology* 47(3): 397-406.

Al-Ati, T. and J.H. Hotchkiss, 2003. The role of packaging film permselectivity in modified atmosphere packaging. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 51: 4133-4138.

Arias, E., J. González., R. Oria and P. López-Buesa. 2007. Ascorbic acid and 4-hexylresorcinol effects on pear PPO and PPO catalyzed browning reaction. *Journal of Food Science* 72(8): 422-429.

Artés, F. 2006. El envasado en atmósfera modificada mejora la calidad de consumo de los productos hortofrutícolas intactos y mínimamente procesados en fresco. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 7(2): 61-85.

Artés-Calero, F., E. Aguayo, P. Gómez y F. Artés-Hernández. 2009. Productos vegetales mínimamente procesados o de la cuarta gama. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/print.php?sid=73132>. Leído el 15 de noviembre de 2010

Benjawan, C. and P. Chutichudet. 2009. Control of skin colour and Polyphenol Oxidasa activity in santol fruit by dipping in organic acid solution. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 12(11): 852-858.

Cano, M. P., L. Plaza y B. De Ancos. 2004. Factores que intervienen en la pérdida de calidad organoléptica y nutricional de productos de la IV gama. En: G. Lobo y M. González. *Productos hortofrutícolas mínimamente procesados*. España.

Cocci, E., P. Rocculi, S. Romani and M. Dalla. 2006. Changes in nutritional properties of minimally processed apples during storage. *Postharvest Biology and Technology* 39: 265-271.

Corrigan, V., P. Hurst and G. Boulton. 1997. Sensory characteristics and consumer acceptability of 'Pink Lady' and other late-season apple cultivars. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 25(4): 375-383.

Defilippi, B. y R. Campos. 2006. Poscosecha de fruta mínimamente procesada. *Tierra Adentro* 71: 20-21.

Del Nobile, M.A., F. Licciardello, C. Scrocco, G. Muratore, and M. Zappa. 2007. Design of plastic packages for minimally processed fruits. *Journal of Food Engineering* 79: 217-224.

Devlieghere, F., J. Debevere and W. Verbeke. 2004. Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference* 15(3): 259-270.

Escalona, V., E. Aguayo y F. Artés. 2006. Reducción del pardeamiento enzimático en hinojos enteros y mínimamente procesados en mitades. *Alimentaria* 4: 89-95.

Escalona, V. y L. Luchsinger. 2008. Una revisión sobre frutas y hortalizas mínimamente procesadas en fresco. *Aconex* 99: 23-28.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2000. Alimentos para las ciudades. Disponible en: http://www.fao.org/fcit/docs/food_fresh_es.pdf. Leído el 10 de diciembre de 2008

Food and Drug Administration (FDA). 2002. Mejorando la Seguridad y Calidad de Frutas y Hortalizas Frescas: Manual de Formación para Instructores. Disponible en: http://www.jifsan.umd.edu/PDFs/GAPS_Espanol/INTRODUCCION.pdf. Leído el 13 de diciembre de 2008

Galleguillos, P. 2011. Conservación de manzanas “Granny Smith” mínimamente procesadas por métodos combinados. Tesis de Magíster en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 199 p.

Golding, J., S. Satyan, J. Jobling and H. James. 2005. Re Tain® maintains ‘Pink Lady’™ fruit quality during long term storage. *Acta Horticulturae* 682: 119-126.

Gómez, P., F. Artés-Hernández, E. Aguayo, V. Escalona y F. Artés. 2007. Problemática de los alimentos vegetales mínimamente procesados en fresco. Disponible en: <http://repositorio.bib.upct.es:8080/dspace/bitstream/10317/297/1/2007-2.pdf>. Leído el 20 de marzo de 2011

Gorny, J.R., M.I. Gil and A.A. Kader. 1998. Postharvest physiology and quality maintenance of fresh-cut pears. *Acta Horticulturae* 464: 231-236.

Gorny, J.R. 2001. A summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruit and vegetables. *Acta Horticulturae* 600: 609-614.

Gorny, J.R., B. Hess-Pierce, R.A. Cifuentes and A.A. Kader. 2002. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. *Postharvest Biological Technology* 24: 271-278.

Harker, F.R., E.M. Kupferman, A.B. Marin, F.A. Gunson and C.M. Triggs. 2008. Eating quality standards for apples based on consumer preferences. *Postharvest Biology and Technology* 50: 70-78.

Hernández, Y., M. González y M.G. Lobo. 2007. Importancia del grado de madurez en el procesado mínimo de frutas. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. p. 837-847.

Instituto de Salud Pública de Chile. 1998. Subdepartamento Laboratorios del Ambiente. Manual de técnicas microbiológicas para alimentos y aguas. Ministerio de Salud. 95 p.

James, J.H. and J.J. Jobling. 2009. Contrasting the structure and morphology of the radial and diffuse flesh browning disorders and CO₂ injury of 'Cripps Pink' apples. *Postharvest Biology and Technology* 53: 36-42.

Kader, A., R.A. Cifuentes, J.A. Gorny and B. Hess-Pierce. 2002. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. *Postharvest Biology and Technology* 24: 271-278.

Lee, J.Y., H.J. Parka, C.Y. Lee and W.Y. Choi. 2003. Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 36: 323-329.

Le Tien, C., C. Vachon, M.A. Mateescu and M. Lacroix. 2001. Milk protein coatings prevent oxidative browning of apples and potatoes. *Journal of Food Science* 66(4): 512-516.

López, M. y J. Moreno. 1994. IV Gama en España. *Hortofruticultura* 3: 33-35.

Luna-Guzmán, I. and D.M. Barret. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology* 19: 61-72.

Martín-Belloso, O., R. Soliva-Fortuny y G. Oms-Oliu. 2007. Avances en la mejora de la calidad comercial de los frutos frescos cortados: aspectos físico-químicos y microbiológicos. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. p. 862-868.

Martín-Belloso, O. y G. Oms-Oliu. 2005. Efecto de la atmósfera modificada en las características físico-químicas y nutricionales de la fruta fresca cortada. *Symposium "Nuevas tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas. Vegetales frescos cortados"*. La Habana, Cuba. p. 47-58.

Martín-Diana, A.B., D. Rico, J.M. Frías, J.M. Barat, G.T.M Henehan and C. Barry-Ryan. 2007. Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. *Trends in Food Science and Technology* 18: 210-218.

McGuire, R. 1992. Reporting of objective colour measurements. *HortScience* 27: 1254-1255.

Oms-Oliu, G., I. Aguiló-Aguayo and O. Martín-Belloso. 2006. Inhibition of browning on fresh-cut pear wedges by natural compounds. *Journal of Food Science* 71(3): 216-224.

Perera, N., T.V. Gamage, L. Wakeling, G.G.S. Gamlath, C. Versteeg. 2010. Colour and texture of apples high pressure processed in pineapple juice. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11: 39-46.

Raybaudi-Massilia, R.M., J. Mosqueda-Melgar, A. Sobrino-López, R. Soliva-Fortuny, O. Martín-Belloso. 2007. Shelf-life extension of fresh-cut “Fuji” apples at different ripeness stages using natural substances. *Postharvest Biology and Technology* 45: 265-275.

Razeto, B. 2006. *Para Entender la Fruticultura*. 4ª ed. Santiago, Chile. 518 p.

Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA), CHILE. 2009. Disponible en: http://www.minsal.cl/ici/S_1/salud_ambiental/Ds977.pdf. Leído el 10 de enero 2011

Rico, D., A.B. Martín-Diana, J.M. Barat and C. Barry-Ryan. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science and Technology* 18: 373-386.

Rivera-López, J., F.A. Vázquez-Ortiz, J.F. Ayala-Zavala, R.R. Sotelo-Mundo and G.A. González-Aguilar. 2005. Cutting shape and storage temperature affect overall quality of fresh-cut papaya cv. “Maradol”. *Journal of Food Science* 70(7): 482-489.

Rojas-Graü, M.A., R.M. Raybaudi-Massilia, R.C Soliva-Fortuny, R.J. Avena-Bustillos, T.H. McHugh and O. Martín-Belloso. 2007. Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology* 45: 254-264.

Saftner, R., J. Bai, J. Abbott and Y. Lee. 2003. Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf life stability of fresh-cut honeydew chunks. *Postharvest Biology and Technology* 29: 257-269.

Saftner, R.A., J.A. Abbott, A.A. Bhagwat and B.T. Vinyard. 2005. Quality measurement of intact and fresh-cut slices of Fuji, Granny Smith, Pink Lady, and GoldRush apples. *Journal of Food Science* 70(5): 317-324.

Salinas-Hernández, R., S. Reyes y N. Sabbag, S. Costa, G. González y M.E. Pirovani. 2007. Modelado de los cambios en los atributos sensoriales de fresas frescas cortadas. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. p. 760-769.

Silveira, A.C., M. Chisari, E. Aguayo y F. Artés. 2007. Algunas sales cálcicas reducen la actividad poligalacturonasa y el ablandamiento en melón “Galia” mínimamente procesado. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/66/137/66137.pdf>. Leído el 20 de junio de 2011

Soliva-Fortuny, R.C., N. Grigelmo-Miguel, L. Odriozola-Serrano, S. Gorinstein and O. Martín-Belloso. 2001. Browning evaluation of ready-to-use apples as affected by modified atmosphere packaging. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 49: 3685-3690.

Soliva-Fortuny, R.C. and O. Martín-Belloso. 2003. New advances in extending the shelf life of fresh-cut fruits: a review. *Trends in Food Science and Technology* 14: 341–353.

Soliva-Fortuny, R.C., P. Elez-Martínez and O. Martín-Belloso. 2004. Microbiological and biochemical stability of fresh-cut apples preserved by modified atmosphere packaging. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 5: 215–224.

Son, S.M., K.D. Moon and C.Y. Lee. 2001. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apples slices. *Food Chemistry* 73: 23-30.

Toivonen, P.M.A. and D.A. Brummell. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 48(1): 1-14.

Van Dijk, C. and L.M.M. Tijsskens. 2000. Mathematical modeling of enzymatic reactions as related to the texture of fruits and vegetables after storage and mild preheat treatments. Disponible en: <http://www.springer.com/food+science/book/978-0-8342-1672-3>. Leído el 13 de enero de 2011.

Villegas-Ochoa, M., J.F. Ayala-Zavala, R. Cruz, J. Hernández y G.A. González-Aguilar. 2005. Efecto antioxidante de extractos naturales en manzana “Red Deliciosos”. *Symposium “Nuevas tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas. Vegetales frescos cortados”*. La Habana, Cuba. p. 25-32.

Wiley, R. 1997. *Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas*. Editorial Acribia, S. A., Zaragoza, España. 362 p.

Zuo, L., E. Ju-Seog and J. Ho-Lee. 2008. Effects of ascorbic and citric acids on CIE color value of fresh-cut apple cubes. *Journal of Food Technology* 6(1): 20-24.

ANEXOS

Anexo 1

EVALUACIÓN DE CALIDAD PANEL ENTRENADO

Nombre:.....Fecha:.....

Instrucciones:

Por favor, indique con una línea vertical la intensidad de su sensación para cada una de ellas.

Muestra N° ____

Aspecto visual

Apariencia

0	15
Muy mala	Muy buena

Pardeamiento

0	15
Sin pardeamiento	Muy pardeado

Aspecto gustativo

Textura

0	15
Muy blando	Muy firme

Sabor

0	15
Sin sabor	Muy sabroso

Sabores extraños

0	15
Sin sabor	Mal sabor

Comentarios: _____

APÉNDICES

Apéndice I. Evolución de la concentración de O₂ y CO₂ en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 7 días a 8 ± 1 °C.

Variable	Tratamiento	Tiempo (días)					
		1	4	7			
O ₂ (%)	T1: Testigo	17,2 ± 0,0	b*	14,3 ± 0,8	bc	8,6 ± 1,3	ab
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	18,4 ± 0,1	a	16,9 ± 0,8	ab	3,4 ± 0,4	c
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	14,7 ± 0,2	c	15,9 ± 0,1	ab	2,8 ± 0,2	c
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	13,2 ± 0,0	d	18,1 ± 0,4	a	10,8 ± 0,2	a
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	13,4 ± 0,1	d	8,8 ± 0,1	d	5,2 ± 0,7	bc
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	12,2 ± 0,1	e	12,5 ± 0,2	c	5,3 ± 0,8	bc
CO ₂ (%)	T1: Testigo	2,2 ± 0,0	bc	5,6 ± 0,3	a	6,8 ± 0,0	ab
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	1,0 ± 0,1	c	3,6 ± 0,4	b	6,9 ± 0,2	a
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	4,1 ± 0,0	a	4,0 ± 0,1	b	7,5 ± 0,1	a
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	3,2 ± 0,1	ab	2,9 ± 0,2	b	6,3 ± 0,1	b
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	3,6 ± 0,5	a	6,3 ± 0,2	a	7,0 ± 0,1	a
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	3,8 ± 0,2	a	5,6 ± 0,1	a	7,1 ± 0,1	a

Valores indican el promedio ± EE.

* Promedios unidos por letras distintas en cada columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos según Test de Tukey.

Apéndice II. Evolución de las variables colorimétricas L, C* y H_{ab} en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 7 días a 8 ± 1 °C.

Variable	Tratamiento	Tiempo (días)					
		1		3		7	
L	T1: Testigo	76,1 ± 0,2	c*	75,2 ± 0,3	a	75,1 ± 0,3	a
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	78,2 ± 0,3	a	74,9 ± 0,3	a	74,7 ± 0,3	a
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	77,5 ± 0,3	b	73,0 ± 0,3	b	72,2 ± 0,3	b
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	78,4 ± 0,2	a	75,3 ± 0,2	a	74,1 ± 0,3	a
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	78,9 ± 0,2	a	76,1 ± 0,3	a	74,3 ± 0,4	a
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	79,1 ± 0,2	a	75,7 ± 0,3	a	75,2 ± 0,3	a
C*	T1: Testigo	26,5 ± 0,3	a	26,6 ± 0,3	a	27,7 ± 0,2	a
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	22,0 ± 0,3	c	24,5 ± 0,3	c	24,0 ± 0,2	d
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	23,0 ± 0,3	bc	25,2 ± 0,3	bc	26,0 ± 0,3	b
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	23,9 ± 0,3	b	26,8 ± 0,3	a	27,1 ± 0,3	a
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	22,8 ± 0,3	c	25,9 ± 0,2	ab	24,9 ± 0,3	cd
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	22,8 ± 0,2	c	26,8 ± 0,3	a	25,7 ± 0,2	bc
H _{ab}	T1: Testigo	89,8 ± 0,3	c	89,6 ± 0,3	b	89,6 ± 0,3	ab
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	95,6 ± 1,6	ab	85,2 ± 0,5	c	84,5 ± 0,4	d
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	94,3 ± 2,9	b	83,4 ± 0,5	c	80,3 ± 0,4	e
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	94,6 ± 2,0	b	89,5 ± 0,2	b	88,5 ± 0,3	b
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	96,6 ± 1,1	a	90,8 ± 0,7	b	86,6 ± 0,6	c
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	97,1 ± 1,0	a	93,3 ± 0,3	a	90,6 ± 0,3	a

Valores indican el promedio ± EE.

* Promedios unidos por letras distintas en cada columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos según Test de Tukey.

Apéndice III. Evolución de la concentración de O₂ y CO₂ en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C.

Variable	Tratamiento	Tiempo (días)			
		1	4	7	10
O ₂ (%)	T1: Testigo	9,3 ± 1,2 bc	2,0 ± 0,3 a	1,1 ± 0,3 a	1,1 ± 0,3 a
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	8,8 ± 1,0 c	1,3 ± 0,2 a	1,2 ± 0,4 a	3,1 ± 1,1 a
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	12,7 ± 1,1 abc	1,7 ± 0,5 a	1,0 ± 0,2 a	3,2 ± 1,8 a
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	13,9 ± 0,1 a	2,1 ± 0,8 a	1,1 ± 0,3 a	0,9 ± 0,0 a
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	12,4 ± 0,7 abc	1,0 ± 0,0 a	0,9 ± 0,0 a	2,1 ± 0,7 a
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	13,1 ± 0,5 abc	2,0 ± 0,4 a	0,8 ± 0,0 a	5,3 ± 1,9 a
CO ₂ (%)	T1: Testigo	5,1 ± 1,8 abc	22,8 ± 1,2 a	40,3 ± 1,1 a	47,6 ± 1,0 a
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	8,3 ± 0,5 a	24,9 ± 0,8 a	38,5 ± 0,3 ab	42,1 ± 2,4 ab
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	7,5 ± 0,7 ab	23,4 ± 1,3 a	38,8 ± 0,6 ab	44,8 ± 2,0 ab
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	4,9 ± 0,1 d	20,8 ± 2,1 a	33,2 ± 0,3 c	42,2 ± 1,8 ab
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	6,3 ± 0,4 bcd	24,6 ± 0,6 a	35,9 ± 0,2 bc	39,4 ± 0,9 bc
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	5,2 ± 0,2 cd	21,1 ± 0,3 a	36,6 ± 1,2 bc	31,9 ± 1,6 c

Valores indican el promedio ± EE.

* Promedios unidos por letras distintas en cada columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos según Test de Tukey.

Apéndice IV. Evolución de variables físicas y químicas en cascos de manzanas “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C.

Variable	Tratamiento	Tiempo (días)							
		1	4	7	10				
L	T1: Testigo	77,4 ± 0,2	b*	78,6 ± 0,2	b	78,7 ± 0,2	ab	77,8 ± 0,3	bc
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	78,2 ± 0,3	b	79,4 ± 0,2	a	77,8 ± 0,2	bc	79,1 ± 0,3	a
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	78,3 ± 0,2	ab	79,2 ± 0,2	ab	76,8 ± 0,4	c	78,0 ± 0,4	abc
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	79,2 ± 0,2	a	79,0 ± 0,2	ab	78,8 ± 0,3	ab	78,9 ± 0,2	ab
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	78,1 ± 0,3	b	79,0 ± 0,2	ab	77,6 ± 0,3	c	77,1 ± 0,3	c
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	77,8 ± 0,3	b	79,4 ± 0,2	a	79,1 ± 0,2	a	79,0 ± 0,3	ab
C*	T1: Testigo	26,7 ± 0,3	a	26,4 ± 0,3	a	25,9 ± 0,3	a	26,5 ± 0,3	a
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	23,7 ± 0,3	cd	23,4 ± 0,3	c	23,5 ± 0,3	c	22,7 ± 0,3	d
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	23,4 ± 0,3	d	23,6 ± 0,2	c	23,4 ± 0,3	c	23,1 ± 0,3	cd
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	24,9 ± 0,3	b	25,5 ± 0,2	ab	24,2 ± 0,3	bc	25,1 ± 0,3	b
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	24,8 ± 0,3	bc	24,6 ± 0,3	b	23,9 ± 0,3	bc	24,3 ± 0,4	bc
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	23,7 ± 0,3	bcd	24,8 ± 0,3	b	24,6 ± 0,3	b	24,3 ± 0,3	bc
H _{ab}	T1: Testigo	93,2 ± 0,2	d	93,6 ± 0,2	b	95,3 ± 0,2	c	94,1 ± 0,3	c
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	95,4 ± 0,3	bc	96,1 ± 0,2	a	96,4 ± 0,3	ab	97,3 ± 0,2	a
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	94,9 ± 0,3	c	94,4 ± 0,3	b	94,9 ± 0,4	c	95,4 ± 0,3	b
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	96,8 ± 0,2	a	95,3 ± 0,2	a	97,4 ± 0,2	a	97,1 ± 0,2	a
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	96,0 ± 0,3	ab	95,7 ± 0,2	a	95,1 ± 0,3	c	94,7 ± 0,3	bc
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	94,9 ± 0,3	c	95,8 ± 0,2	a	95,8 ± 0,2	bc	95,1 ± 0,3	b
Firmeza	T1: Testigo	3,4 ± 0,1	ab	3,1 ± 0,0	b	2,9 ± 0,1	c	2,9 ± 0,0	c
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	3,2 ± 0,1	b	3,0 ± 0,0	b	2,9 ± 0,0	c	3,0 ± 0,0	bc
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	3,2 ± 0,1	b	3,4 ± 0,0	a	3,0 ± 0,0	c	3,1 ± 0,0	b
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	3,4 ± 0,1	ab	3,6 ± 0,0	a	3,5 ± 0,0	a	3,3 ± 0,0	a
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	3,5 ± 0,0	a	3,6 ± 0,1	a	3,3 ± 0,1	b	3,3 ± 0,0	a
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	3,5 ± 0,0	a	3,6 ± 0,1	a	3,4 ± 0,0	ab	3,3 ± 0,0	a
AT	T1: Testigo	0,037 ± 0,0	ab	0,034 ± 0,0	b	0,033 ± 0,0	a	0,031 ± 0,0	a
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	0,034 ± 0,0	b	0,036 ± 0,0	ab	0,027 ± 0,0	a	0,032 ± 0,0	a
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	0,036 ± 0,0	b	0,037 ± 0,0	a	0,033 ± 0,0	a	0,035 ± 0,0	a
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	0,042 ± 0,0	a	0,039 ± 0,0	a	0,033 ± 0,0	a	0,034 ± 0,0	a
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	0,039 ± 0,0	ab	0,036 ± 0,0	ab	0,030 ± 0,0	a	0,032 ± 0,0	a
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	0,038 ± 0,0	ab	0,037 ± 0,0	a	0,032 ± 0,0	a	0,033 ± 0,0	a

Valores indican el promedio ± EE.

* Promedios unidos por letras distintas en cada columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos según Test de Tukey.

Apéndice V. Recuento de microorganismos aerobios mesófilos y psicrófilos en cascós de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C.

Microorganismos	Tratamiento	Tiempo (días)				
		1		10		
Aerobios mesófilos	T1: Testigo	3,6 ± 0,0	a*	6,1 ± 0,3	a	
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	2,9 ± 0,0	bc	6,0 ± 0,3	a	
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	3,1 ± 0,1	b	5,9 ± 0,1	a	
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	3,1 ± 0,1	b	3,4 ± 0,3	b	
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	2,8 ± 0,0	bc	5,4 ± 0,2	a	
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	2,5 ± 0,0	c	5,2 ± 0,1	a	
Psicrófilos	T1: Testigo	3,9 ± 0,2	a	5,6 ± 0,0	a	
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	3,7 ± 0,0	ab	5,6 ± 0,5	a	
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	3,3 ± 0,1	b	5,9 ± 0,2	a	
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	3,4 ± 0,0	ab	3,8 ± 0,5	b	
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	3,6 ± 0,0	ab	4,0 ± 0,3	ab	
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	3,5 ± 0,0	ab	4,9 ± 0,0	a	

Valores indican el promedio ± EE.

* Promedios unidos por letras distintas en cada columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos según Test de Tukey.

Apéndice VI. Evolución de parámetros sensoriales en cascos de manzana “Cripps Pink”, almacenados bajo atmósfera modificada durante 10 días a 8 ± 1 °C.

Parámetro	Tratamiento	Tiempo (días)					
		1		4		10	
Apariencia	T1: Testigo	11,5 ± 0,3	a*	9,0 ± 0,9	b	9,0 ± 0,8	b
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	12,5 ± 0,5	a	13,0 ± 0,4	a	10,8 ± 0,7	ab
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	13,5 ± 0,3	a	9,0 ± 0,9	b	9,9 ± 0,5	b
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	13,6 ± 0,3	a	12,9 ± 0,5	a	12,7 ± 0,5	a
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	13,5 ± 0,3	a	9,3 ± 1,0	b	4,0 ± 0,6	c
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	13,1 ± 0,4	a	11,3 ± 0,7	ab	9,8 ± 0,7	b
Pardeamiento	T1: Testigo	3,2 ± 0,8	a	7,4 ± 1,0	a	4,8 ± 1,0	b
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	1,6 ± 0,5	b	1,7 ± 0,5	d	4,4 ± 0,8	bc
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	1,0 ± 0,2	b	5,6 ± 1,0	abc	3,8 ± 0,7	bc
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	0,9 ± 0,3	b	2,1 ± 0,7	bc	1,0 ± 0,6	c
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	1,3 ± 0,3	b	5,5 ± 1,1	ab	12,3 ± 0,9	a
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	1,8 ± 0,5	b	2,9 ± 0,8	cd	4,5 ± 1,0	bc
Textura	T1: Testigo	11,0 ± 0,8	a	10,0 ± 1,3	a	9,5 ± 0,9	a
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	10,8 ± 0,8	a	9,6 ± 0,8	a	9,9 ± 0,7	a
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	10,5 ± 1,0	a	6,6 ± 0,9	a	10,2 ± 1,0	a
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	10,9 ± 0,8	a	9,9 ± 1,1	a	8,9 ± 1,1	a
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	9,6 ± 0,9	a	8,1 ± 1,4	a	9,5 ± 1,1	a
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	11,5 ± 0,8	a	9,9 ± 0,9	a	11,7 ± 0,6	a
Sabor	T1: Testigo	9,1 ± 0,6	a	8,0 ± 0,9	a	8,2 ± 0,5	a
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	8,3 ± 0,8	a	9,0 ± 0,7	a	7,4 ± 0,5	a
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	9,8 ± 0,7	a	7,1 ± 0,9	a	7,2 ± 0,2	a
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	8,6 ± 1,0	a	7,9 ± 1,0	a	7,5 ± 0,5	a
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	9,2 ± 0,7	a	9,8 ± 1,0	a	6,8 ± 0,6	a
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	9,0 ± 0,6	a	9,7 ± 0,7	a	8,3 ± 0,3	a
Sabores extraños	T1: Testigo	1,0 ± 0,2	a	1,1 ± 0,5	a	1,7 ± 0,7	bc
	T2: 0,5 % AA + 0,3 % Cys	1,6 ± 0,3	a	1,4 ± 0,6	a	5,4 ± 1,5	ab
	T3: 0,5 % AC + 0,3 % Cys	0,9 ± 0,2	a	1,0 ± 0,4	a	3,8 ± 1,1	abc
	T4: 0,5 % AA + 0,5 % AC + 0,5 % CaCl ₂	1,6 ± 0,2	a	2,7 ± 0,9	a	8,2 ± 1,5	a
	T5: 0,5 % AC + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	1,4 ± 0,3	a	1,4 ± 0,5	a	3,3 ± 1,0	bc
	T6: 0,5 % AA + 0,3 % Cys + 0,5 % CaCl ₂	1,3 ± 0,3	a	2,2 ± 0,5	a	0,7 ± 0,2	c

Valores indican el promedio ± EE.

* Promedios unidos por letras distintas en cada columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos según Test de Tukey.