



INFORME TÉCNICO TOMO I

**Desarrollo del proceso productivo de uva de mesa
desgranada, fresca, enfriada y envasada en atmósfera
modificada para consumo directo y de calidad exportable**

PROYECTO FIC 33-03-216 ATACAMA UVA DE MESA

Proyecto financiado con recursos del Fondo de Innovación para la Competitividad
del Gobierno Regional de Atacama

COPIAPÓ-SANTIAGO, CHILE

JUNIO 2013

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del proyecto

El objetivo de este proyecto fue desarrollar el proceso productivo de uva de mesa fresca, enfriada y envasada en atmósfera modificada lista para consumir y de calidad exportable; lo que lo hace un proyecto innovador y propio de la Región de Atacama. Para ello se elaboraron protocolos de procesamiento para uvas desgranadas de distintas variedades (Flame, Superior, Thompson y Black Seedless), y se diseñaron sistemas de lavado e higienización (desinfectantes, mezclas de ácidos orgánicos, sales cálcicas y radiación UV-C), junto con sistemas de envasado (atmósfera modificada) que permitieran obtener un producto de alta calidad sensorial (diferentes colores y/o sabores), funcional y microbiológica, durante un período superior a 20 días, el cual pudiese ser comercializado tanto a nivel nacional como internacional.

El formato de comercialización de uva de mesa desgranada se desmarca de las tradicionales producciones de uva en racimos, esto porque este nuevo producto plantea claras oportunidades de estandarizar y clasificar la producción por cualidad y condición de la fruta, recuperar materias primas tradicionalmente pérdidas, así como también tecnificar la obtención de bayas en formato individual, favoreciendo así, el transporte, distribución y adquisición por parte del consumidor, ya que la misma cantidad neta de uvas es contenida en envases de menor volumen.

El proyecto se dividió en dos etapas, según la temporada de cosecha (2011-2012 y 2012-2013):

Etapas I, consistió en el diseño y desarrollo del producto uva fresca desgranada, iniciando el diseño del concepto que consideró caracterizar la materia prima, definir el proceso para producir el desgrane de bayas de uva de mesa, diseñar los productos a evaluar (variedades, tratamientos y almacenamiento) y diseñar el proceso cualitativo y cuantitativo, considerando cada etapa operacional para luego procesar y evaluar la efectividad del proceso de desgrane y tecnologías aplicadas. Se realizaron evaluaciones de calidad, como cambios en la actividad metabólica

(tasa respiratoria) asociados a la vida útil de la uva desgranada, parámetros físicos y químicos. Además, se evaluaron parámetros sensoriales y funcionales (contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante) del producto obtenido. Finalmente, para asegurar la inocuidad se evaluó la carga microbiana del producto durante el procesamiento y su conservación (microorganismos aerobios mesófilos y psicrófilos, enterobacterias, hongos y levaduras).

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia del 5%, este análisis permitió en la etapa II elaborar los productos finales.

Esta etapa presentó una duración de 9 meses. En el Cuadro 1 se presenta el porcentaje de actividades realizadas.

Cuadro 1. Descripción de actividades y porcentaje de actividades realizadas en la etapa I del proyecto.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Etapla I: Diseño y desarrollo del producto uva fresca desgranada CEPOC (70-80%) y laboratorio de postcosecha de UCHILECREA (20-30%)		
Diseño del producto 100% REALIZADO	Caracterizar y definir los parámetros de calidad de la materia prima (0 y 5°C).	Variedades según su metabolismo, vida útil, calidad funcional, sensorial y microbiológica.
Sistemas de desinfección 100% REALIZADO	Hipoclorito de sodio, ozono líquido, ácidos orgánicos y radiación UV-C. Ácidos orgánicos y sales cálcicas previenen el pardeamiento en la zona del desgrane (herida).	Combinación (es) de tratamientos, reducen carga microbiana y evitan el pardeamiento.
Sistema de envasado 100% REALIZADO	Diferentes formatos (bolsas y potes) empleando envasado en atmósfera modificada activa (CO ₂ , O ₂ , N ₂ , O ₃ , He, Ar, etc.). Se seleccionarán las mejores combinaciones empleando un sistema de atmósfera controlada.	Al menos 4 formatos de presentación.
Parámetros de calidad 100% REALIZADO	Color de la piel y contenido de compuestos funcionales.	Caracterización de la calidad funcional de las uvas desgranadas de Atacama.
	Reducción de bacterias: mesófilas, psicrófilas y enterobacterias, además de hongos y levaduras. Para <i>Botrytis cinerea</i> , búsqueda de tratamientos alternativos al SO ₂ .	Crecimiento de microorganismos controlado.
	Calidad sensorial (apariencia, textura, aceptabilidad).	Mejores tratamientos. Calidad de las bayas.
Definir productos finales 100% REALIZADO	Prototipos que pasarán a la segunda etapa.	8 prototipos.
Capacitación de técnicos en el CEPOC (RM) 100% REALIZADO	Tecnologías aplicadas y análisis químico de las muestras.	2 técnicos de la región de Atacama capacitados.

Etapa II, consistió en validar los prototipos desarrollados en la etapa I, utilizando sólo uva de mesa de la Región de Atacama. En este periodo se ajustaron las concentraciones, tiempos de contacto, tratamientos y formatos de envasado.

Los resultados obtenidos, al igual que en la etapa I, se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia del 5%.

Esta etapa presentó una duración de 7 meses. En el Cuadro 2 se presenta el porcentaje de actividades realizadas en esta etapa.

Cuadro 2. Descripción de actividades y porcentaje de actividades realizadas en la etapa II del proyecto.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Etapla II: Obtención del producto final y estandarización del proceso CEPOC (30-40%) y laboratorio de postcosecha de UCHILECREA (60-70%)		
Estandarización del proceso de producción y envasado 100% REALIZADO	Ajustar las técnicas y tratamientos aplicados	5 productos terminados (bolsas y/o potes)
Ensayos de vida útil 100% REALIZADO	Definir el proceso productivo y evaluar la efectividad de los envases y de la mezcla de gases (atmósfera modificada).	Uva desgranada con calidad adecuada.
	Definir el proceso productivo y evaluar la efectividad de los envases y de la mezcla de gases sobre el crecimiento microbiano.	Uva desgranada con calidad microbiológica según Reglamento Sanitario de los Alimentos (Chile).
Imágenes multi e hiperspectrales NO REALIZADO	Tecnologías no destructivas: imágenes multi e hiperspectrales para la detección de defectos y/o heridas en las bayas.	La aplicación de imágenes multi e hiperspectrales se aplica a una línea de selección de materia prima en un montaje industrial. El actual proyecto se basa en la obtención de prototipos a nivel de laboratorio escalables a una industria, por lo tanto, esta actividad sería más adecuada para la realización de un futuro proyecto en la Región (la no realización de la actividad fue debidamente autorizada).
Estudio de mercado y comportamiento del consumidor 100% REALIZADO	Estudio de mercado (Chile), definición de distintos formatos. Definir precios, costos y volúmenes de producción.	Informe realizado.
Difusión 100% REALIZADO	Difundir las cualidades y experiencias "Uva desgranada envasada"	2 seminarios internacionales.

1.2. Fundamentación del proyecto

El porcentaje de descarte de uva de mesa en la empresa Agrofruta Ltda. es de un 15%, generado principalmente por desgrane natural, además de bayas defectuosas o fuera de calibre, y corte de racimos para lograr tara de las cajas. La fruta descartada por la empresa tiene una óptima calidad para ser consumida, no obstante actualmente sólo se puede destinar a la obtención de uvas tipo pasas.

La empresa consideró que existía una necesidad de mejorar la eficiencia de la actual línea productiva generando un nuevo producto que permitiera pasar de la venta de uva en racimos a uva desgranada. Para ello, se necesitaba crear un producto en envases individuales y/o porcionados, pero que mantuviera la calidad del producto en fresco.

Esta iniciativa se consideró como una oportunidad debido a que:

- Las variedades de uva de mesa que se desgranar en forma natural o debido al manejo y la manipulación en las líneas de producción en fresco, actualmente se desechan o se comercializan como producto de descarte de menor valor.
- Aumento en la necesidad de reducir costos de producción por medio de la tecnificación del sistema productivo y la optimización de la mano de obra (cada vez más escasa y de mayor costo), además de evitar las mermas y pérdidas de fruta en el proceso de elaboración.
- Actualmente los consumidores están dispuestos a pagar mayores precios por alimentos listos para consumir, porcionados o *ready to eat*, siendo esto una nueva tendencia, tanto nacional como internacional, comercializándose productos alimenticios contenidos en envase de peso fijo.

- Los costos asociados a la aplicación de bajas temperaturas, almacenamiento y transporte se ven reducidos al manejar un menor volumen de los envases por unidad de contenido neto de fruta, en contraste con las dimensiones de los envases requeridos para distribuir uva de mesa en racimos, ya que incluye a los escobajos que finalmente son desechados por los consumidores.

CAPÍTULO II

IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Actividades realizadas en el Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC) de la Universidad de Chile en Santiago

Durante la ejecución del proyecto, la mayoría de las actividades de gestión administrativa se realizaron en el CEPOC, además de las actividades presupuestadas para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.

Con motivo de una mejor comunicación entre los equipos de trabajo, se realizaron viajes periódicos desde Santiago a Copiapó (cada 1 a 2 meses), en los cuales se discutían los resultados y avances del proyecto, además de evaluar las necesidades que se iban produciendo a medida que el proyecto se ejecutaba.

Debido a que la disponibilidad de implementos y equipamiento en el CEPOC era la adecuada para iniciar las actividades del proyecto, la primera etapa de éste fue realizada casi por completo en este lugar. Permitiendo además, realizar capacitaciones a técnicos de la Región de Atacama.

2.1.1. Capacitación de técnicos de la Región de Atacama

Para que la etapa II del proyecto fuese ejecutada, se realizaron capacitaciones al personal técnico de la Región de Atacama, para ello se realizaron tres capacitaciones a dos técnicos del laboratorio de postcosecha de UCHILECREA en el CEPOC. Durante las capacitaciones se transfirieron conocimientos básicos de la postcosecha, además de la aplicación de metodologías para la utilización de equipos y realización de evaluaciones en la fruta.

Sergio Mánquez Rodríguez (Ing. Agr., Mg. Sc.), encargado del equipo técnico

Durante el 18 y el 30 junio de 2012 se realizó la primera capacitación, en ella se buscaba aplicar técnicas de evaluación de la calidad de la fruta, tanto de parámetros físicos, químicos y funcionales de las uvas, principalmente contenido

de fenoles totales y capacidad antioxidante (Figura 1A). Junto con ello se intercambiaron experiencias e información relevante del proyecto y su ejecución.

La segunda capacitación se realizó entre los días 22 y 25 agosto de 2012, en ella se realizó la puesta en marcha de un espectrofotómetro que sería parte de la implementación del laboratorio de postcosecha de UCHILECREA. El equipo adquirido fue un espectrofotómetro UV-VIS (Optizen POP, Mecasys Co., Ltd, Corea del Sur), este equipo permitió evaluar fenoles totales y capacidad antioxidante tanto en la piel como en la pulpa de las uvas. (Figura 1B). Cabe destacar que el equipo adquirido no sólo permite evaluar este tipo de compuesto, sino que muchos otros que pudiesen ser de interés para la región.



Figura 1. Capacitaciones realizadas en el CEPOC al encargado del equipo técnico en el laboratorio de postcosecha de UCHILECREA, evaluaciones de postcosecha (A) y puesta en marcha espectrofotómetro (B).

Viviana Rojas Alegría (Ing. Alim.), coordinadora del proyecto

La capacitación se realizó entre los días 28 de noviembre y 1 de diciembre de 2012, en ella se buscaba aplicar técnicas de evaluación de la calidad de la fruta y el funcionamiento de equipos que posteriormente servirían para implementar el laboratorio de postcosecha de UCHILECREA (Figura 2).



Figura 2. Capacitación realizada en el CEPOC a la coordinadora del proyecto en Copiapó, cromatografía gaseosa (A) y espectrofotometría (B).

2.1.2. Implementación y equipamiento

Pese a que en el CEPOC se podía iniciar las actividades acordadas del proyecto (actividad metabólica, evaluaciones físicas, químicas, sensoriales, microbiológicas y funcionales), debido a que la infraestructura y el equipamiento eran los adecuados, para la realización de nuevas experiencias fue necesario adquirir implementos y equipos nuevos.

- Sistema de titulación (Figura 3A), conformado por un pH-metro modelo 3BW (Bante Instruments, China), un agitador magnético modelo MS-H-S (Scilogex, Alemania) y una bureta digital modelo Digitarte de 50 mL (Jencons, Estados Unidos). Este sistema permitirá hacer evaluaciones de pH y acidez titulable en muestras de jugo de frutas y/u hortalizas.
- Colorímetro portátil (Figura 3B), modelo CM-2500d (Konica Minolta, Japón), con el cual se pueden realizar evaluaciones de color en el sistema CIELab, adicionalmente se puede realizar evaluaciones de longitud de onda entre 360 a 740 nm utilizando un software adicional, SpectraMagic NX.

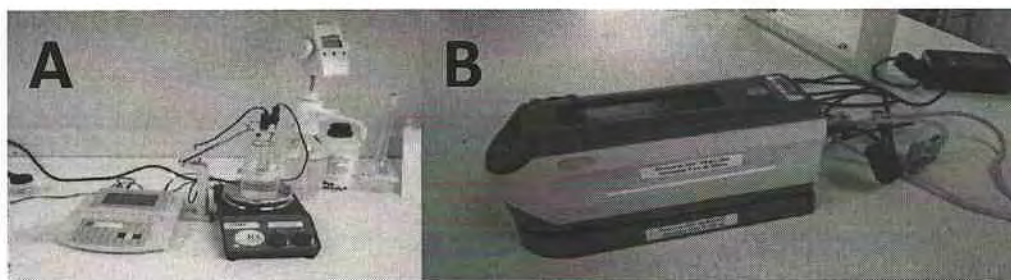


Figura 3. Sistema de titulación (A) y colorímetro (B) adquirido para el CEPOC.

- Sistema de generación e inyección de ozono (Figura 4A), modelo Magnum 25-160 (Atlas, Canadá), el cual permitirá realizar lavados con agua ozonizada o inyectar ozono de forma gaseosa para atmósfera modificada.
- Instalación del sistema de generación e inyección de ozono, esto incluyó los sistemas eléctrico e hidráulico, y una caseta de protección (viento y lluvia).
- Medidor de ozono en solución modelo ozone SAM I-2019 (CHEMetrics Inc., Estados Unidos) (Figura 4C), permite medir la concentración de ozono en una muestra de agua ozonizada en un rango de 0,2 a 5,0 mg L⁻¹.

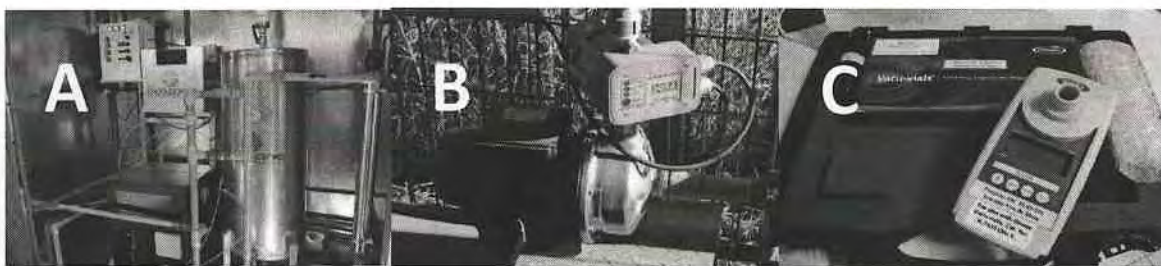


Figura 4. Sistema de generación e inyección de ozono (A), bomba de recirculación (B) y medidor de ozono en solución (C).

- Implementos de seguridad para la aplicación de ozono en procesos de lavado y envasado en atmósfera modificada, estos implementos corresponden a antiparras, mascarillas con filtro, instalación de un extractor de ozono ambiental en la sala de proceso y de un medidor de ozono residual ambiental modelo F2000IAQ-O3 (Tongdy, Japón) con alarma. Este tipo de implementos de seguridad permitirá proteger al personal que trabaje directamente con ozono y al personal cercano, que pudiesen ser afectados.

2.1.3 Seminario de difusión

El día 25 de octubre de 2012 en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, se realizó un seminario cuyo nombre fue “Tecnologías de Postcosecha” (Figura 5), el cual contó con la presencia de destacados investigadores: Dr. Robert Soliva-Fortuny (Universidad de Lleida, España) y Dr. Ariel Vicente (Universidad Nacional de La Plata, Argentina).

El seminario contó con la presencia de gran cantidad de alumnos de la Facultad, quienes se mostraron muy interesados con los temas abordados en las exposiciones.



Figura 5. Seminario “Tecnologías de Postcosecha” y visita al Centro de Estudios Postcosecha de la Universidad de Chile (B).

2.1.4 Financiamiento de Tesis de Magíster en Ciencias Agropecuarias en la Universidad de Chile

A través de este proyecto se realizaron 3 Tesis del Magíster en Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Chile, las cuales aún se encuentran en ejecución:

- Nectarines, uva de mesa y ensaladas de fruta mínimamente procesadas bajo atmósfera controlada, alumna Marta González.
- Técnicas de postcosecha aplicadas a una ensalada bicolor de uva de mesa, alumna Dennise Oyarzún.
- Efecto de la atmósfera modificada sobre la conservación de la calidad de una ensalada de frutas mínimamente procesadas (kiwi, manzana y uva de mesa), alumno Paulo Areiza.

2.2. Actividades realizadas en el Centro Regional de Estudios Agronómicos de la Universidad de Chile (UCHILECREA) en Copiapó

Las actividades realizadas en la Región de Atacama permitieron implementar un laboratorio de postcosecha con tecnología que permitiría a los productores de la región evaluar la calidad de su fruta y/u hortalizas, así como también compuestos funcionales, permitiendo así otorgarle valor agregado a sus productos.

No sólo se estableció implementar el laboratorio, sino que también habilitar una sala dónde pudiesen ser realizados diversos procesamiento, produciendo productos listos para consumir o mínimamente procesados, pensando en el futuro de la región.

2.2.1. Capacitación de técnicos de la Región de Atacama

Para llevar a cabo la etapa II en la Región de Atacama, fue necesario realizar capacitaciones al personal de apoyo (Bernardita Rojas y Ricardo Castro, egresados Tecnología Agrícola, INACAP), quienes entre los meses de noviembre 2012 y marzo 2013, serían los encargados de realizar los ensayos y las posteriores evaluaciones (Figura 6). Las capacitaciones fueron realizadas por el encargado del equipo técnico del laboratorio de postcosecha de UCHILECREA, Sergio Mánquez.

El personal de apoyo no sólo tendría un rol fundamental en la ejecución del proyecto, sino que también adquiriría conocimientos para su futuro profesional y laboral en la región.



Figura 6. Capacitación realizada en el laboratorio de postcosecha de UCHILECREA, desgrane de uva de mesa (A), envasado de uva desgranada (B) y evaluación de calidad (C).

2.2.2. Implementación y equipamiento

Para la realización de la etapa II en el laboratorio de postcosecha de UCHILECREA, fue necesario remodelar el laboratorio y habilitar las salas de pre proceso (Figura 7A) y procesos, además de adquirir algunos implementos y equipos (Figura 7B).



Figura 7. Salas de pre proceso (A) y procesos (B) en el laboratorio de postcosecha de UCHILECREA.

- Sistema de titulación, conformado por un pH-metro modelo 3BW (Bante Instruments, China), un agitador magnético modelo MS-H-S (Scilogex,

Alemania) y una bureta digital modelo Digitarte de 50 mL (Jencons, Estados Unidos). Este sistema permitirá hacer evaluaciones de pH y acidez titulable en muestras de jugo de frutas y/u hortalizas.

- Espectrofotómetro (Figura 8A), modelo UV-VIS Optizen POP (Mecasys CO. Ltda., Corea del Sur), este equipo permitirá realizar evaluaciones de variados compuestos de interés de frutas y/u hortalizas (fenoles, capacidad antioxidante, contenido de clorofila, vitamina C, etc).
- Centrífuga refrigerada de alta velocidad (Figura 8B), modelo TGL-16M (Xiangyi Centrifuge Co. Ltda., China), este equipo permitirá preparar extractos para evaluar compuestos de interés de frutas y/u hortalizas.
- Además, se adquirió un baño termorregulado (Figura 8C) modelo WB-6 (DAIHAN Scientific Co., Ltd., Corea del Sur), un set de micropipetas (Figura 8D) (Pipet4u, AHN Biotechnologie GmbH, Alemania) y un termo para almacenar nitrógeno líquido de 25 L, lo que permitirá realizar diversas evaluaciones relacionadas con la calidad de las frutas y/u hortalizas.

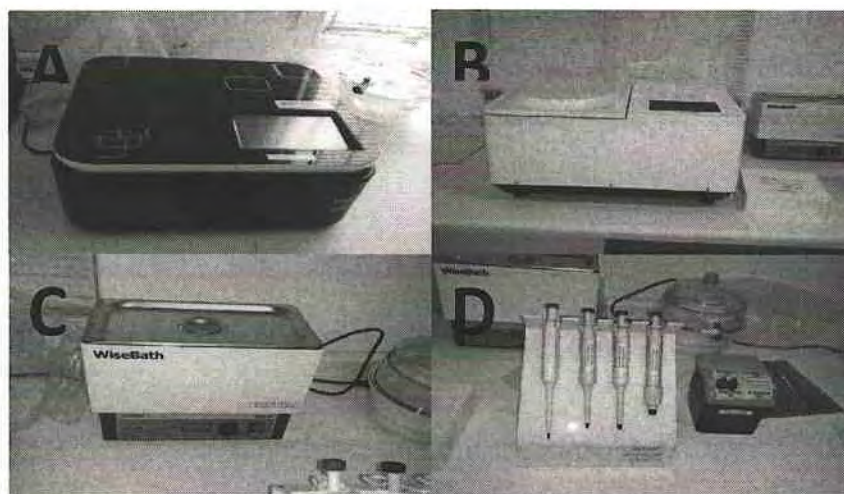


Figura 8. Espectrofotómetro (A), centrífuga refrigerada (B), baño termorregulado y set de micropipetas adquirido para el laboratorio de postcosecha de UCHILECREA.

- Instalación de una red de gases para habilitar un cromatógrafo de gases modelo 7820 (Agilent Technologies, Estados Unidos) y la inyección de gases a través de una envasadora, presentes en el laboratorio. La instalación consistió en la habilitación de una red de gases con *manifold*, puestos de consumo para cuatro gases (aire, nitrógeno, hidrógeno y helio) en una caseta presente en las dependencias del laboratorio (Figura 9) y la señalética adecuada (Indura S.A).

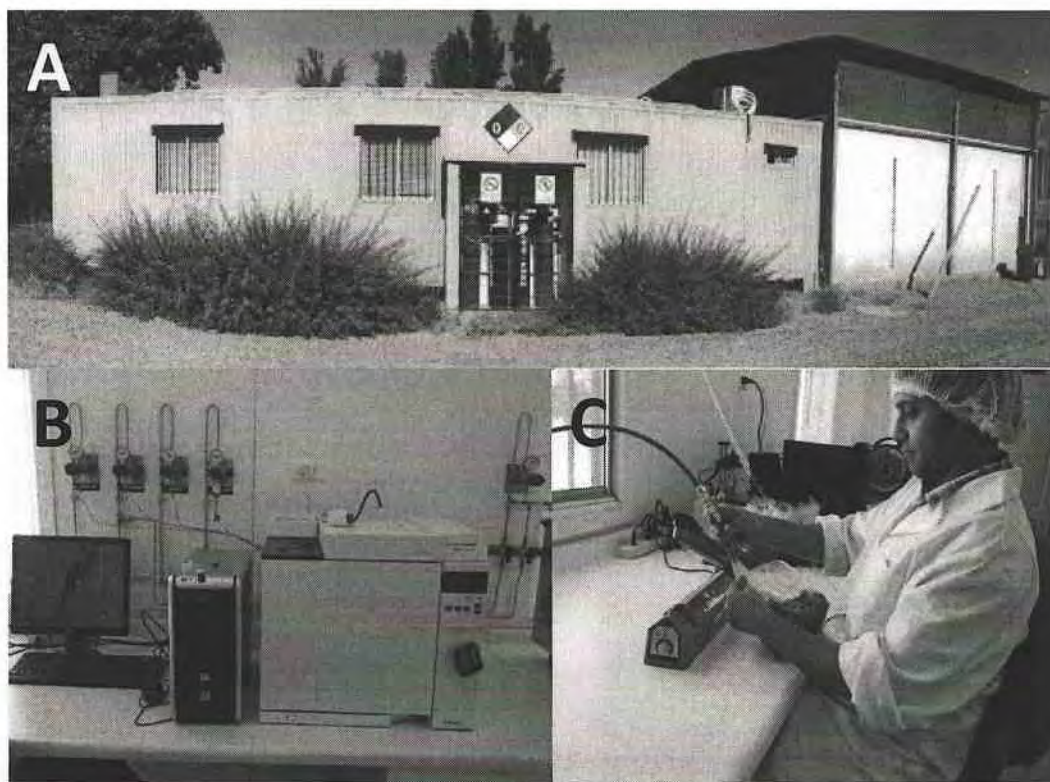


Figura 9. Instalación de red de gases (A) para habilitar un cromatógrafo de gases (B) y la inyección de gases mediante una envasadora (C).

Para la calibración del equipo se adquirieron dos cilindros con gases patrones de 2 m³ (Figura 10).



Figura 10. Cilindros de gases patrones para calibración de cromatógrafo de gases: 5% O₂ y 5% CO₂ (A) y patrón de 2 m³ de 1,2 mg L⁻¹ de etileno (B).

La empresa Analítica Weisser Ltda., realizó una capacitación para poner en marcha el cromatógrafo de gases presente en el laboratorio de postcosecha de UCHILECREA (Figura 11).



Figura 11. Capacitación al técnico del laboratorio, en el uso del cromatógrafo de gases modelo 7820 Agilent Technologies.

- Remodelación del laboratorio de postcosecha de UCHILECREA, esta remodelación se realizó principalmente en la salas de pre proceso y procesos, lo que permitió realizar de mejor forma el procesamiento y almacenamiento de la uva desgranada, las mejoras realizadas fueron las siguientes:

Sala de pre-procesos

- Instalación de cielo, planchas de *isopol* y luminaria
- Retape de orificios entre contenedores
- Instalación de chicharra con baliza (seguridad), rampa en la entrada a las cámaras de frío y equipo de enfriamiento
- Recubrimiento de las cámaras de frío (perímetro)
- Instalación de burletes en una puerta corredera

Sala de procesos

- Reparación de equipos estanco existentes e instalación de uno nuevo
- Instalación de *grating*
- Provisión de lavaplatos y lavamanos, e instalación de grifería
- Provisión de mesones y estantes de acero inoxidable

Obras complementarias

- Instalación de un remarcador de agua con protección
- Instalación de un equipo de aire acondicionado en el laboratorio
- Confección de un closet
- Instalación de burletes en puertas
- Adquisición de sillas

2.2.3. Seminarios de difusión

Durante los meses de octubre 2012 y marzo 2013 se realizaron dos seminarios de difusión, los cuales tuvieron una buena acogida por parte de los asistentes.

Primer seminario

El primer seminario se realizó el día 24 de octubre de 2012 en el salón Atacama del Hotel Chagall, cuyo nombre fue "Cuarta gama: Una alternativa para diversificar la producción hortofrutícola de Atacama" (Figura 12), el cual contó con la

Este seminario fue destacado dentro de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, publicándose una noticia en su página web, se puede revisar el siguiente sitio: <http://www.agronomia.uchile.cl/noticias/86399/realizaron-exitosos-seminarios-sobre-tecnologias-de-postcosecha>.



Para finalizar el seminario se realizó una visita al laboratorio de postcosecha de UCHILECREA (Figura 13A), para visitar las instalaciones y crear redes con los investigadores invitados.

22

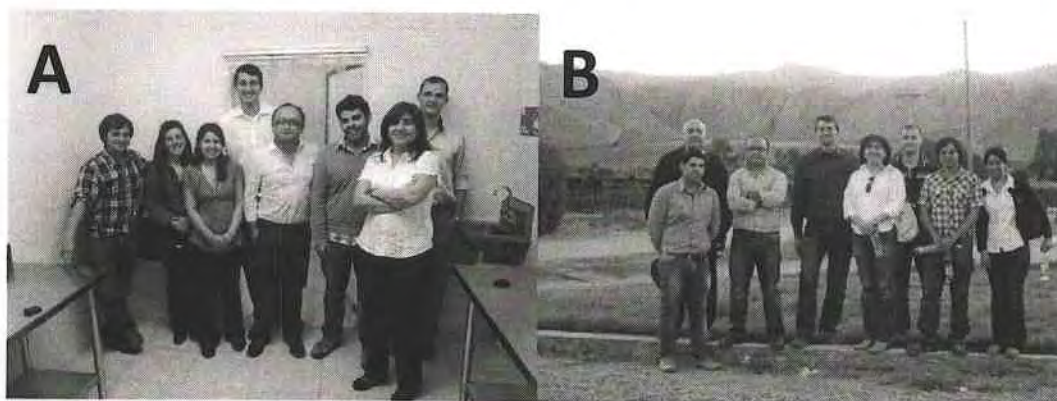


Figura 13. Dependencias del laboratorio de postcosecha de UCHILECREA (A) y visita a la empresa RUTA (B).

Segundo seminario

El segundo seminario se realizó el día 18 de marzo 2013 en el laboratorio de UCHILECREA, siendo éste el seminario de finalización del proyecto (Figura 14), el cual contó con la presencia del destacados investigadores nacionales: Dr. Víctor Escalona Contreras (Director Proyecto) y Dr. Luis Luchsinger (Investigador del Proyecto), ambos académicos de la Universidad de Chile. Además, se contó con la presencia del Seremi de Agricultura de la Región de Atacama Sr. Alex Madariaga.



Figura 14. Seminario de finalización del proyecto “Desarrollo del proceso productivo de uva de mesa desgranada fresca, enfriada y envasada en atmósfera modificada para consumo directo y de calidad exportable” (A), exposición de productos mínimamente procesados (B) y los algunos de los prototipos de uva de mesa desgranada obtenidos (C).

Para finalizar el seminario se realizó una visita por el laboratorio de postcosecha de UCHILECREA, el cual se encuentra habilitado y equipado en su totalidad.

CAPÍTULO III

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Los productos mínimamente procesados en fresco (MPF)

Durante los últimos años, debido a un ritmo de vida más acelerado, mayor poder adquisitivo y conciencia sobre la salud de los consumidores, la demanda por las frutas MPF o también denominadas de cuarta gama o *fresh-cut*, ha tenido un importante incremento (Baldwin *et al.*, 1995). Las frutas MPF se definen como aquellas que se obtienen a partir de diversas operaciones unitarias como la selección, el pelado y corte, en el caso de la uva de mesa el desgranado de las bayas, el lavado, y el envasado (Lee *et al.*, 2003), produciendo cambios mínimos en las características de la fruta, teniendo una calidad similar a la de la fruta entera (Vargas *et al.*, 2007).

3.1.1. Problemas en las frutas MPF

Aumento de la respiración

Las frutas MPF generalmente tienen mayores tasas respiratorias que las frutas enteras sin procesar, debido al daño físico y las heridas causadas, incrementando sus concentraciones en pocos minutos. Esto indicaría un metabolismo más activo respecto de las frutas enteras, y usualmente una tasa de deterioro más acelerada (Cantwell y Suslow, 2007). Cuando la tasa respiratoria se incrementa, el deterioro se incrementa en una tasa comparable a ella, presentando pérdida de calidad en la apariencia, firmeza, textura, y en general cambios en las características organolépticas apreciadas por el consumidor (Watada y Qi, 1999).

Pardeamiento (cambios de color)

En las frutas MPF el mayor obstáculo para la comercialización es la vida útil limitada, debido al ablandamiento excesivo de los tejidos y al pardeamiento de la superficie de corte (Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003). En el caso de la uva de mesa al desgranar la baya (unión pedicelo-baya), queda una herida abierta susceptible al pardeamiento. Debido a esto, la comercialización de este tipo de productos se ha limitado a consecuencia de su rápido deterioro (Watada, 1997).

Actualmente, las investigaciones se enfocan en el desarrollo de técnicas que ayuden a prevenir la pérdida de color o pardeamiento en las frutas MPF (Ahvenainen, 1996), evitando así la pérdida de su calidad sensorial y nutricional (Son *et al.*, 2000). Como consecuencia del pardeamiento se afecta negativamente la aceptación por parte de los consumidores, generando importantes pérdidas económicas (Queiroz, 2008).

Durante el procesamiento de las frutas MPF, tanto la integridad del tejido como sus propiedades sensoriales se ven afectadas, debido a un aumento en la actividad metabólica y descompartimentación celular, provocada por el corte (Soliva-Fortuny *et al.*, 2001), permitiendo que las enzimas se pongan en contacto con sus sustratos fenólicos, generando pardeamiento enzimático, esto ocurre debido a la acción de un grupo de enzimas llamadas polifenol oxidasa (PPO), cuya existencia se ha evidenciado en todas las plantas (García y Barret, 2002). La PPO es una de las principales enzimas responsable de la pérdida de calidad debido a la degradación de los fenoles (Tomás-Barberán y Espín, 2001), los que son hidroxilados para además ser oxidados a o-quinonas (Whitaker, 1994). La formación de o-quinonas es una reacción reversible en presencia de agentes reductores como el ácido ascórbico, dando lugar a o-difenoles incoloros, mientras que la polimerización posterior es irreversible (Escalona y Luchsinger, 2008a). Esta consiste en una polimerización no enzimática de las quinonas dando lugar a melaninas, los que son pigmentos de alta masa molecular y de color oscuro (Espín *et al.*, 1998).

Los sustratos para la enzima son el O₂ y algunos fenoles (Whitaker, 1994). Los fenoles son sustancias naturales que contribuyen en las características sensoriales (color, sabor, aroma y textura) y funcionales asociadas a la calidad de las frutas (Es-Safi *et al.*, 2003). En teoría, el pardeamiento catalizado por PPO puede ser prevenido por la exclusión de O₂ o de los fenoles que son sus sustratos, reduciendo el pH óptimo de la PPO (entre 5 y 7), por reacciones de inactivación de la enzima o añadiendo componentes que la inhiban o prevengan la formación de melanina (Whitaker, 1994). Respecto de la inhibición de la PPO, esta enzima al

contener 2 átomos de cobre en su sitio activo (Espín *et al.*, 1998) puede ser inhibida por agentes quelantes del ión Cu^{+2} , como se ha señalado para diferentes antipardeantes como el ácido oxálico, ácido cítrico y EDTA (Kayashima y Katayama, 2002; Miyawaki, 2006; Qi y Hu, 2011).

Cambios microbiológicos

Un problema frecuente en las frutas MPF es el deterioro microbiológico, ya que el mínimo proceso puede incrementarlo, por la transmisión de la microflora de la piel a la pulpa durante el procesamiento, en donde los microorganismos pueden crecer rápidamente al exponerse a los nutrientes presentes (Corbo *et al.*, 2004). Estos nutrientes están disponibles, debido a que durante el procesamiento las operaciones realizadas incrementan la respiración de los tejidos y aceleran la degradación de las membranas celulares, por lo tanto, se libera una gran cantidad de nutrientes (Rolle y Chism, 1987), siendo un excelente medio para el crecimiento de microorganismos (Wiley, 1997).

Para disminuir la carga microbiológica es importante desinfectar la materia prima utilizada. El objetivo más importante para mantener la calidad general de estos productos, es una disminución de la flora microbiana causante del deterioro y problemas de seguridad. Cada paso en la cadena de producción influirá en la carga microbiana y la aplicación de un programa de desinfección correcta debería ser la preocupación principal de procesamiento comercial. El único paso que reduce la carga microbiana en toda la cadena de producción es el lavado y la desinfección (Artés *et al.*, 2009). En las frutas enteras se lleva a cabo generalmente con un enjuague inicial con agua para eliminar los residuos de plaguicidas, residuos vegetales y la posible contaminación de otras fuentes, seguido de una inmersión en agua clorada para reducir eficazmente la carga microbiana en la superficie de la fruta. La desinfección de la superficie de la fruta se realiza mediante la adición de cloro común (hipoclorito de sodio, NaOCl) al agua de lavado (Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003). Cuando se utiliza NaOCl

en la superficie del fruto, éstos deben ser enjuagados para eliminar el cloro residual y mantener las propiedades sensoriales (Ahvenainen, 1996).

A pesar de que el NaOCl es uno de los desinfectantes más efectivos, en los últimos años se ha generalizado el prescindir de su uso y sus derivados, esto debido a que existen riesgos medioambientales asociados al vertido de aguas con gran contenido de residuos y al posible riesgo que tienen sobre la salud, ya que se forman compuestos potencialmente cancerígenos (trihalometanos), formados por la reacción del NaOCl con la materia orgánica presente en el agua (Gil *et al.*, 2009).

Uno de los tratamientos que se utilizan en las frutas MPF para prescindir del uso del NaOCl es la aplicación de luz UV-C, ya que se ha observado que este tipo de aplicaciones es capaz de mantener la calidad bacteriológica del agua de lavado (Gil *et al.*, 2009). Este tipo de desinfectante superficial actúa directamente sobre los microorganismos causando daños en su ADN, e indirectamente como inductor de mecanismos de resistencia en las frutas contra patógenos (Nigro *et al.*, 1998). Además, se ha reportado que el uso de radiación UV-C en uva de mesa, incrementa los niveles de estilbenos, especialmente de resveratrol-trans, compuesto de gran importancia para la salud cardiovascular de los consumidores (González-Barrio *et al.*, 2005), esto debido a que se estimula el sistema de defensa de los tejidos vegetales, aumentando la producción de fitoalexinas y polifenoles.

3.1.2 Métodos para el control de la maduración y el pardeamiento

Refrigeración

La temperatura es el factor ambiental más eficaz para retardar la maduración de las frutas MPF, por ejemplo al aumentar la temperatura aumenta la tasa respiratoria (Sandhya, 2010), es por esto que se debe reducir el metabolismo al mínimo en postcosecha, pudiendo ser logrado mediante la refrigeración y una alta

humedad relativa (Artés, 2006). Esta última actúa disminuyendo la transpiración y la deshidratación (Escalona y Luchsinger, 2008b). Sin embargo, con frecuencia la refrigeración convencional no es suficiente para lograr una óptima calidad final en las frutas MPF (Artés, 2006).

En general, en la conservación de frutas MPF se emplean bajas temperaturas (entre 0 y 5°C) para evitar el desarrollo de microorganismos, pardeamiento enzimático y aumento excesivo de la respiración que puedan alterar la calidad de la fruta (Escalona y Luchsinger, 2008a).

Envasado en atmósfera modificada (EAM)

El EAM es la tecnología de envasado más utilizada en la actualidad (Sandhya, 2010), se basa en la estabilización de la atmósfera que rodea a la fruta, logrando concentraciones óptimas de O_2 y CO_2 por medio de una película plástica sellada y generalmente de permeabilidad selectiva a los gases permanentes del aire. Los EAM se utilizan para incrementar la calidad y vida útil de las frutas MPF (Phillips, 1996; Artés, 2006). La modificación de la atmósfera dentro del envase puede ser logrado lentamente por la respiración de la fruta envasada (atmósfera pasiva), o por la incorporación de una mezcla de gases deseada dentro del envase (atmósfera activa) (Zagory y Kader, 1988; Lee *et al.*, 1996). Si bien la modificación activa implica algunos costos adicionales, su ventaja es que se inicia el almacenamiento con la concentración de gases sin esperar que se genere por la respiración de la fruta, por lo que resulta ser más eficiente (Anese *et al.*, 1997; Kader, 2007).

Las atmósferas con concentraciones bajas de O_2 y altas de CO_2 , pueden reducir los problemas que sufren las frutas MPF, y sobre todo en el caso de la uva de mesa desgranada, en donde durante el procesamiento se genera el desprendimiento de las bayas desde el racimo, lo que induce un incremento de la respiración, el pardeamiento y la contaminación microbiana (Jandric *et al.*, 2010). Normalmente la concentración de O_2 en los envases es muy baja (1 a 5%), reduciendo la tasa respiratoria (Farber *et al.*, 2003). Esta reducción en la

respiración prolonga la vida útil de las frutas y retarda y/o disminuye el pardeamiento (Lee *et al.*, 1995).

Uno de los síntomas de deterioro más comunes es la presencia de podredumbres de origen bacteriano o fúngico. Las concentraciones requeridas para inhibir el crecimiento o la germinación de esporas varían para cada especie fúngica, pero en general suelen ser concentraciones de 5 a 10% de CO₂, añadido a niveles de O₂ menores al 5% (Kader 2007, Escalona y Luchsinger, 2008b).

Las concentraciones gaseosas utilizadas en frutas MPF se relacionan con la vida útil de la fruta, ya que esta es corta en comparación a la de los productos enteros. Por lo tanto, altas concentraciones de CO₂ y bajas de O₂ que pueden ser perjudiciales para la fruta entera durante un largo periodo de almacenaje, puede ser efectiva para incrementar la calidad y vida útil de las frutas MPF, debido a que los daños no se alcanzan a manifestar por el corto tiempo de almacenamiento (Gurbuz *et al.*, 2001).

3.1.3 Métodos químicos

Uno de los principales métodos para evitar el pardeamiento en frutas es utilizar antipardeantes, cuyo modo de acción varía dependiendo de la naturaleza del producto, actuando como agentes reductores, quelantes o acidificantes (Pérez, 2003).

Ácido ascórbico (AA)

El AA es utilizado ampliamente para evitar el pardeamiento enzimático de las frutas MPF, debido a la reducción de las o-quinonas generadas por la acción de las enzimas PPO, revirtiéndose a sus sustratos fenólicos iniciales (Hsu *et al.*, 1988). Además, el AA contribuye a bajar el pH, lo que afecta negativamente a la PPO que presenta un pH óptimo entre 5 a 7 (Guerrero-Beltrán *et al.*, 2005). Este inhibidor y sus derivados han sido usados en numerosos estudios de frutas MPF, en concentraciones que van desde 0,5 a 4,0% (Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003), sin embargo, la capacidad y eficiencia de éste para reducir las quinonas es

altamente dependiente de la concentración utilizada. Cuando se aplica en bajas concentraciones, el AA puede ser rápidamente consumido en el proceso de reducción y puede prevenir sólo por tiempo limitado la formación de los polímeros coloreados (melanina) (Rocha y Morais, 2005).

Ácido cítrico (AC)

Este agente se presenta como una interesante alternativa al inhibir eficazmente la acción de la PPO debido a su doble acción como agente quelante y acidulante (Sapers, 1993; Qi y Hu, 2011). Además, tanto el ácido ascórbico como el ácido cítrico son productos con un precio asequible y de gran disponibilidad comercial para su uso combinado como antipardeantes (Pérez, 2003).

Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)

El EDTA es un quelante de la mayoría de los iones que poseen más de una carga iónica, resultando en la formación de complejos etilendiaminotetraacéticos. Este antipardeante se ha reportado como un inhibidor de la enzima PPO, quelando su ión cobre divalente (Miyawaki, 2006). Además, se utiliza a menudo en el mínimo proceso para mantener la textura de las frutas (Pérez, 2003).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Lugar de estudio

La fase experimental se realizó en las dependencias del Centro Regional de Estudios Agronómicos de la Universidad de Chile (UCHILECREA) en Copiapó, y en el Centro de Estudios de Postcosecha de la Universidad de Chile (CEPOC) en Santiago.

4.1.2. Material vegetal

El material vegetal que se utilizó fue uva de mesa [*Vitis vinifera* (L.)] de las variedades Flame, Superior, Thompson, Black y Crimson Seedless traídas desde las Regiones de Atacama y Metropolitana, la cual se almacenó a 0°C y 90-95% humedad relativa (HR).

4.2. Métodos

4.2.1. Caracterización de la materia prima

Se realizó una caracterización de las distintas variedades de uva de mesa, con una muestra aleatoria de 20 (etapa I) o 30 bayas (etapa II) obtenida a partir de 10 racimos representativos, posterior a la selección realizada por uniformidad, color y calibre, la que cumplió con la norma de calidad para exportación (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006). La caracterización se llevó a cabo un día antes de cada procesamiento, y se evaluaron parámetros físicos y químicos.

Parámetros físicos

Peso: Se determinó mediante una balanza de precisión modelo BJ G10 C (Precisa Instrument, Suiza) en el CEPOC, y modelo TX-2000 (China) en UCHILECREA. Los resultados se expresaron en g.

Tamaño: Se determinaron los diámetros ecuatorial y polar de las bayas, mediante un pie de metro digital modelo Digital caliper 0-150 mm (Bull tools, China) en el

CEPOC, y modelo E5001509 (Veto, Chile) en UCHILECREA. Los resultados se expresaron en mm.

Color de la piel de la baya: Se determinó el color de la piel sin cera, en la zona ecuatorial de la baya (etapa I) y en la zona de inserción del pedicelo luego del desgrane (etapa II) para determinar el grado de pardeamiento en función del oscurecimiento de esa zona. Esta medición se realizó con un colorímetro portátil tri-estímulo modelo CR-300 (Konica Minolta, Japón) en el CEPOC, y un espectrofotómetro portátil modelo CM-2500d (Konica Minolta, Japón) en UCHILECREA, con una fuente iluminante D₆₅, un ángulo de observador de 0 ó 2° y calibrado con un plato de color blanco (Y: 92,6; X: 0,3161; y: 0,3325). Se utilizó el sistema CIELab y se obtuvieron valores de luminosidad (L) y de las coordenadas a* y b*. Los resultados se expresaron en términos de L, C* (saturación) y H_{ab} (tono), donde $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ y $H_{ab} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$.

Firmeza de la baya: Se determinó en la zona ecuatorial de la baya, mediante un texturómetro FTA: Fruit Texture Analyzer (TR, Italia) en el CEPOC, y un equipo modelo FirmTech2 (Bioworks, Estados Unidos) en UCHILECREA. Ambos equipos mediante un émbolo de 2,5 cm ejercen la presión necesaria para deformar en 1 mm la baya. Los resultados se expresaron en kgf·mm⁻¹.

Parámetros químicos

Para estas evaluaciones se utilizó una muestra de jugo filtrada, obtenida a partir de 4 a 5 bayas con piel.

Sólidos solubles totales (SST): Se determinó mediante un refractómetro de mano termo-compensado a 20°C, modelo ATC-1E 0-32% (Atago, Japón) en el CEPOC y modelo REF113 (Shenzhen, China) en UCHILECREA. Los resultados se expresaron como porcentaje de SST (%).

pH y Acidez titulable (AT): El pH se determinó mediante un pHmetro modelo pH 21 pH/mV meter (Hanna Instruments, Italia) en el CEPOC, y un potenciómetro-bureta digital, modelo PH-BURETTE 24 (Crison Instruments S.A., España) en UCHILECREA, calibrados con soluciones buffer a pH 4,1 y 7,1. La AT se determinó mediante la titulación de 5 mL de jugo con NaOH 0,1 N hasta la neutralización de los ácidos orgánicos a pH 8,2-8,3. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido tartárico (%), cómo se muestra a continuación:

$$\% \text{ acidez} = \frac{V * C * F * 100}{M}$$

Dónde:

V: Volumen NaOH utilizado (mL)

C: Concentración de NaOH (N)

F: Factor ácido tartárico (PM: 150): 0,075 meq

M: Volumen de muestra de jugo utilizado (mL)

Adicionalmente se calculó la relación SST/AT.

4.2.2. Procesamiento de la materia prima

Para la obtención de uva de mesa desgranada, se deben elegir aquellos racimos almacenados (0°C, 90-95% HR) que no presenten daños físicos, mecánicos ni sanitarios, debido a que se necesitan bayas de alta calidad para la elaboración de este tipo de productos. Posteriormente, los racimos se trasladaron a la sala de procesamiento a 8°C, la cual fue desinfectada con NaOCl (100 mg L⁻¹).

En la Figura 15 se muestra el diagrama de flujo de las operaciones unitarias necesarias para la obtención de uva de mesa desgranada, los cuales se aplicaron a los distintos ensayos realizados.

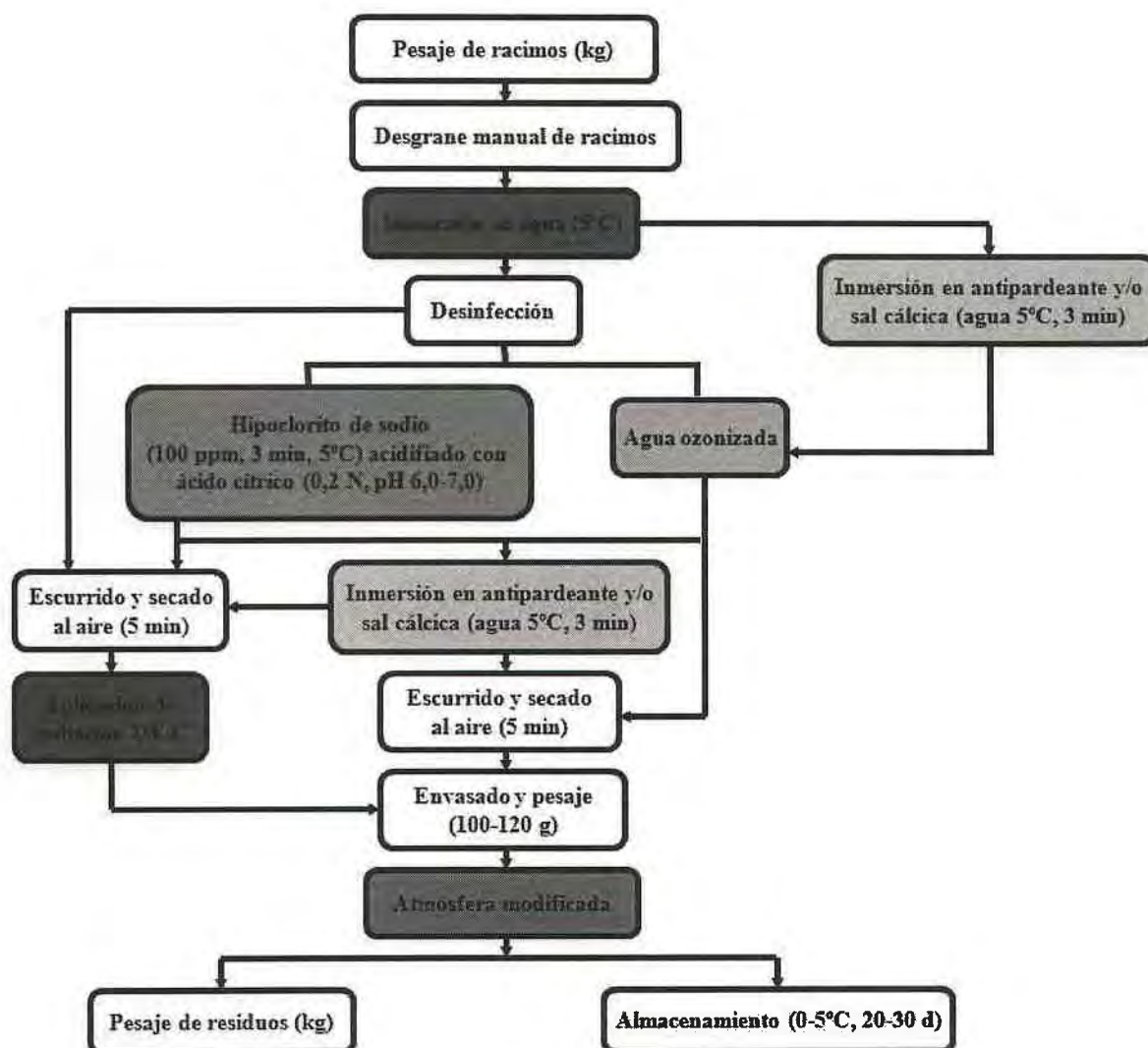


Figura 15. Diagrama de flujo para la obtención de uva de mesa desgranada.

4.2.3. Evaluaciones de la calidad de uva de mesa desgranada

Tasa respiratoria

Se determinó mediante un sistema estático a 0 y 5°C en aire, colocando 80 a 100 g de fruta en frascos de vidrio de 500 mL, sellados herméticamente y provistos de un septum de silicona en su tapa, a través del cual se tomaron las muestras gaseosas (Figura 16A). Al cabo de 1,5 h, se extrajo una muestra de aire del espacio de cabeza del frasco con una jeringa de plástico de 10 mL (BD Plastipak, Argentina), la cual se inyectó en un cromatógrafo de gases. En el CEPOC se utilizó un cromatógrafo de gases modelo 5890 serie II (Hewlett Packard, Estados

Unidos) en el CEPOC (Figura 16B), provisto de un detector de conductividad térmica cuya temperatura de trabajo fue de 200°C, al igual que el inyector, además posee una columna GFT Porapak Q 80/100 ubicada en un horno a 50°C con un flujo de He (Indura, Chile) a 45 psi. Se utilizaron patrones de calibración de CO₂, O₂ y N₂ (Indura, Chile) con concentraciones de 0,9; 18,2 y 81,5% respectivamente.

En tanto, en UCHILECREA (Figura 16C) se utilizó un cromatógrafo de gases modelo 8720A (Agilent Technologies, EE.UU) provisto de un detector de llama (FID) cuya temperatura de trabajo fue de 160°C, mientras que el inyector trabajó a 120°C, se usó una columna HAYESEP D 100/120 ubicada en un horno a 55°C y un flujo de 2 mL min⁻¹ de He (Indura, Chile). Se utilizó un estándar de CO₂, O₂ y N₂ (Indura, Chile) con concentraciones 5; 5 y 90% respectivamente.

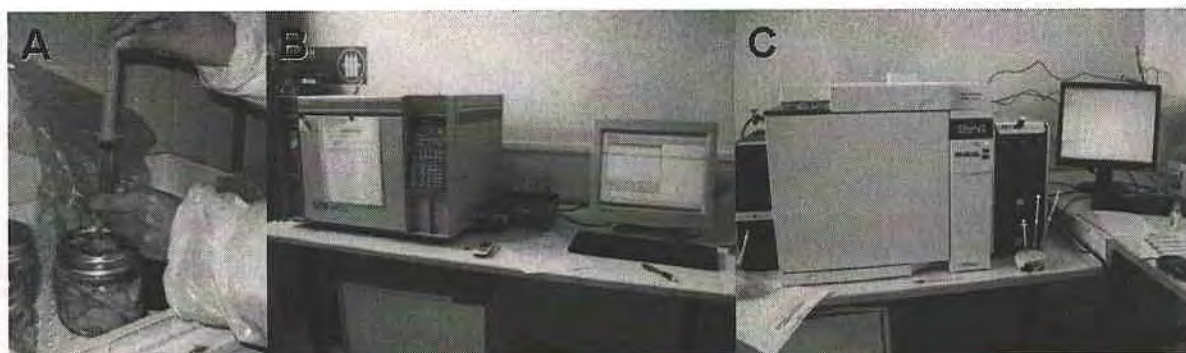


Figura 16. Toma de muestras de CO₂ (A) e inyección de las mismas en los cromatógrafos de gases en el CEPOC (B) y en UCHILECREA (C).

Se obtuvieron valores de CO₂ en porcentaje, por lo que para calcular los mL de CO₂ se utilizó la siguiente expresión:

$$\text{mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1} = \frac{\text{CO}_2 \%}{100} \times \frac{\text{Volumen libre (mL)}}{\text{Peso de la muestra (kg)}} \times \frac{1}{\text{Tiempo (h)}}$$

Para la obtención de resultados en mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ se utilizó un factor de conversión que varía con la temperatura (Cuadro 3).

Cuadro 3. Factores de conversión de mL a mg de CO₂ según la temperatura utilizada.

Temperatura (°C)	mg mL ⁻¹ CO ₂
0	1,98
5	1,94
10	1,90

Fuente: Adaptado de Kader (2007).

Concentración gaseosa

Se determinó mediante un analizador de gases portátil (PBI Dansensor, Check Point, Ringsted, Dinamarca) en cada una de las repeticiones. Los resultados se expresaron como porcentaje de O₂ y CO₂ (%).

Índice de pudriciones

Se realizó la evaluación de los niveles de pudriciones presentes por repetición, utilizando una escala visual hedónica de 1 a 5 (Figura 17).

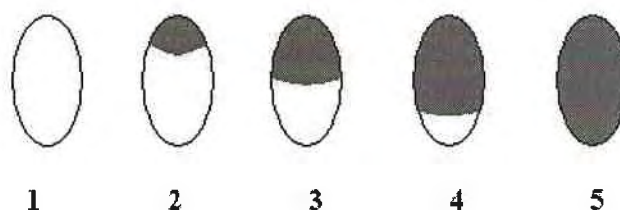


Figura 17. Escala de pudriciones para uva de mesa desgranada, donde 1: sin presencia de hongos ni pudriciones; 2: presencia leve (< 25%); 3: presencia moderada (alrededor 50%); 4: presencia alta (> 50%); y 5: presencia excesiva (> 75%).

El índice de pudriciones se calculó de acuerdo al número de bayas por nivel de pudrición con respecto al total de bayas de cada repetición. Los resultados se expresaron en como porcentaje de pudriciones por bolsa (%).

Determinaciones físicas

Pérdida de peso: Se determinó el peso (g) con una balanza de precisión modelo BJ G10 C (Precisa Instrument, Suiza) en el CEPOC, y modelo TX-2000 (China) en UCHILECREA. Los resultados se expresaron como porcentaje de pérdida de peso (diferencia entre el peso inicial y final de la bolsa con fruta).

Color de la piel de la baya: Se determinó el color de la piel siguiendo la metodología descrita en la caracterización de la materia prima, se evaluaron entre 6 y 10 bayas por repetición. Los resultados se expresaron en términos de L, C* y H_{ab}.

Firmeza de la baya: Se determinó la firmeza de la baya siguiendo la metodología descrita en la caracterización de la materia prima, se evaluaron entre 6 y 10 bayas por repetición. Los resultados se expresaron en kgf·mm⁻¹.

Determinaciones químicas

Al igual que en la metodología descrita en la caracterización de la materia prima, se utilizó una muestra de jugo filtrada, obtenida a partir de 4 a 5 bayas con piel.

SST: Se determinó siguiendo la metodología descrita para la caracterización de la materia prima. Los resultados se expresaron como porcentaje de SST (%).

pH y AT: Se determinó siguiendo la metodología descrita para la caracterización de la materia prima. Los resultados se expresaron como pH y porcentaje de ácido tartárico (%).

Evaluación de la calidad sensorial

Debido a que se trató de una unidad experimental compuesta, se utilizaron 2 repeticiones para los aspectos gustativos y 1 repetición cerrada para los aspectos visuales, donde los jueces evaluadores fueron las repeticiones en el análisis estadístico.

La evaluación sensorial se realizó mediante una pauta no estructurada de 0 a 15 cm (Anexo I y II), aplicada a un panel de 12 jueces no entrenados, pero siempre los mismos para todas las evaluaciones. Se evaluó apariencia, pardeamiento, textura, y sabores típico y extraño de las bayas. Las mediciones se realizaron en una habitación a temperatura ambiente y con luz blanca, las muestras se colocaron de forma aleatoria para eliminar el efecto de la posición sobre los resultados.

Recuentos microbiológicos

Se obtuvo una muestra de 10 g de fruta y se trituró en 90 mL de agua peptonada estéril (APE, Merck S.A, Chile) durante 1 min dentro de una bolsa, también estéril (Sterilin Limited, Reino Unido) utilizando un homogeneizador (Easymix, AES Laboratoire, Francia). Se realizaron diferentes diluciones, según la evolución de los recuentos microbianos durante el almacenamiento de las bayas, para ello se utilizó 9 mL de APE y 1 mL de muestra preparada, y se homogeneizó durante 20 a 30 s con un agitador modelo Lab dancer (IKA, Works, Inc., Brasil).

Por cada dilución, se extrajo 1 mL y se colocó en una placa Petri estéril (Greiner Bio-One, Estados Unidos). Para la siembra se utilizaron distintos medios de cultivo provistos por la empresa Merck S.A (Chile), según la metodología del Cuadro 4. Durante la incubación, las placas se colocaron de forma invertida, para evitar la condensación de agua sobre el cultivo y una posible recontaminación.

Cuadro 4. Metodología de siembra utilizada en los análisis microbiológicos.

Microorganismo	Volumen (mL)	Medio de cultivo	Condiciones de incubación	
			Tiempo (d)	T (°C)
Aerobios mesófilos	1	Agar de recuento de placas (PCA)	2	37
Aerobios psicrófilos	1	Agar de recuento de placas (PCA)	7	5
Enterobacterias	1	Agar de eosina de azul de metileno (EMB)	2	37
Hongos y levaduras	1	Agar papa dextrosa (PDA) ¹	3-5	25

¹/Medio de cultivo acidificado con ácido láctico al 1% para llevar su pH a 3,5.

Fuente: Gamazo *et al.*, 2005.

Los recuentos microbiológicos se expresaron como el logaritmo de la unidad formadora de colonias en un gramo de fruta ($\log \text{ufc g}^{-1}$). La determinación de recuentos microbiológicos para aerobios mesófilos y enterobacterias se basó en la legislación chilena del Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA, Ministerio de Salud, 2008), para frutas y otros vegetales comestibles pre-elaborados listos para el consumo (Anexo III).

Determinación de fenoles totales y capacidad antioxidante

Se realizaron mediciones de fenoles totales y capacidad antioxidante tanto en la pulpa como en la piel de las bayas, adicionalmente se evaluó la materia prima utilizada. Las muestras se congelaron con nitrógeno líquido y se almacenaron a -80°C hasta la realización de las evaluaciones mencionadas anteriormente.

Fenoles totales: Se utilizó de forma independiente, una muestra de 0,5 g de piel ó 6 g de pulpa de la baya, y se trituyó con 9 mL de metanol al 30% (piel) y al 50% (pulpa) utilizando un mortero o un homogeneizador de alta velocidad (Ultra-Turrax, T18 basic, Ika) durante 2 min o hasta que la muestra esté homogénea. La muestra

obtenida se centrifugó a 10.000 g_n por 30 min a 4°C (González-Aguilar *et al.*, 2005). Posteriormente, se filtró el sobrenadante con papel filtro N° 2 (Whatman®, Merck S.A, Chile). El sobrenadante se hizo reaccionar con el reactivo Folin-Ciocalteu en oscuridad durante 60 min, según el método desarrollado por Singleton y Rossi (1965). La reacción se cuantificó mediante un espectrofotómetro modelo UV-Vis T70 (PG Instruments Limited, Reino Unido) en el CEPOC, y modelo UV-VIS Optizen POP (Mecasys Co., Ltd, Corea del Sur) en UCHILECREA, ambos a una longitud de onda de 660 nm. Se realizó una curva de calibración con ácido gálico (AG) (Sigma-Aldrich, Chile). Los resultados se expresaron como equivalentes de ácido gálico (EAG), siendo esto $\mu\text{g EAG g}^{-1}$ peso fresco fruta.

Capacidad antioxidante: Se utilizó de forma independiente, una muestra de piel 0,5 g (Flame, Black y Crimson Seedless) ó 1,0 g (Superior y Thompson Seedless), ó 6 g de pulpa de la baya, y se trituró con nitrógeno líquido en un mortero de porcelana hasta obtener un polvo fino, luego se agregaron 9 mL de etanol al 50%. Posteriormente, la muestra se filtró con papel filtro N°2 (Whatman®, Merck S.A, Chile). Se recuperó el sobrenadante y se hizo reaccionar con una mezcla de reactivos utilizando el método FRAP: Ferric Reducing Antioxidant Power descrito por Benzie y Strain (1996). Las muestras fueron incubadas a 37-40°C durante 10 min (piel) y 20 min (pulpa). La reacción se cuantificó mediante un espectrofotómetro modelo UV-Vis T70 (PG Instruments Limited, Reino Unido) en el CEPOC, y modelo UV-VIS Optizen POP (Mecasys Co., Ltd, Corea del Sur) en UCHILECREA, ambos a una longitud de onda de 593 nm, cada 30 s durante 5 min o hasta que se estabilizó la reacción. Se realizó una curva de calibración con Trolox que es un análogo hidrosoluble del alfa tocoferol-Vit E (Merck S.A, Chile). Los resultados se expresaron como equivalentes de Trolox (ET), siendo esto $\mu\text{g ET g}^{-1}$ peso fresco de fruta.

CAPÍTULO V

ETAPA I: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO UVA FRESCA DESGRANADA

5.1. Resultados ensayos CEPOC

5.1.1 Evaluación de la calidad de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' almacenadas bajo atmósfera modificada pasiva y refrigeración

Hipótesis

El uso combinado de bajas temperaturas y atmósfera modificada pasiva, prolonga la vida útil de las bayas sin pedicelo de uvas 'Thompson Seedless' por al menos 10 días.

Objetivo

Evaluar el efecto del uso combinado de bajas temperaturas y atmósfera modificada pasiva sobre la concentración de gases, color, firmeza, parámetros químicos y porcentaje de pudriciones en bayas sin pedicelo de uvas 'Thompson Seedless' por al menos 10 días.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Thompson Seedless'.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron en una solución de NaClO (100 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de acero inoxidable acanalado, y un flujo de aire para la producción de burbujas (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de acero inoxidable de 64x60 cm (5 min). El envasado (Figura 18) se realizó en bolsas de polietileno de alta (6000-8000 mL O₂

$\text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$) y baja permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{d}^{-1}$). Las bayas envasadas se almacenaron a 0, 5 y 10°C , durante 10 d.



Figura 18. Envasado de bayas de uva de mesa 'Thompson Seedless' en atmósfera modificada pasiva.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 1 y 5 posteriores al procesamiento, a excepción de la medición de índice de pudriciones, las que se evaluaron en los días 1, 5 y 10 posteriores al procesamiento.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, pudriciones y parámetros físicos (color y firmeza).

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial (3×2), donde el primer factor correspondió a la temperatura de almacenamiento y el segundo a la permeabilidad del plástico utilizado para envasar.

La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Tratamientos aplicados a uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 10 días.

Tratamientos	Permeabilidad de la bolsa	Temperatura (°C)
1	Alta	0
2	Baja	0
3	Alta	5
4	Baja	5
5	Alta	10
6	Baja	10

Alta permeabilidad: 6000-8000 mL O₂ m⁻² d⁻¹

Baja permeabilidad: 2500 mL O₂ m⁻² d⁻¹

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos o los factores evaluados, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

Los resultados indicaron que el porcentaje de sólidos solubles totales fue superior al mínimo de cosecha (19,7% en la caracterización, en comparación al mínimo de 15,5-16,0%). El calibre se presentó con un valor promedio de 17,6 mm (diámetro ecuatorial), el cual estuvo dentro de valores adecuados de exportación (calibre entre 16 y 20 mm) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006). En relación al color, se

presentó una tonalidad cercana al verde-amarillo, con L intermedia y baja intensidad del color (Cuadro 6).

Cuadro 6. Caracterización de uva de mesa 'Thompson Seedless'.

Parámetros físicos^a	
Peso (g)	5,5±1,1
Diámetro ecuatorial (mm)	17,6±1,3
Diámetro polar (mm)	25,1±2,7
Firmeza (kg-f)	0,7±0,2
Color de piel	
L	47,9±2,3
C*	18,2±1,8
Hab	111,3±2,4
Parámetros químicos^b	
Sólidos solubles totales (%)	19,7±0,0
Acidez titulable (%)	0,6±1,1
pH	3,5±0,0
Sólidos solubles totales/acidez titulable	32,0±2,5

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Concentración de gases

Los resultados indicaron un descenso en los porcentajes de O₂ para todos los tratamientos (Figura 19), durante 5 días. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos durante el ensayo, con un rango de 19,2 a 16,7%.

En el caso del CO₂, se observó un aumento de sus porcentajes para todos los tratamientos (Figura 19). A diferencia del O₂, en el día 1 se observaron diferencias significativas entre tratamientos en función de la temperatura, en donde los porcentajes de CO₂ más altos se presentaron en los tratamientos con temperaturas de 5 y 10°C (1,5 y 1,4% respectivamente), en comparación a 0°C (1,0%). En el día 5 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, con valores de 0,8 a 1,6% de CO₂ (Apéndice I).

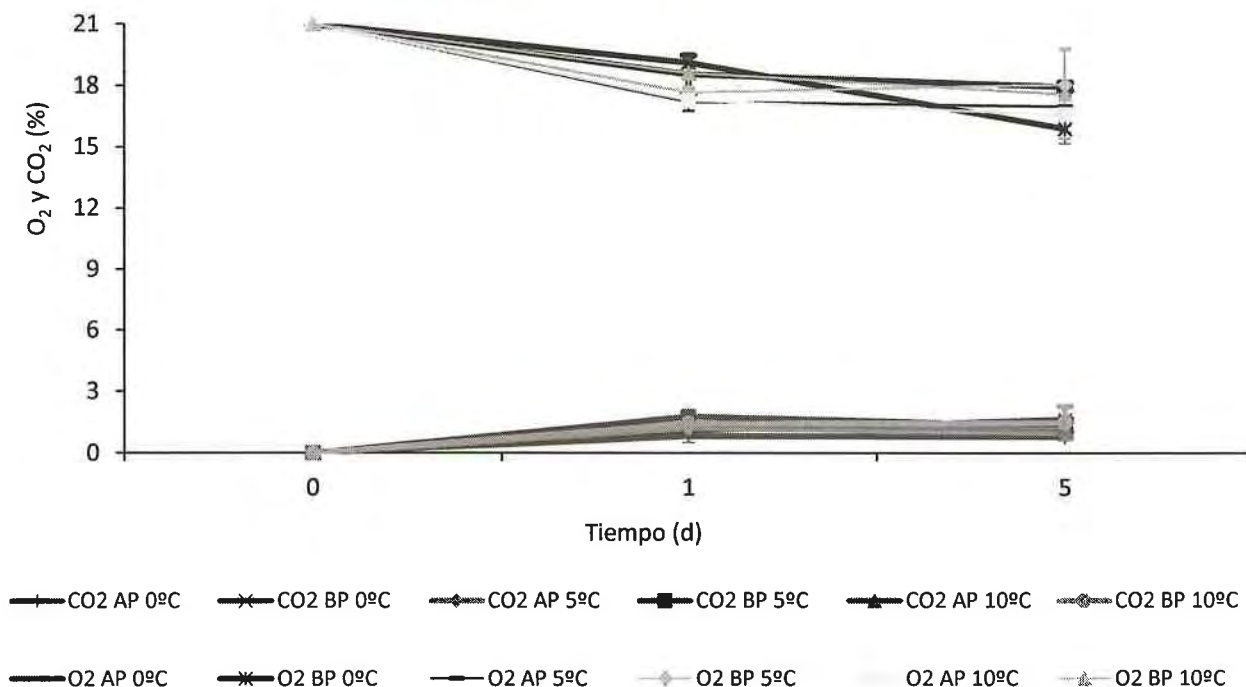


Figura 19. Porcentajes de oxígeno y dióxido de carbono, en bolsas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 5 días. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP bolsa de baja permeabilidad.

Los resultados mostraron que si bien hubo una disminución en el porcentaje de O₂, y un aumento del CO₂, el uso de las bolsas de alta y baja permeabilidad no presentó diferencias significativas en los resultados. El uso de una bolsa de baja permeabilidad debería reducir y aumentar en mayor medida los porcentajes de O₂ y CO₂ respectivamente, en comparación a la bolsa de alta permeabilidad. Sin embargo, estos resultados podrían variar en la medida que se extienda el almacenamiento.

Se observó un efecto de la temperatura en el día 1 para el CO₂, presentando un mayor porcentaje de este gas en los tratamientos a 5 y 10°C, lo que fue esperado al considerar un aumento de la temperatura y de la tasa metabólica, y con esto una mayor liberación de CO₂ de las bayas. Las concentraciones se estabilizaron desde el día 1 al 5 en torno a 1,5% CO₂ y 18% O₂.

Parámetros físicos

Color de la piel de la baya

L

Los tratamientos mostraron una leve disminución en los valores de L durante los 5 días de ensayo (Figura 20). Sin embargo, los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre ellos, con un rango entre 47,3 a 44,2 (Apéndice II).

La disminución en los valores de L a través de los días de almacenamiento, se debería al pardeamiento de las bayas a consecuencia del aumento de la madurez de la fruta.

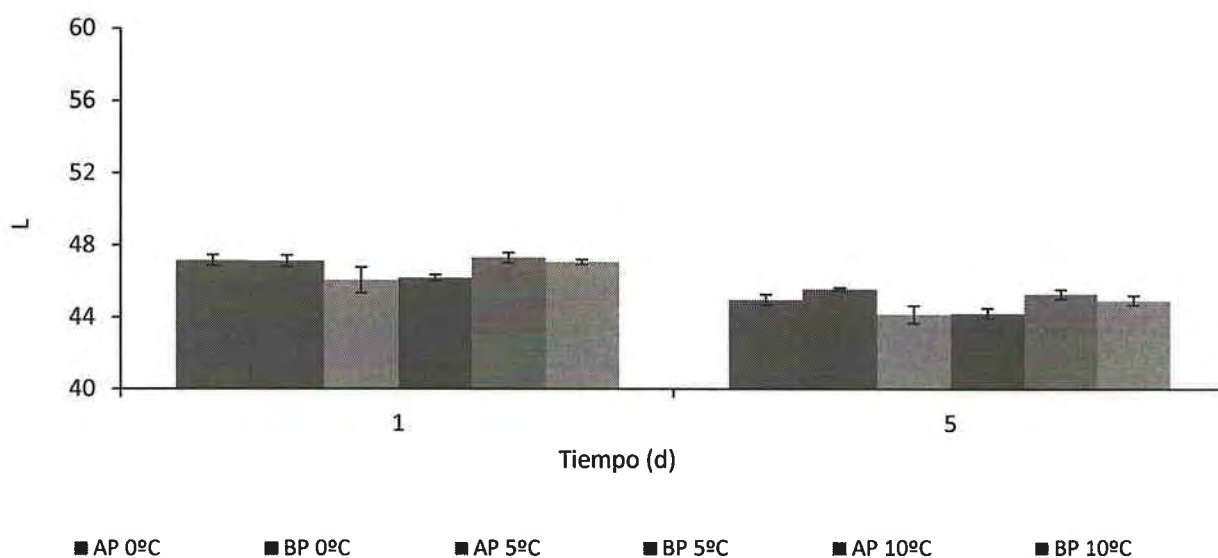


Figura 20. Valores de L en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 5 días. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP bolsa de baja permeabilidad.

C*

Los resultados mostraron valores estables en el tiempo (Figura 21). En el día 1 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en función de la temperatura, en donde los tratamientos a 0°C presentaron la mayor C*, mientras que los menores valores estuvieron en los tratamientos a 5°C. En el día 5 no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. El rango de valores durante el ensayo fue de 14,4 a 17,8.

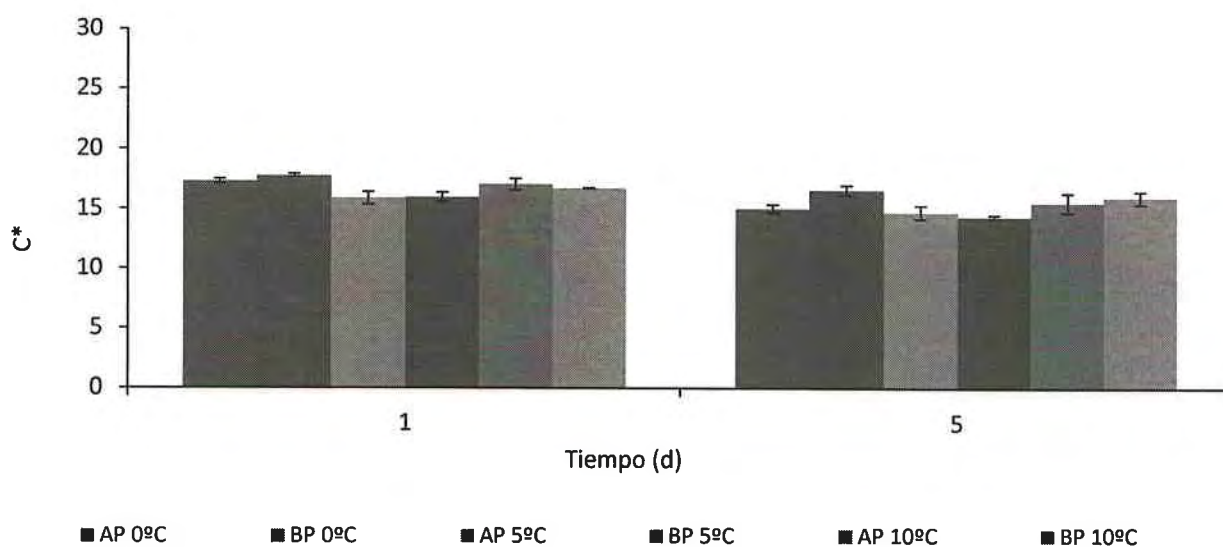


Figura 21. Valores de C* en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 5 días. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP bolsa de baja permeabilidad.

Los resultados indicaron que la C* (intensidad del color), no se redujo significativamente durante 5 días de almacenamiento refrigerado. De esta forma, es posible afirmar que durante la realización de este ensayo la intensidad del color no fue afectada en forma considerable, lo que indicaría una mantención del color de las bayas.

H_{ab}

Los resultados fueron similares a los de C^* . Los valores permanecieron estables durante 5 días de almacenamiento (Figura 22), con un rango de 110,5 a 109,0°. Además, al igual que en la L no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los días analizados (días 1 y 5).

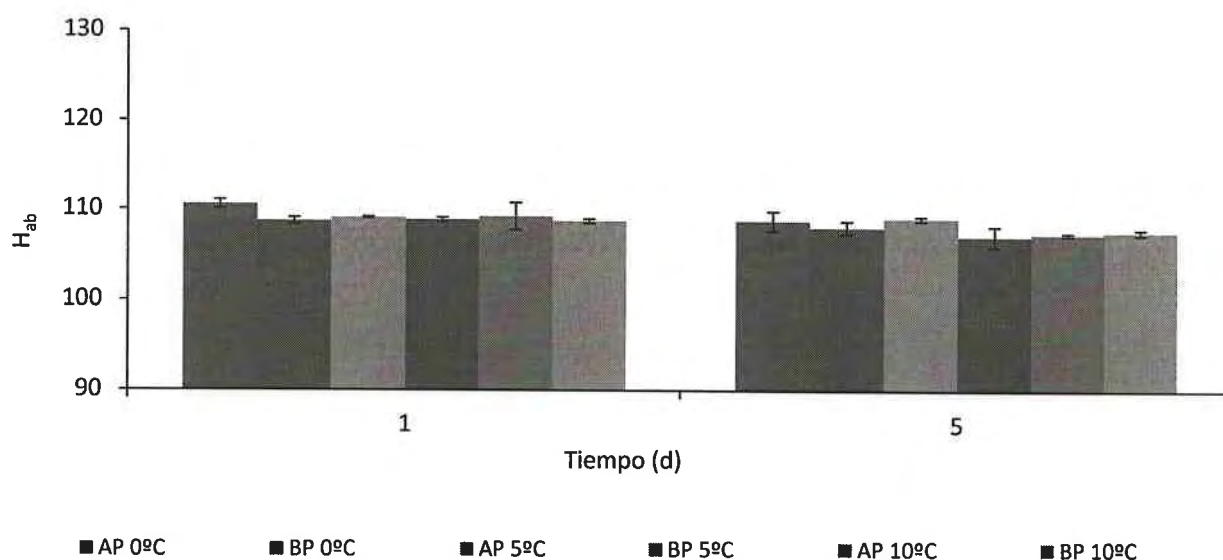


Figura 22. Valores de H_{ab} en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 5 días. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP bolsa de baja permeabilidad.

Al presentarse una disminución de los valores de H_{ab} , esto sería un indicador de un cambio en el color hacia tonalidades desde el verde-amarillo al amarillo, color característico de bayas con una mayor madurez en las bayas de uvas 'Thompson Seedless'. Considerando que tanto este parámetro como la L y C^* no presentaron diferencias notorias entre tratamientos durante el almacenamiento, se podría afirmar que en un periodo de 5 días, las bayas envasadas en bolsas de alta o baja permeabilidad a temperaturas de 0, 5 y 10°C, no presentaron diferencias significativas entre sí, sin importar la combinación utilizada (Figura 23).

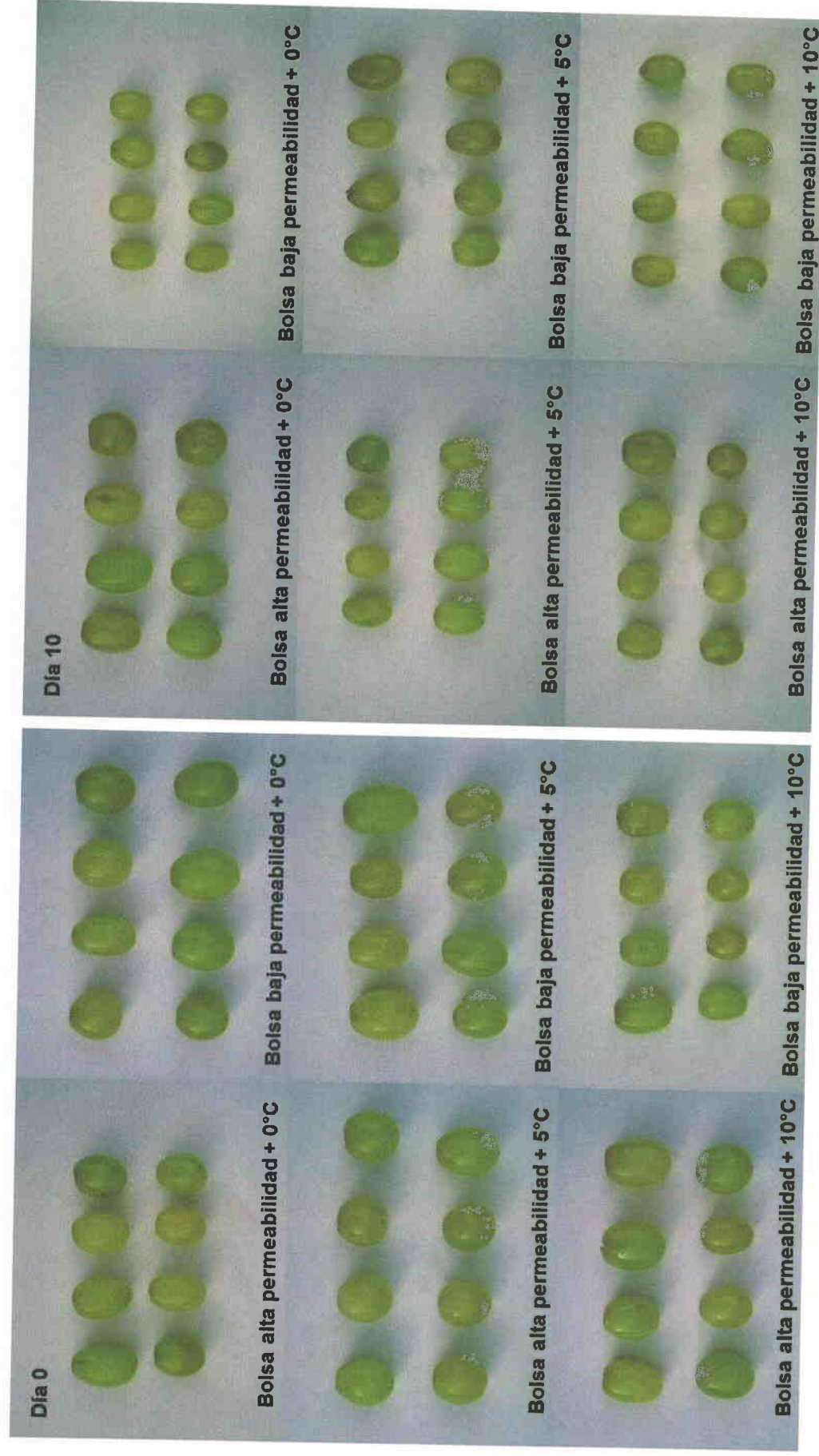


Figura 23. Apariencia de bayas de uva de mesa uva 'Thompson Seedless', almacenada durante 10 días.

Firmeza de la baya

La firmeza se presentó estable durante los 5 días de almacenamiento (Figura 24). En el día 1 no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, mientras que en el día 5 las diferencias entre tratamientos fueron en función de la temperatura y de la permeabilidad de la bolsa (Apéndice III). En el caso de la permeabilidad de las bolsas, la bolsa de alta permeabilidad presentó la mayor firmeza en comparación a la de baja permeabilidad. En relación a la temperatura, la mayor firmeza se presentó en los tratamientos a 10°C, mientras que la menor firmeza estuvo presente en los tratamientos a 5°C. El rango de valores para los tratamientos durante los 5 días de ensayo fue de 0,53 a 0,37 kgf·mm⁻¹.

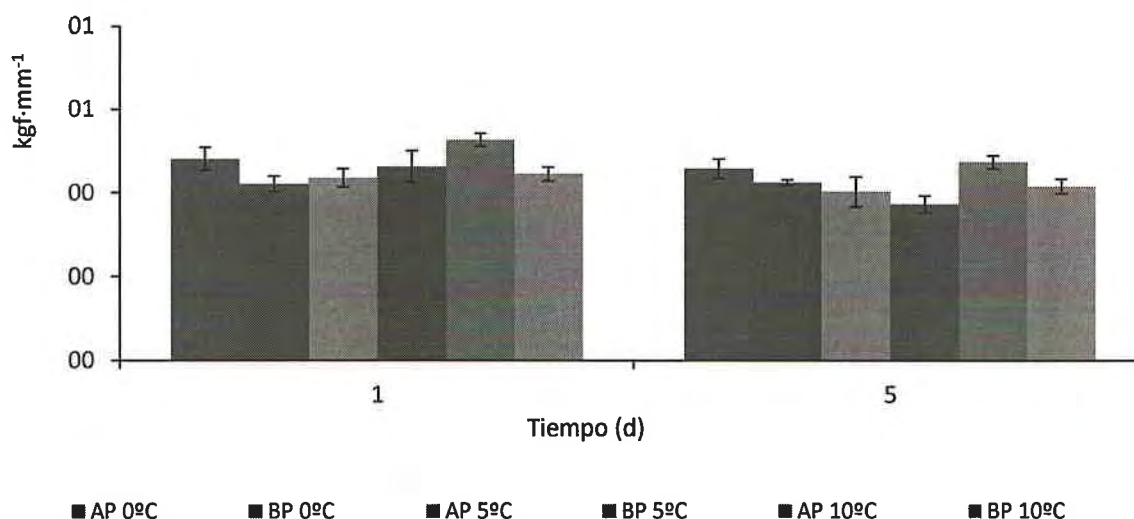


Figura 24. Valores de firmeza (kgf·mm⁻¹) de bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 5 días. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP bolsa de baja permeabilidad.

Se presentó una clara tendencia, en donde la firmeza alcanzó valores estables en el tiempo. Sin embargo, en el día 5 se presentaron con mayor firmeza los tratamientos a 10°C y con bolsas de alta permeabilidad, lo que no tendría sentido al considerar que a mayor temperatura se produce un aumento de la tasa metabólica y con esto se aceleran los procesos de senescencia tales como la

pérdida de firmeza. Esto podría estar asociado a que la mayor temperatura de los tratamientos a 10°C aumentó la respiración de la fruta, y con esto la liberación de vapor de agua, la que fue retenida por la bolsa, esto debido a que el envasado en atmósfera modificada tiene la ventaja de mantener una alta humedad relativa, lo que frena la transpiración y la deshidratación (Escalona y Luchsinger, 2008b). La alta humedad relativa presentada en las bolsas sería la causante de la disminución de la pérdida de firmeza de las bayas. Sin embargo, en ninguno de los tratamientos se alcanzó las concentraciones de gases deseadas (10% CO₂ y 5% O₂), llegando a concentraciones de 1,5% CO₂ y 18% O₂. Las concentraciones deseadas están basadas en que el CO₂ a concentraciones de 5 a 10% añadido a niveles de O₂ por debajo del 5%, es un fungistático efectivo que se puede usar para el control de la pudrición (Kader, 2007). Además, las AM con bajo O₂ y elevado CO₂, pueden reducir los problemas que sufren las bayas de uvas ocasionados por el desprendimiento de las bayas desde el racimo durante el procesamiento, lo que induce un incremento de la respiración y pérdida de la firmeza (Farber *et al.*, 2003; Jandric *et al.*, 2010).

Parámetros químicos

SST

Los valores de SST se presentaron estables en el tiempo (Figura 25). Los resultados estadísticos fueron erráticos, sin distinguirse una tendencia clara durante 5 días de almacenamiento (Apéndice IV), con un rango de 20,2 a 17,3%.

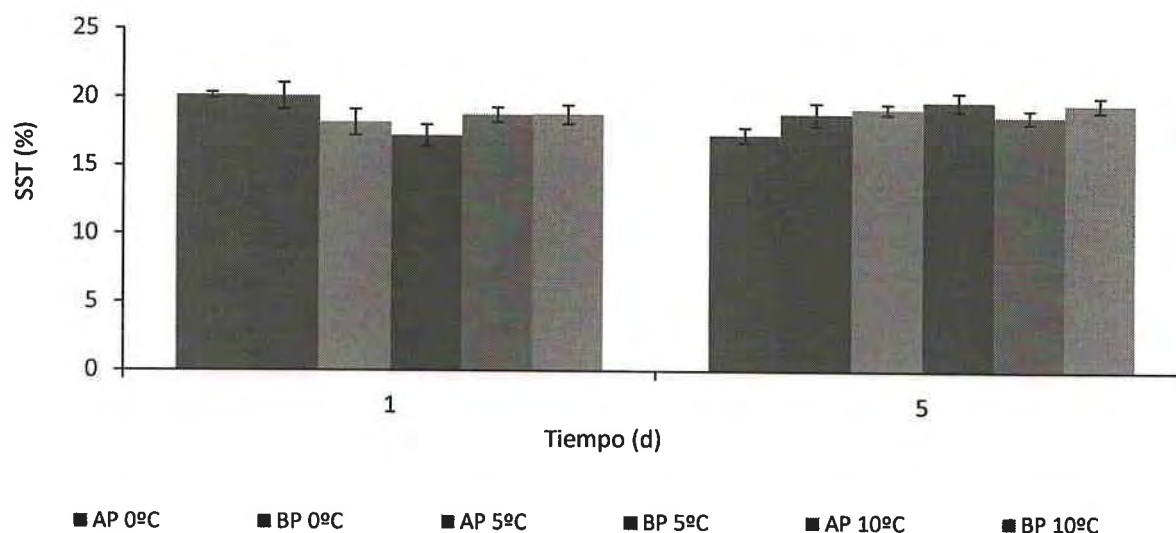


Figura 25. Porcentajes de SST en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 5 días. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP bolsa de baja permeabilidad.

Los resultados mostraron que las variaciones del SST fueron mínimas en un periodo de 5 días. Las pocas variaciones de este parámetro podrían estar causadas por el corto período de almacenamiento, y a que el envasado en atmósfera modificada tiene la gran ventaja de mantener una alta humedad relativa, lo que frena la transpiración y la deshidratación (Escalona y Luchsinger, 2008b). Esto evitaría que se degraden sustratos como los azúcares en el proceso respiratorio, sumado a una baja temperatura de almacenamiento que frena el aumento de la tasa de respiración (Sandhya, 2010).

AT

Los resultados para este parámetro fueron similares a los de SST, con valores estables en el tiempo (Figura 26). Sin embargo, a diferencia de los SST no se presentaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos en ningún día de las mediciones.

El rango de valores para la AT durante 5 días de ensayo fue de 0,79 a 0,67% (Figura 26).

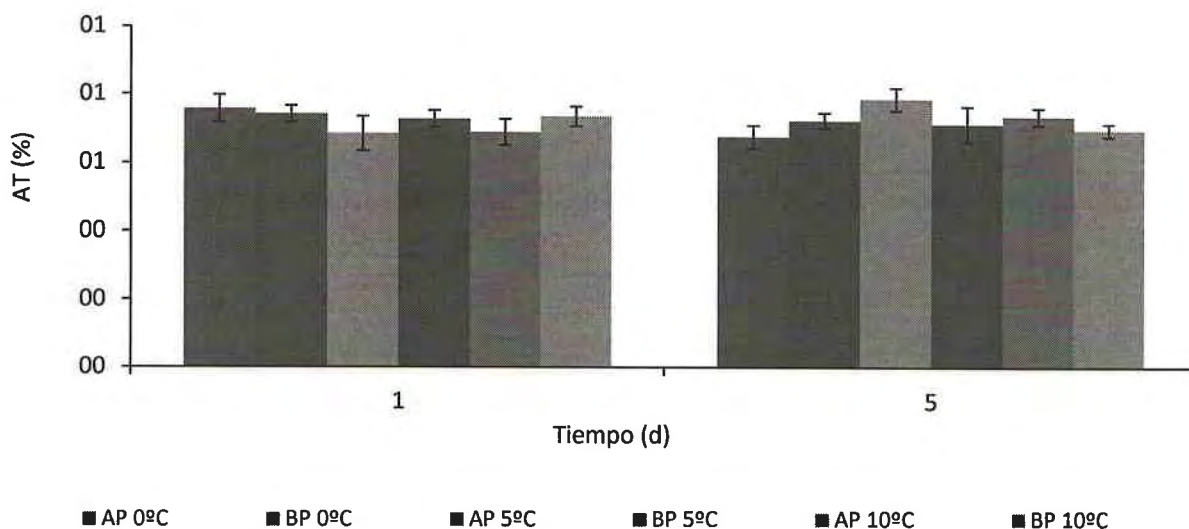


Figura 26. Porcentajes de AT en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 5 días. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP bolsa de baja permeabilidad.

Los resultados indicaron que durante 5 días de ensayo no disminuyó significativamente la acidez (utilizado como sustrato en la respiración), debido probablemente a las razones expuestas en el parámetro de SST.

Porcentaje de pudriciones

En el día 5 se observaron pudriciones en las bayas (Cuadro 7), en donde no se presentaron diferencias significativas entre tratamiento, con hasta 24% de pudriciones, correspondiente a pudriciones leves. En el día 10 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en función de la temperatura y permeabilidad de la bolsa. En el caso de las temperaturas, los tratamientos a 0°C presentaron el menor porcentaje de pudriciones en comparación con los tratamientos a 5 y 10°C, estos últimos sin diferencias significativas entre ellos.

Cuadro 7. Rango de porcentajes de pudriciones leves (< 25% por baya) en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 10 días.

	Tiempo de almacenamiento (d)	
	5	10
AP + 0°C	0	0
BP + 0°C	0-5	5-16
AP + 5°C	0-6	7-27
BP + 5°C	0-6	12-37
AP + 10°C	0-24	6-18
BP + 10°C	6-13	31-53

AP: bolsa de alta permeabilidad; BP: bolsa de baja permeabilidad.

El mayor porcentaje de pudriciones en los tratamientos a 5 y 10°C, en comparación a los a 0°C, se explicaría al presentarse una temperatura más cercana del óptimo (20°C) para el crecimiento de *Botrytis cinerea* (Jalil *et al.*, 1997). En el caso de los resultados de permeabilidades de bolsa, los menores porcentajes de pudriciones en las bolsas de alta permeabilidad se deberían a que este tipo de bolsas presentan una mayor permeabilidad al vapor de agua, lo que reduce la condensación y con esto se disminuye la incidencia de las pudriciones en comparación a las bolsas de baja permeabilidad.

Conclusiones

La utilización de bolsas de alta y baja permeabilidad durante 5 días de almacenamiento, con temperaturas de 0, 5 y 10°C, no presentaron diferencias significativas en las concentraciones de gases con uvas sin pedicelo 'Thompson Seedless', alcanzando concentraciones de O₂ y CO₂ en un rango de 19,2-16,7% y 0,8-1,8% respectivamente.

El color, la firmeza y los parámetros químicos de las bayas sin pedicelo de uvas 'Thompson Seedless', no fueron afectados significativamente durante 5 días de almacenamiento con la utilización de bolsas de baja o alta permeabilidad a 0, 5 y 10°C.

Se presentó un mayor porcentaje de pudriciones en bayas sin pedicelo a 5 y 10°C en comparación a 0°C. Además las bolsas de alta permeabilidad presentaron menores porcentajes de pudriciones que las bolsas de baja permeabilidad.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 8), señalados en la Carta Gantt de la etapa I del proyecto (Cuadro 1).

Cuadro 8. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la calidad de uva de mesa 'Thompson Seedless' almacenada en atmósfera modificada pasiva y refrigeración.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad a 0, 5 y 10°C.	Se definió la vida útil del producto en base a porcentaje de pudriciones y características físico-químicas de la uva.
Sistema de envasado	Envasado en atmósfera modificada pasiva.	Se presentaron 2 sistemas de envasado (bolsas de alta y baja permeabilidad) para uva de mesa desgranada, que permitan comercializar el producto.
Parámetros de calidad	Búsqueda de tratamientos alternativos al SO ₂ .	Se controló el crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> mediante atmósfera modificada pasiva.

5.1.2 Evaluación de la calidad de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' con pedicelo, almacenada bajo atmósfera modificada pasiva a 10°C

Hipótesis

La utilización de bolsas de atmósfera modificada pasiva, prolonga la vida útil de bayas con pedicelo de uva de mesa 'Thompson Seedless' por al menos 5 días.

Objetivo

Evaluar el efecto de la utilización de bolsas de atmósfera modificada pasiva sobre la concentración de gases, color, firmeza, parámetros químicos y porcentaje de pudriciones de bayas con pedicelo de uvas 'Thompson Seedless' por al menos 5 días.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Thompson Seedless'.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos, para ello las bayas se dejaron con el pedicelo con un largo entre 1 y 2 mm, mediante un corte liso. Luego se procedió a lavar las bayas con una solución de NaClO (100 mg L^{-1}) con agua a 5°C, a través de movimientos verticales en un recipiente de acero inoxidable acanalado, y un flujo de aire para la producción de burbujas (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de acero inoxidable de 64x60 cm (5 min). El

envasado (Figura 27) se realizó en bolsas de polietileno de alta ($6000-8000 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) y baja permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Las bayas envasadas se almacenaron a 10°C durante 5 d.



Figura 27. Envasado de bayas de uva de mesa 'Thompson Seedless' con pedicelo en atmósfera modificada pasiva.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 1 y 5 posteriores al procesamiento.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, pudriciones y parámetros físicos (color y firmeza).

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado, y La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Tratamientos aplicados a uva de mesa desgranada con pedicelo 'Thompson Seedless' durante 10 días a 10°C.

Tratamientos	Permeabilidad de la bolsa
1	Alta
2	Baja

Alta permeabilidad: 6000-8000 mL O₂ m⁻² d⁻¹
 Baja permeabilidad: 2500 mL O₂ m⁻² d⁻¹

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

Para el calibre se obtuvieron valores de 17,6 mm (diámetro ecuatorial), el cual estuvo dentro de valores adecuados de exportación (16 y 20 mm). El porcentaje de SST fue superior al mínimo de cosecha (15,5 y 16,0%) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006). El color presentó una tonalidad cercana al verde-amarillo, con L intermedia y baja intensidad del color (Cuadro 10).

Cuadro 10. Caracterización de uva de mesa 'Thompson Seedless'.

Parámetros físicos^a

Peso (g)	5,5±1,1
Diámetro ecuatorial (mm)	17,6±1,3
Diámetro polar (mm)	25,1±2,7
Firmeza (kg-f)	0,7±0,2
Color de piel	
L	47,9±2,3
C*	18,2±1,8
Hab	111,3±2,4

Parámetros químicos^b

Sólidos solubles totales (%)	19,7±0,0
Acidez titulable (%)	0,6±1,1
pH	3,5±0,0
Sólidos solubles totales/acidez titulable	32,0±2,5

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Concentración de gases

Los resultados indicaron que en el tratamiento con bolsa de alta permeabilidad, el porcentaje de O₂ presentó un leve descenso desde el día 0 al 1 (Figura 28), con valores de 17,7 y 17,5% en los días 1 y 5 respectivamente.

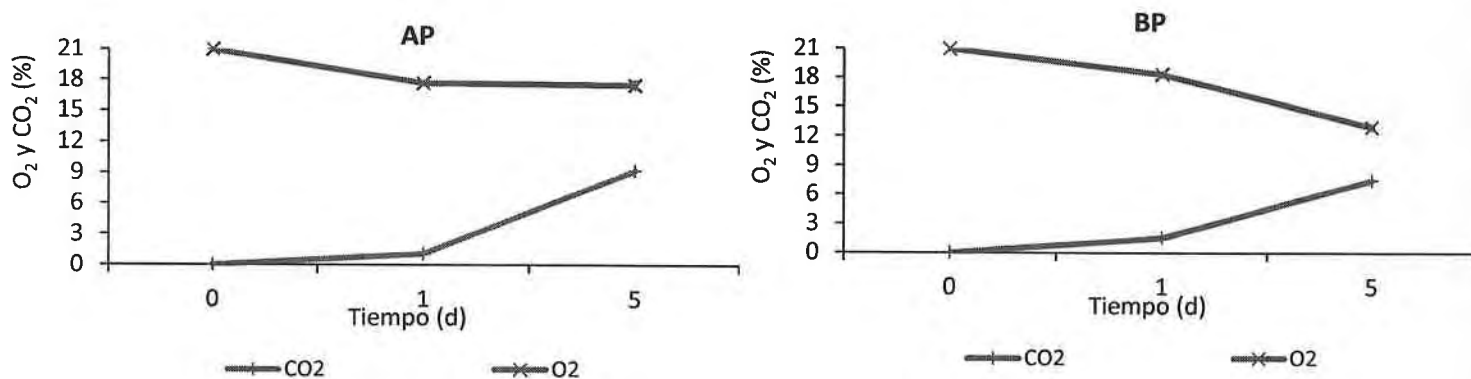


Figura 28. Porcentajes de oxígeno y dióxido de carbono, en bolsas de uva de mesa desgranada con pedicelo 'Thompson Seedless' durante 5 días a 10°C. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP: bolsa de baja permeabilidad.

En el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad, el O_2 presentó un sostenido y marcado descenso durante los 5 días de ensayo (Figura 28), con valores de 18,4 a 13,0% en los días 1 y 5 respectivamente. Se observaron diferencias significativas entre tratamientos en el día 5 de las mediciones (Apéndice V), en donde la bolsa de alta permeabilidad presentó el mayor porcentaje de O_2 (17,5%), en comparación a la bolsa de baja permeabilidad (13,0%).

En el caso del CO_2 , el tratamiento con bolsa de alta permeabilidad presentó una leve alza desde el día 0 al 1, para luego llegar a valores de 1,1% en el día 1 y 0,9% en el día 5 (Figura 28). En el caso del tratamiento con bolsa de baja permeabilidad, los valores presentaron un mayor incremento en relación al tratamiento con bolsa de alta permeabilidad, con porcentajes de 1,5 y 2,0% de CO_2 en los días 1 y 5 respectivamente. Tanto en el día 1 como en el día 5 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice VI), en donde el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad obtuvo los mayores porcentajes de CO_2 (1,5-2,0%) en comparación a la bolsa de alta permeabilidad (0,9-1,1%).

Los resultados indicaron que las bolsas utilizadas no lograron concentraciones cercanas a 5% de O_2 y 10% de CO_2 , las que se han reportado como efectivas para reducir la proliferación de hongos sobre la fruta (Kader, 2007) (en AP 0,9% CO_2 y 17,5% O_2 , mientras que BP 2,0% CO_2 y 13,0% O_2). Es probable que la causa de esta situación se deba al menor grado de daños en las bayas al conservarse con pedicelo, lo que no generó un incremento notorio en la respiración que ayudase a aumentar la producción de CO_2 . Además, es probable que se requiera un mayor periodo de tiempo para alcanzar concentraciones de gases más cercanas a las mencionadas como óptimas para proteger a las bayas de las pudriciones.

Parámetros físicos

Color de la piel de la baya

L

Los resultados indicaron que para ambas permeabilidades de bolsas, la L se mantuvo con valores estables en los 5 días de almacenamiento a 10°C (Figura 29). Además, los tratamientos obtuvieron un rango de 49,1 a 47,9.

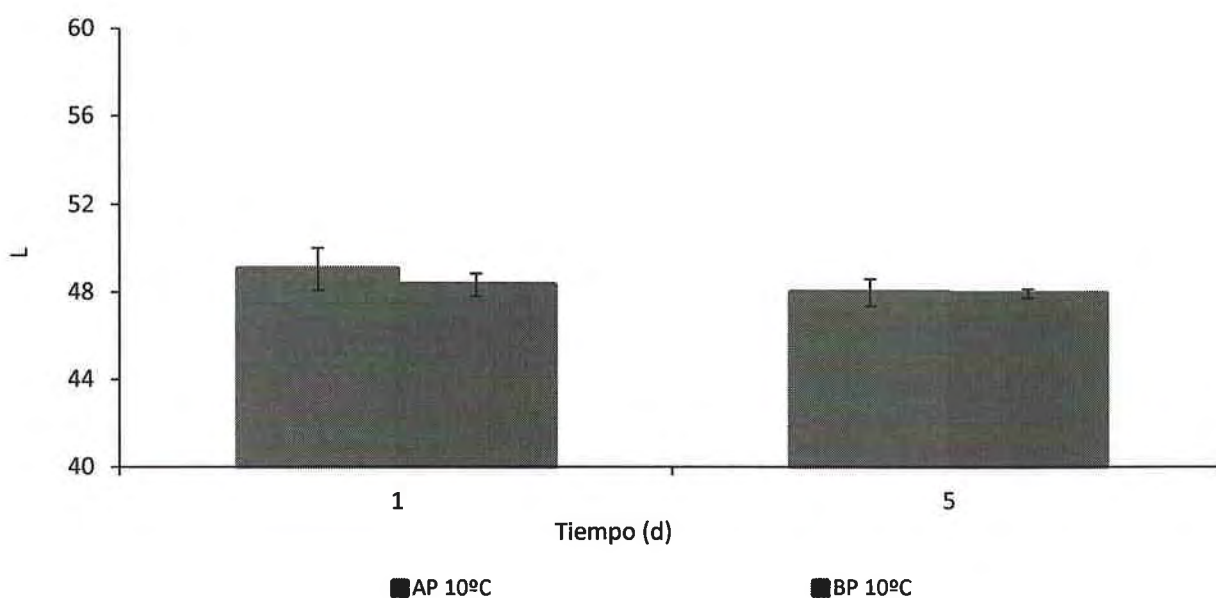


Figura 29. Valores de L de uva de mesa desgranada con pedicelo 'Thompson Seedless', durante 5 días a 10°C. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP: bolsa de baja permeabilidad.

Los resultados indicaron que el mantener las bayas junto a sus pedicelos utilizando una temperatura de 10°C durante 5 días de almacenamiento, se redujeron los procesos de pérdida de color en L de las bayas 'Thomson Seedless'. Además, se observó que las bolsas utilizadas no afectaron significativamente el aumento de L.

C*

Los resultados se mantuvieron estables durante 5 días a 10°C (Figura 30), no diferenciándose entre sí las bolsas utilizadas. El rango de C* durante el ensayo fue de 17,0 a 18,8.

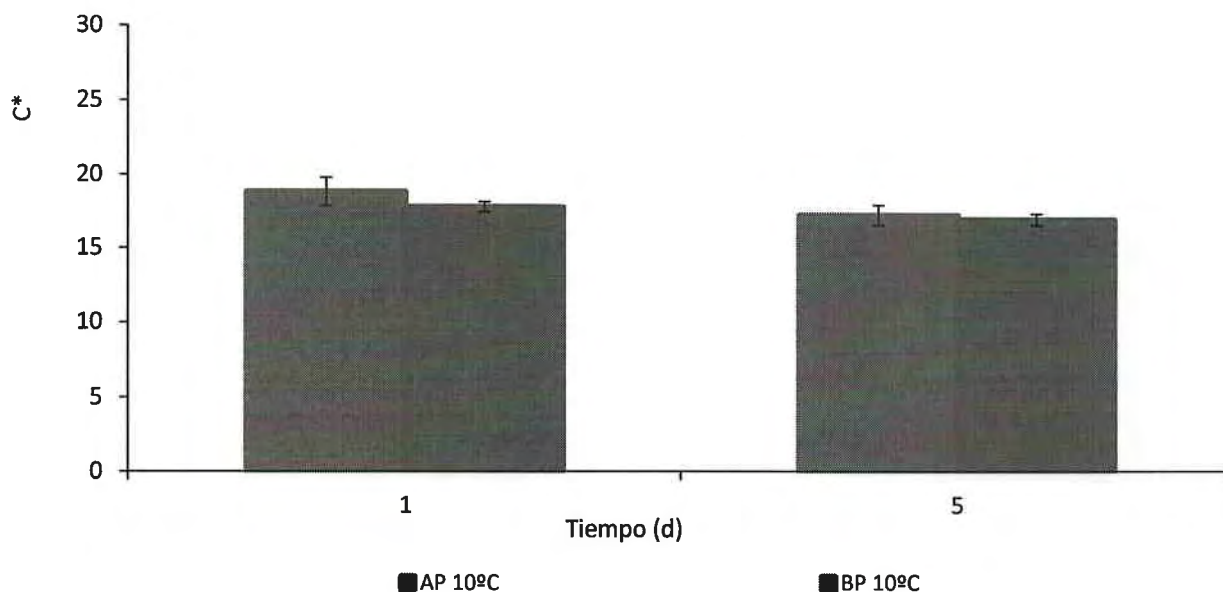


Figura 30. Valores de C* de uva de mesa desgranada con pedicelo 'Thompson Seedless', durante 5 días a 10°C. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP: bolsa de baja permeabilidad.

La tendencia que se observó durante el ensayo fue a la estabilización de los valores de C*. La utilización de estas bolsas no mejoraría la calidad de las bajas por 5 días a 10°C, al no alcanzarse concentraciones bajas en O₂ y moderadas de CO₂.

H_{ab}

Este parámetro presentó valores estables durante los 5 días de ensayo a 10°C (Figura 31). Las bolsas utilizadas no mostraron diferencias estadísticas

significativas entre ellas en ninguno de los días analizados. El rango de valores fue de 110,5 a 111,3° (Figura 31).

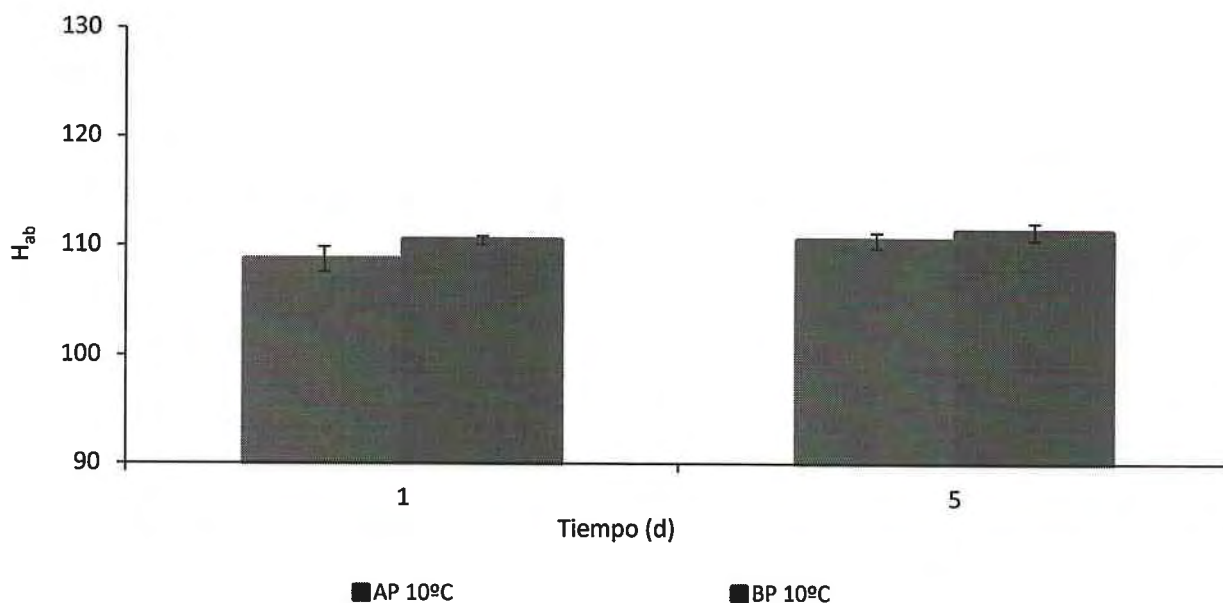


Figura 31. Valores de H_{ab} de uva de mesa desgranada con pedicelo 'Thompson Seedless', durante 5 días a 10°C. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP: bolsa de baja permeabilidad.

Al comparar los resultados de H_{ab} con los obtenidos en L y C^* , se constató que el color no fue afectado significativamente durante el almacenamiento a 10°C durante 5 días (Figura 32).

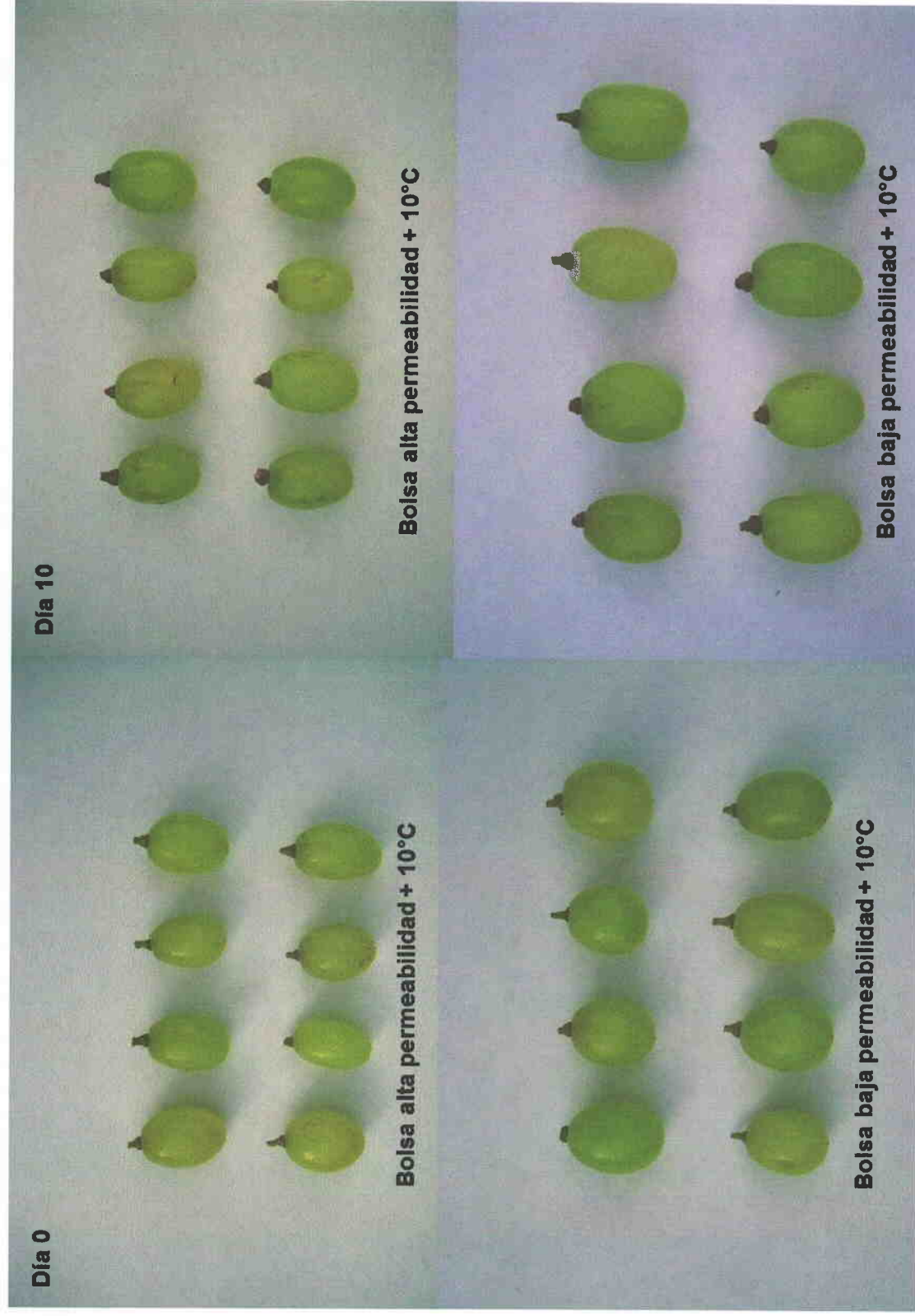


Figura 32. Apariencia de bayas con pedicelo de uva 'Thompson Seedless', durante 10 días a 10°C.

Firmeza de la baya

Se presentó un leve aumento de la firmeza durante el ensayo (Figura 33). En ninguno de los días analizados se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, con un rango de 0,48 a 0,65 kg-f.

Las mínimas diferencias entre ambos tipos de bolsas se debieron probablemente a que se alcanzaron altos niveles de humedad relativa, los que reducirían la deshidratación y el cambio de textura al reducirse la transpiración y la deshidratación (Escalona y Luchsinger, 2008b).

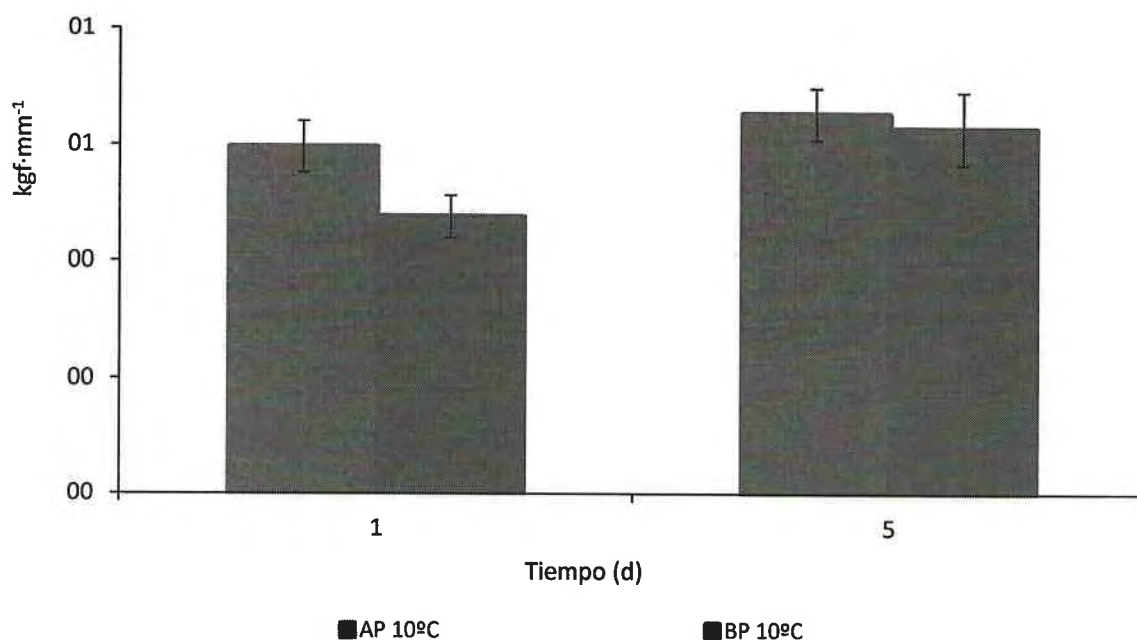


Figura 33. Valores de firmeza (kg-f mm⁻¹) de bayas de uva de mesa desgranada con pedicelo 'Thompson Seedless', durante 5 días a 10°C. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP: bolsa de baja permeabilidad.

Parámetros químicos

SST

Este parámetro mantuvo valores estables, sin diferencias significativas, durante 5 días a 10°C (Figura 34), con un rango de 0,61 a 0,73%.

Los resultados indicarían que el consumo de SST fue mínimo, probablemente al mantenerse los pedicelos en las bayas de uvas 'Thompson Seedless', lo que redujo los daños y mantuvo una baja tasa metabólica.

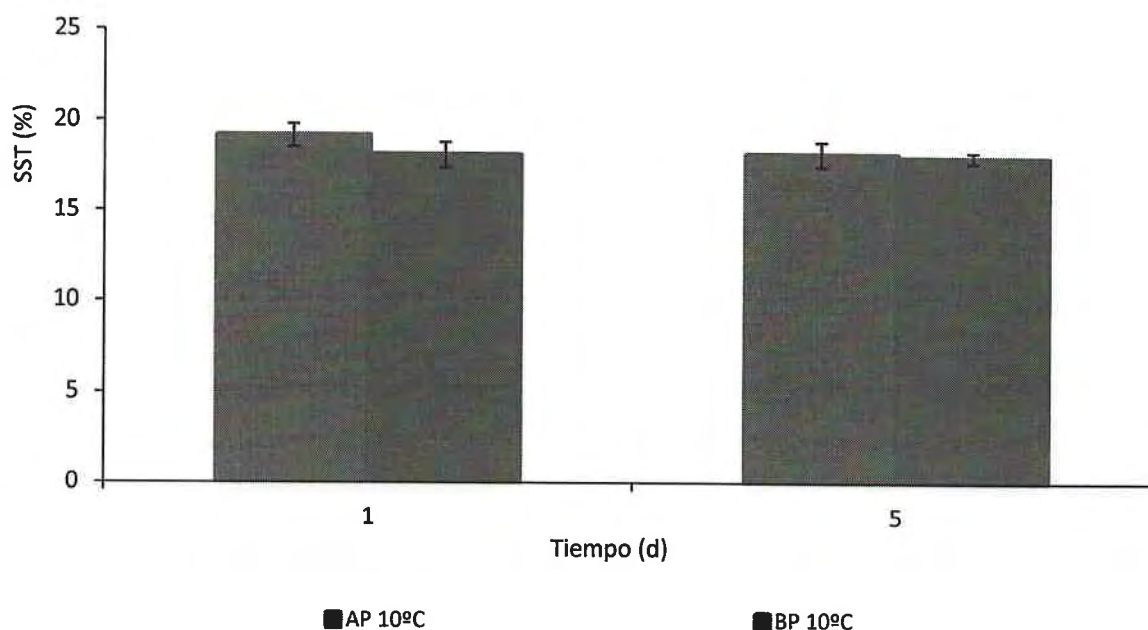


Figura 34. Porcentajes de SST de uva de mesa desgranada con pedicelo 'Thompson Seedless', durante 5 días a 10°C. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP: bolsa de baja permeabilidad.

AT

Los valores presentaron un leve aumento desde el día 1 al día 5 (Figura 35), sin ser significativo entre tratamientos, alcanzando valores de 0,61 a 0,73%.

Estos resultados indicarían un bajo metabolismo de las bayas, y por lo tanto, un mínimo consumo de sustancias de reservas al ser conservadas las bayas con pedicelo.

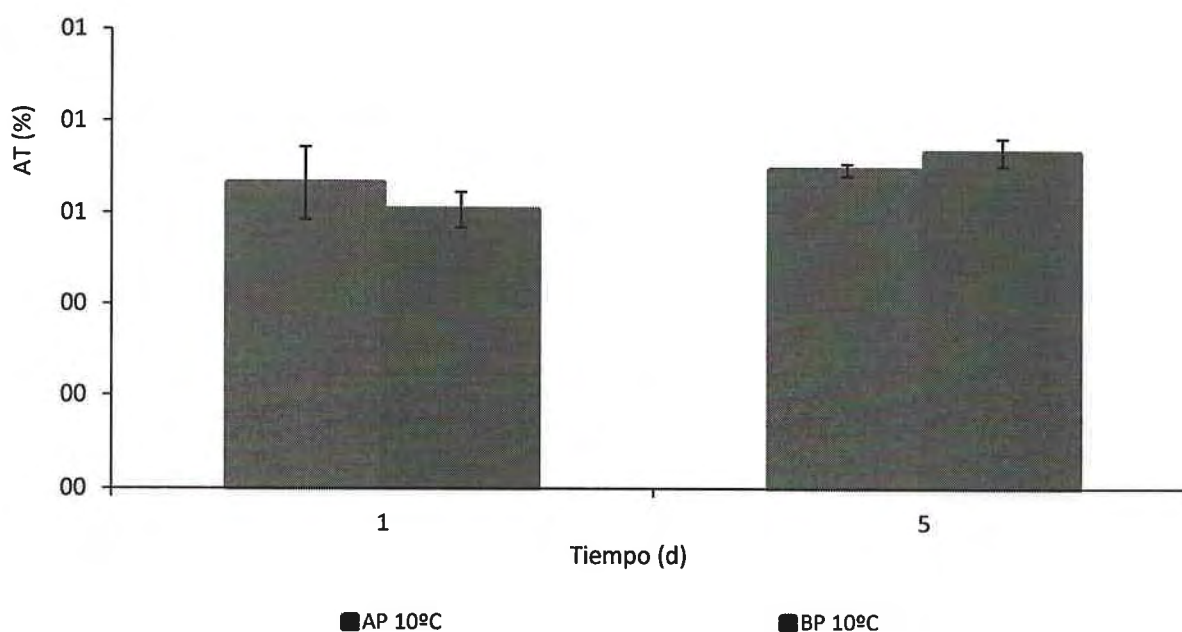


Figura 35. Porcentajes de AT de uva de mesa desgranada con pedicelo 'Thompson Seedless' durante 5 días a 10°C. Las barras representan el error estándar de la media. AP: bolsa de alta permeabilidad; BP: bolsa de baja permeabilidad.

Porcentaje de pudriciones

En el día 5 se presentaron pudriciones en las bayas con porcentajes similares en ambos tipos de bolsas (Cuadro 11). Contrario a lo esperado, la bolsa de baja permeabilidad no disminuyó en mayor medida las pudriciones que la bolsa de alta permeabilidad, debido a que las concentraciones de O_2 y CO_2 fueron similares en

ambos envases y al poco tiempo de almacenamiento (5 días), el que no permitió expresar las diferencias entre las dos permeabilidades en términos de concentraciones gaseosas y humedad relativa.

Cuadro 11. Rango de porcentajes de pudriciones leves (< 25% por baya) en uva de mesa desgranada con pedicelo 'Thompson Seedless' durante 5 días a 10°C.

Tiempo de almacenamiento (d)	
-------------------------------------	--

	5
AP y 10°C	0-8
BP y 10°C	0-8

AP: bolsa de alta permeabilidad; BP: bolsa de baja permeabilidad.

Conclusiones

La utilización de bolsas de baja permeabilidad durante 5 días a 10°C, obtuvieron concentraciones de 13,0% O₂ y 2,0% CO₂, mientras que bolsas de alta permeabilidad alcanzaron 17,5% O₂ y 0,9% CO₂.

El color, la firmeza, los parámetros químicos (SST y AT) y el porcentaje de pudriciones de las bayas con pedicelo de uvas 'Thompson Seedless', no fueron afectadas durante 5 días a 10°C con las bolsas utilizadas.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 12), señalados en la Carta Gantt de la etapa I del proyecto (Cuadro 1).

Cuadro 12. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la calidad de uva de mesa desgranada con pedicelo 'Thompson Seedless' almacenada en atmósfera modificada pasiva a 10°C.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad a 10°C.	Se definió la vida útil del producto en base a porcentaje de pudriciones y características físico-químicas de la uva.
Sistema de envasado	Envasado en atmósfera modificada pasiva.	Se presentaron 2 sistemas de envasado (bolsas de alta y baja permeabilidad) para uva de mesa desgranada con pedicelo, que permita comercializar el producto.
Parámetros de calidad	Búsqueda de tratamientos alternativos al SO ₂ .	Se controló el crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> mediante atmósfera modificada pasiva.

5.1.3 Evaluación de la aplicación de antipardeantes en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' almacenada bajo atmósfera modificada pasiva a 5°C

Hipótesis

El uso de antipardeantes inhibe el pardeamiento producido en la zona pedicelar de las bayas de uva 'Superior Seedless', por al menos 17 días de almacenamiento a 5°C y en bolsas de atmósfera modificada pasiva.

Objetivo

Evaluar el efecto del uso de antipardeantes sobre la concentración de gases, color, firmeza, parámetros químicos y porcentaje de pudriciones en bayas sin pedicelo de uvas 'Superior Seedless', por al menos 17 días de almacenamiento a 5°C y en bolsas de atmósfera modificada pasiva.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Superior Seedless'.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron en una solución de NaClO (100 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de acero inoxidable acanalado, y un flujo de aire para la producción de burbujas (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de acero inoxidable de 64x60 cm (5 min). El

envasado (Figura 36) se realizó en bolsas de polietileno de baja permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Las bayas envasadas se almacenaron a 5°C , durante 17 d.



Figura 36. Envasado de bayas de uva de mesa 'Superior Seedless' en atmósfera modificada pasiva a 5°C .

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 3, 6, 9, 12, 15 y 17 posteriores al procesamiento. Los parámetros de firmeza de la baya, se evaluaron sólo hasta el día 15 de almacenamiento.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, pudriciones y parámetros físicos (color y firmeza) y sensoriales (apariencia, pardeamiento, textura, y sabores típico y extraños).

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado, y La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Tratamientos aplicados a uva de mesa desgranada 'Superior Seedless'.

Tratamientos	Antipardeantes	Concentración (% p/v)
1	Agua a 5°C	0,0
2	AC	0,5
3	AC	1,0
4	AA	0,5
5	AA	1,0
6	EDTA	0,5
7	EDTA	1,0

AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

En color presentó una tonalidad cercana al verde-amarillo, con L intermedia y baja intensidad del color (Cuadro 14). El calibre presentó un valor promedio de 15,2 mm (diámetro ecuatorial), el que estuvo debajo de valores adecuados de exportación (calibre entre 18 y 19 mm). Por otra parte, el porcentaje de sólidos solubles totales fue superior al mínimo de cosecha (17,8% en la caracterización en comparación al mínimo de 16-16,5%) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006).

Cuadro 14. Caracterización de uva de mesa 'Superior Seedless'.

Parámetros físicos^a	
Peso (g)	6,4±0,9
Diámetro ecuatorial (mm)	15,2±4,6
Diámetro polar (mm)	21,3±3,1
Firmeza (kg-f)	0,5±0,2
Color de piel	
L	48,8±3,7
C*	15,9±2,8
Hab	108,9±5,1
Parámetros químicos^b	
Sólidos solubles totales (%)	17,8±1,0
Acidez titulable (%)	0,3±0,0
pH	4,0±0,1
Sólidos solubles totales/acidez titulable	56,8±3,2

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Concentración de gases

Los tratamientos presentaron marcadas variaciones durante el ensayo, con tendencias a la disminución del porcentaje oxígeno (O₂) y aumento del dióxido de carbono (CO₂) (Cuadro 15). El O₂ alcanzó hasta el día 9 concentraciones en torno a 10%, y el CO₂ en el mismo período valores en torno al 5%, alcanzando la estabilización de la atmósfera.

En las concentraciones de O₂ y CO₂, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en el día 6 (Apéndice VII y VIII respectivamente). En el caso del porcentaje de CO₂, el tratamiento con 0,5% AC obtuvo el mayor porcentaje significativo (4,9%) en el día 6. En contraste, el menor porcentaje se presentó en el tratamiento con agua a 5°C (1,2%). En tanto, los porcentajes más altos de O₂ en el día 6 se presentaron en los tratamientos con 1,0% AC y el tratamiento con agua a 5°C, sin diferencias significativas entre estos (18,9 y 15,7% O₂ respectivamente). El resto de tratamientos en el día 6 no presentaron diferencias significativas entre ellos (7,2 a 8,9% O₂).

En el resto de días analizados (días 3, 9, 12, 15 y 17) no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. El O₂ bajó hasta el día 9 a concentraciones en torno a 10%, y el CO₂ en el mismo período a valores en torno a 5%.

Cuadro 15. Concentración de CO₂ y O₂ en envases de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' almacenada en atmósfera modificada pasiva durante 17 días a 5°C.

	CO ₂ (%)					
	Tiempo de almacenamiento (d)					
	3	6	9	12	15	17
AGUA 5°C	2,1	1,2	4,0	3,9	4,1	4,4
AC 0,5%	2,2	4,9	4,7	4,0	4,7	4,3
AC 1,0%	2,9	3,3	3,9	4,1	3,5	2,6
AA 0,5%	2,9	4,5	3,8	3,9	3,8	4,3
AA 1,0%	4,2	4,4	3,9	4,2	4,3	4,1
EDTA 0,5%	3,8	4,4	4,3	4,5	4,0	4,1
EDTA 1,0%	2,9	4,6	3,2	3,6	3,9	4,3
	O ₂ (%)					
	3	6	9	12	15	17
AGUA 5°C	15,9	18,9	9,4	11,2	5,7	7,5
AC 0,5%	15,5	7,2	6,7	11,2	5,4	7,8
AC 1,0%	13,5	15,7	8,0	3,6	8,4	----
AA 0,5%	13,1	7,3	6,0	7,4	7,5	5,7
AA 1,0%	11,3	8,9	5,7	4,6	5,0	6,8
EDTA 0,5%	11,7	8,9	5,7	4,2	4,9	6,8
EDTA 1,0%	14,5	7,5	10,2	9,2	6,2	5,4

Los valores corresponden a la media (n=3).

AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Parámetros físicos

Color de la piel de la baya

L

Se presentaron valores estables de L durante 17 días a 5°C (Figura 37). En los días 6 y 9 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. En contraste, en los días 3, 12 y 17 se presentaron diferencias significativas, en donde 1,0% AC presentó la menor L en los días 3, 12 y 17 (47,1; 45,1 y 46,6

respectivamente), mientras que 1,0% AA alcanzó las mayores L en los mismos días (53,3; 50,1 y 51,3 respectivamente).

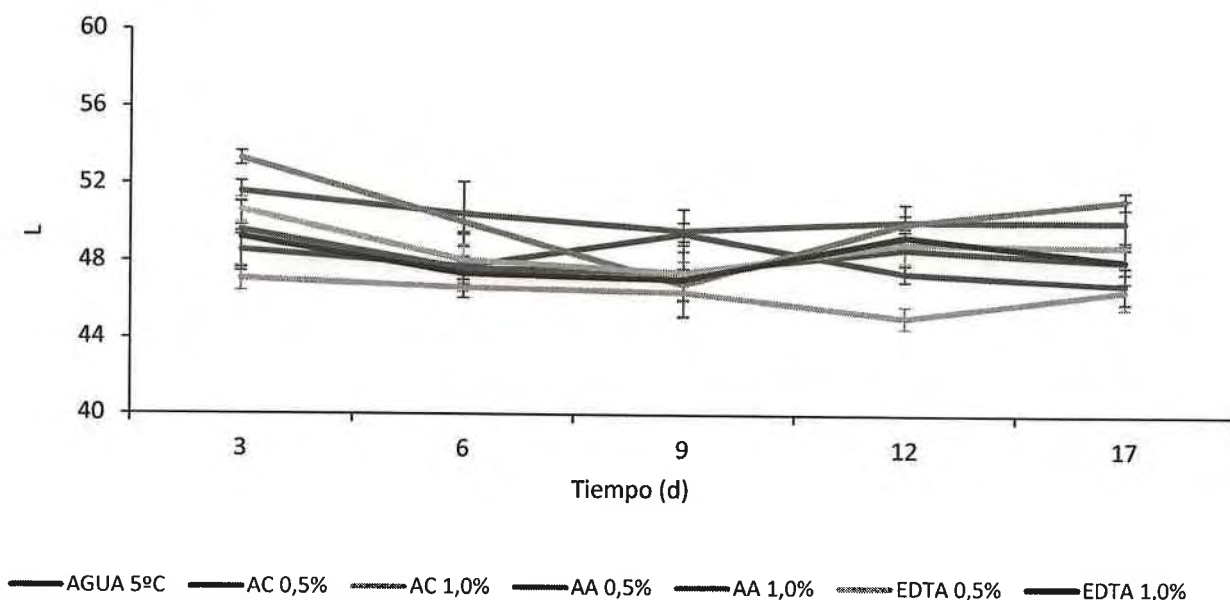


Figura 37. Valores de L en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 17 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Los resultados indicaron que el tratamiento con 1,0% AA sería el más efectivo para reducir la pérdida de L en bayas de uva 'Superior Seedless' a 5°C, mientras que 1,0% AC fue el tratamiento menos efectivo para prevenir la pérdida de L. Los cambios en la L de las bayas fueron mínimos durante los 17 días de almacenamiento.

C*

Los valores para este parámetro se mantuvieron estables durante 17 días a 5°C (Figura 38). En los días 3, 6 y 12 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. En estos días el tratamiento con 1,0% AC presentó las menores saturaciones (13,2-12,2), mientras que el tratamiento con agua a 5°C obtuvo la

mayor C^* con valores de 16,5-17,7. Finalmente, en los días 9 y 17 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Los cambios en la C^* de las bayas fueron mínimos.

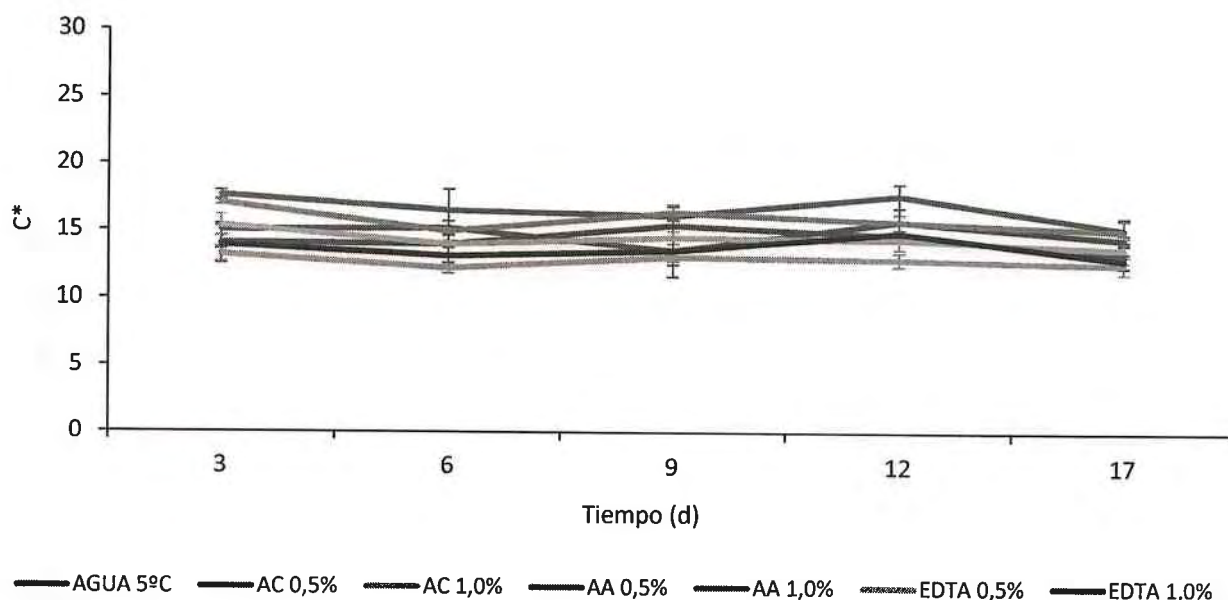


Figura 38. Valores de C^* en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 17 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

H_{ab}

Los valores de H_{ab} fueron estables durante 17 días a 5°C (Figura 39). En el día 3 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice IX), con un rango de 111,8-110,1°. En los días 6, 9, 12 y 17 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento con 0,5% AA presentó los menores valores de H_{ab} (106,8-102,9°) para los días 6, 12 y 17. En tanto, el tratamiento con agua a 5°C presentó los mayores valores en los días 9, 12 y 17 (112,4-110,5°). Al igual que en L y C^* , los cambios en el H_{ab} de las bayas fueron mínimos.

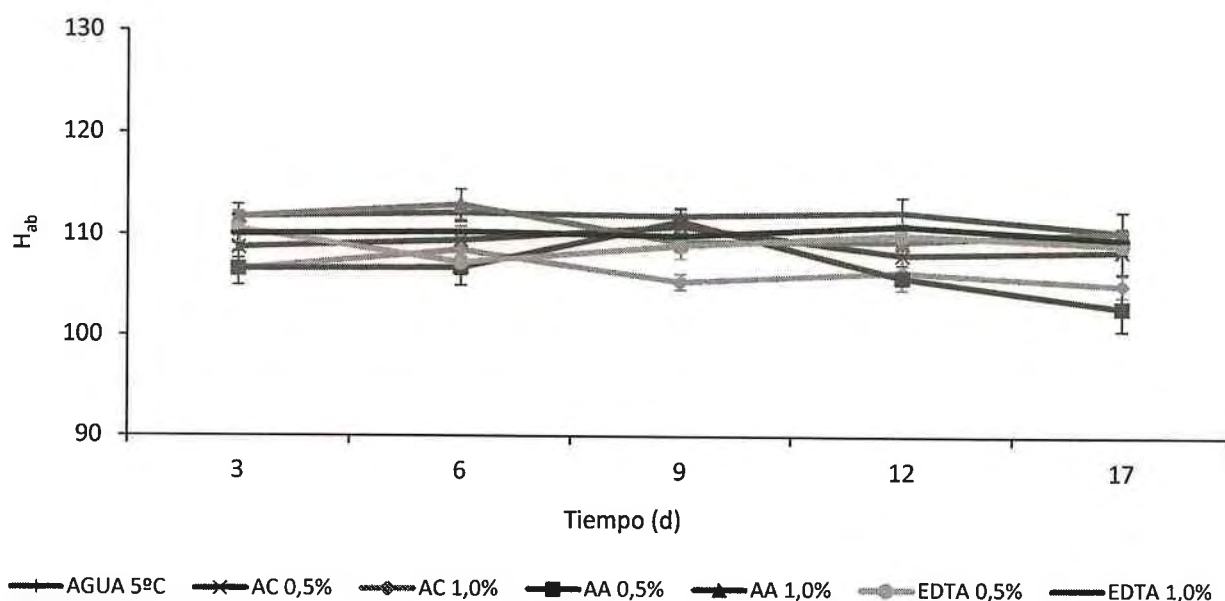


Figura 39. Valores de H_{ab} de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 17 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media.

AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Firmeza de la baya

La firmeza de las bayas presentó valores estables durante 15 días a 5°C (Figura 40). Se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en todos los días analizados a excepción del día 15 (Apéndice X). En la mayoría de los días analizados, el tratamiento con agua a 5°C fue uno de los tratamientos con la mayor firmeza (0,48-0,50 kgf·mm⁻¹ en los días 3, 6 y 9), junto con el tratamiento con 1,0% AA (0,46-0,50 kgf·mm⁻¹ en los días 3, 9 y 12). En contraste, la menor firmeza en los días 3, 6, 9 y 12, se presentó con 1,0% AC (0,30-0,34 kgf·mm⁻¹).

Los resultados indicarían que no hubo un efecto general de los antipardeantes sobre la firmeza.

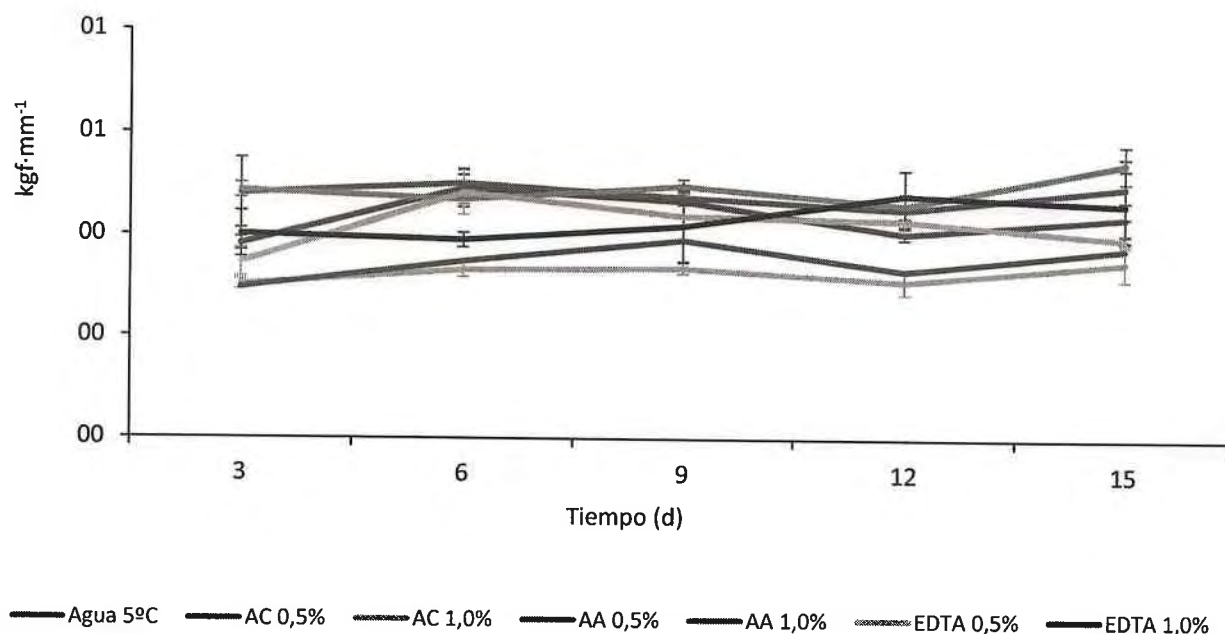


Figura 40. Valores de firmeza ($\text{kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$) de bayas de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 15 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media.

AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Parámetros químicos

SST

Se presentó un aumento del contenido de SST de las bayas durante 12 días a 5°C (Figura 41). No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos hasta el día 9 (14,6-18,9%) (Apéndice XI). En el día 12, el tratamiento con 1,0% EDTA obtuvo el mayor porcentaje de SST (19,6%) en comparación a los tratamientos con 1,0% AC; 1,0% AA y agua a 5°C, con valores de 16,6-17,3%. No se detectó una tendencia clara que indicara algún efecto de las soluciones antipardeantes sobre este parámetro.

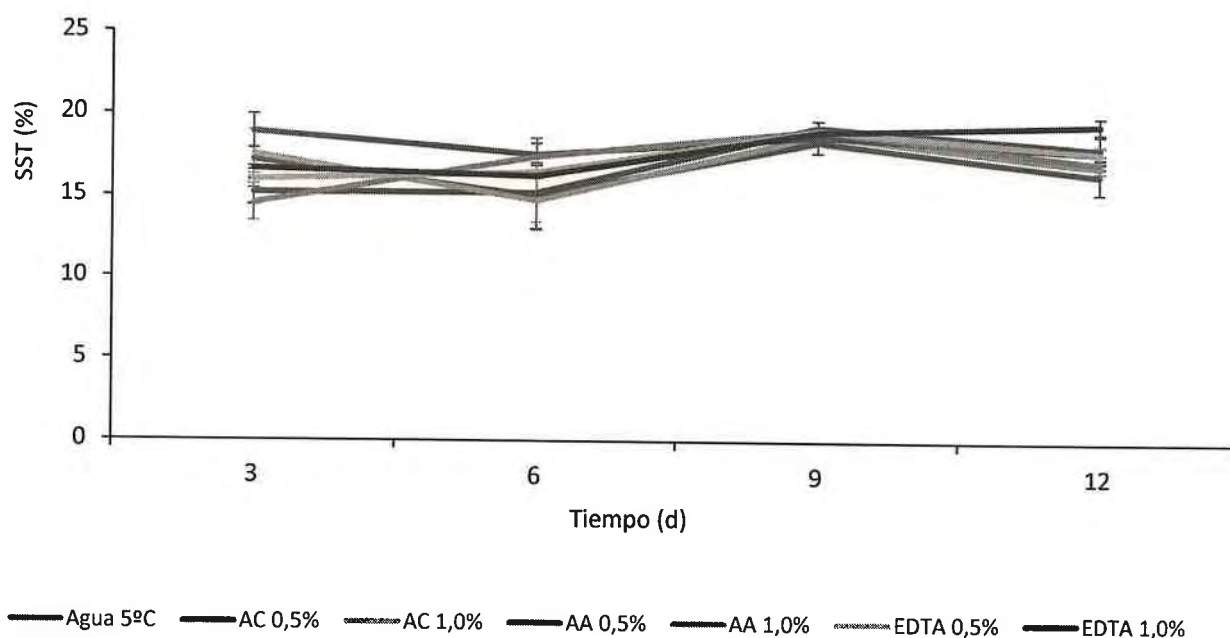


Figura 41. Porcentajes de SST en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 12 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

AT

La AT permaneció estable durante 12 días a 5°C (Figura 42). La AT presentó diferencias significativas entre los tratamientos en la mayoría de los días analizados (días 6, 9 y 12), a excepción del día 1 (0,31-0,39%) (Apéndice, Cuadro 5.3.11). Sin embargo, los resultados obtenidos no indicarían un efecto claro de las soluciones antipardeantes sobre este parámetro. De esta forma, en el día 6 el tratamiento con 1,0% AA presentó el mayor porcentaje significativo de AT (0,36%). En el día 9 el tratamiento con 1,0% AC obtuvo el porcentaje significativamente más alto (0,37%). Finalmente, en el día 12 el tratamiento agua a 5°C presentó el mayor porcentaje (0,37%).

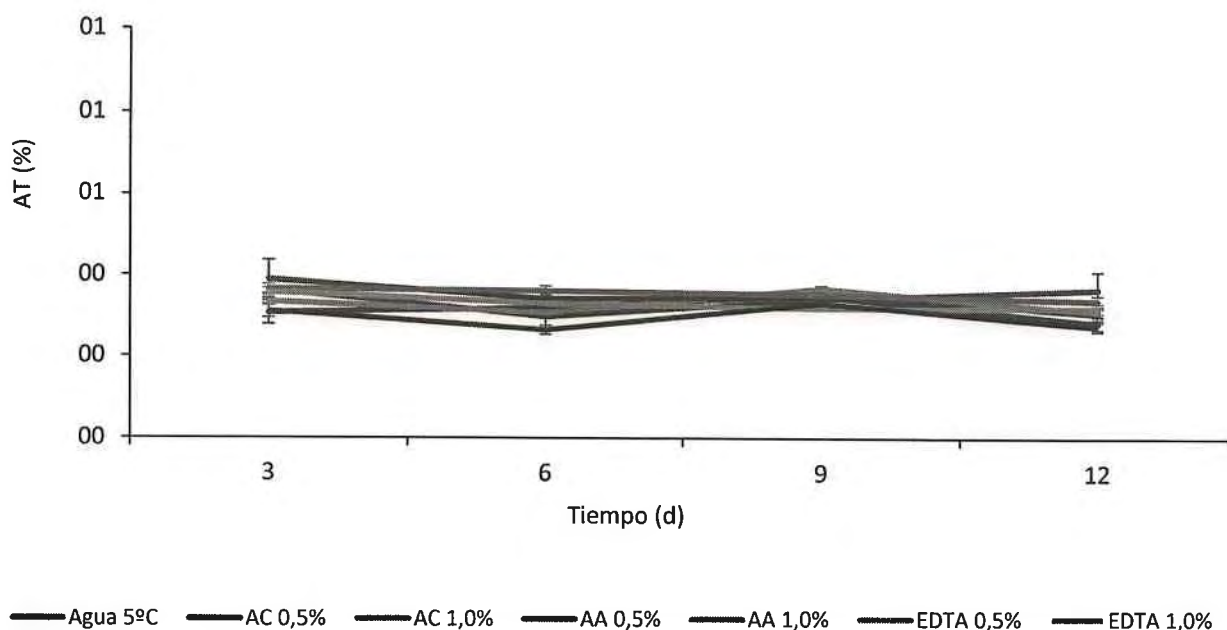


Figura 42. Porcentajes de AT en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 12 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media.

AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Parámetros sensoriales

Apariencia

La apariencia presentó valores estables durante 17 días a 5°C (Figura 43). En el día 3 los tratamientos con agua a 5°C; 0,5% AA y 1,0% EDTA presentaron el menor puntaje significativo (peor apariencia), sin diferencias significativas entre ellos (Apéndice XII). Por el contrario, el tratamiento con 1,0% AA presentó el mayor puntaje significativo (mejor apariencia) para el mismo día. En el resto de los días no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

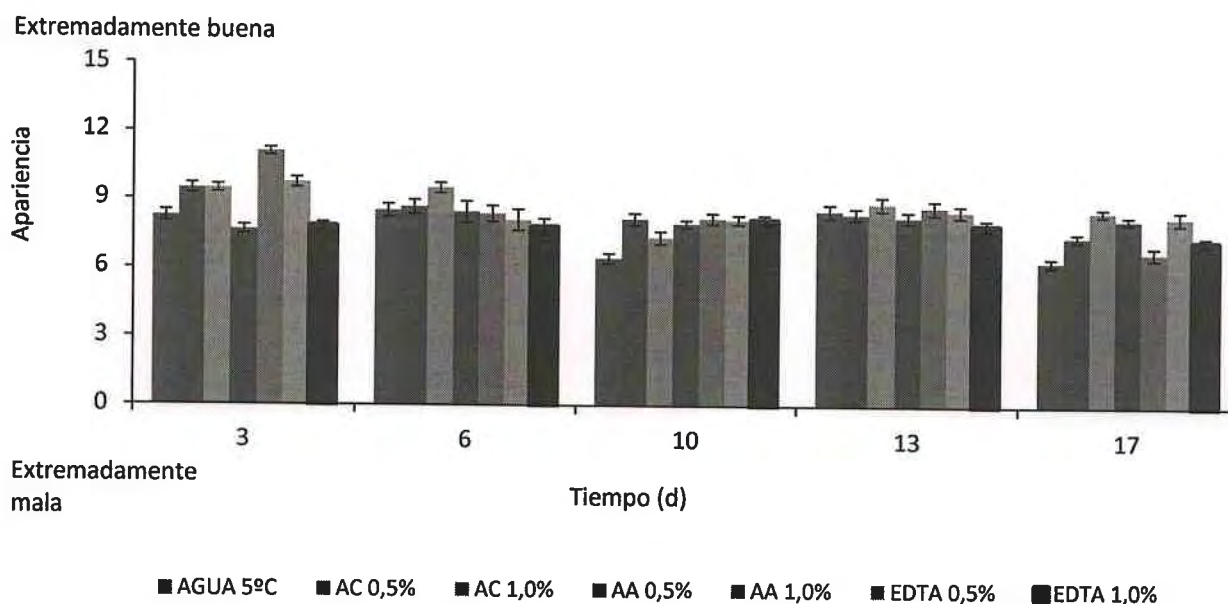


Figura 43. Puntajes para el parámetro sensorial de apariencia, en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' durante 17 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

No hubo grandes variaciones en la apariencia durante el almacenamiento, ni diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indicaría que los antipardeantes no difieren en su protección del pardeamiento de la zona pedicelar, presentándose una apariencia homogénea de las bayas (Figura 44).

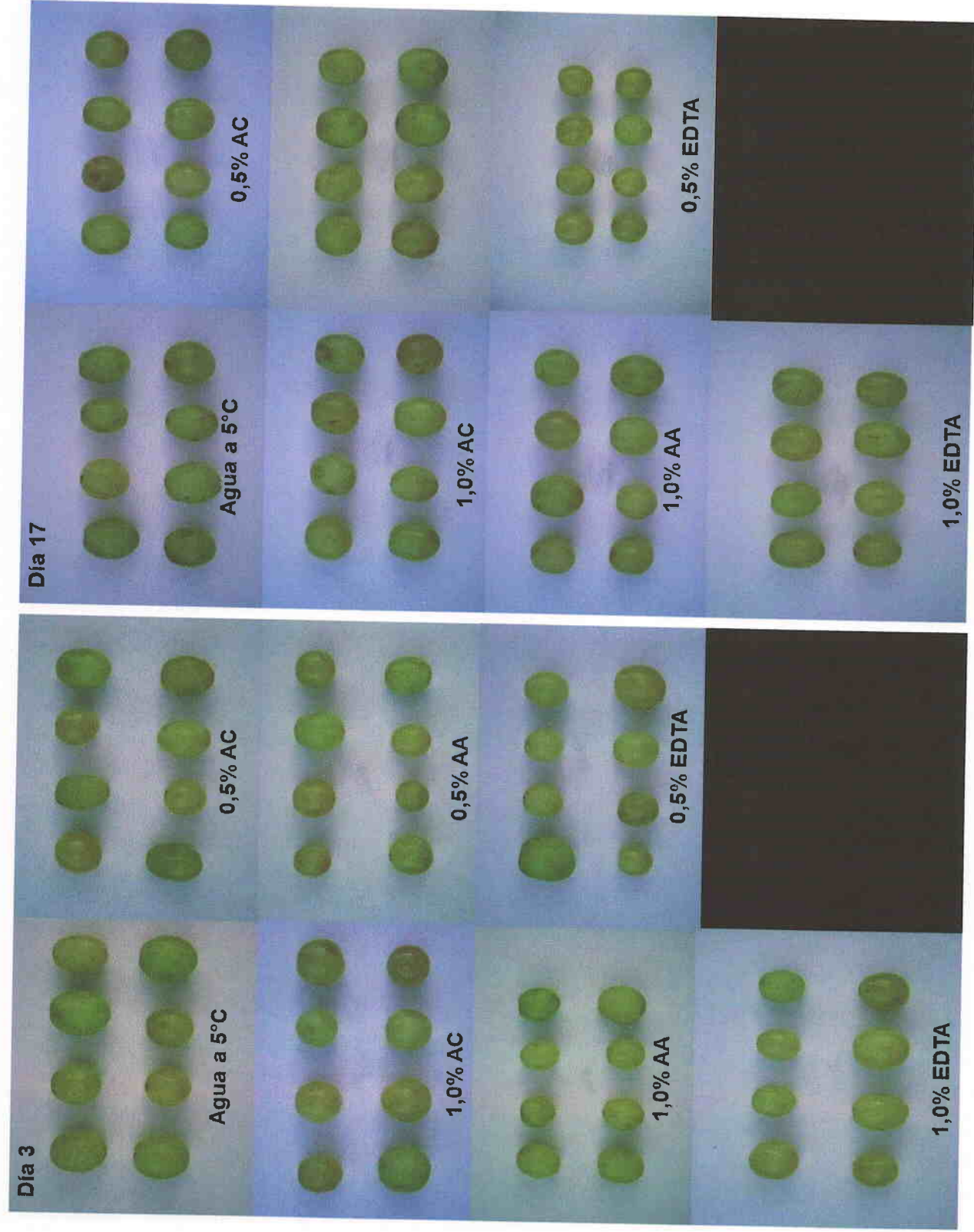


Figura 44. Apariencia de bayas de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 17 días a 5°C. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Pardeamiento

Se presentó un leve aumento del pardeamiento durante 17 días a 5°C (Figura 45). En el día 3 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, donde los tratamientos agua a 5°C y 1,0% AA obtuvieron los menores puntajes (Apéndice XIII). En el resto de los días no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Los resultados no mostraron una tendencia respecto de la protección de los antipardeantes en la zona pedicelar de la baya, al no diferir del testigo con agua a 5°C (Figura 46).

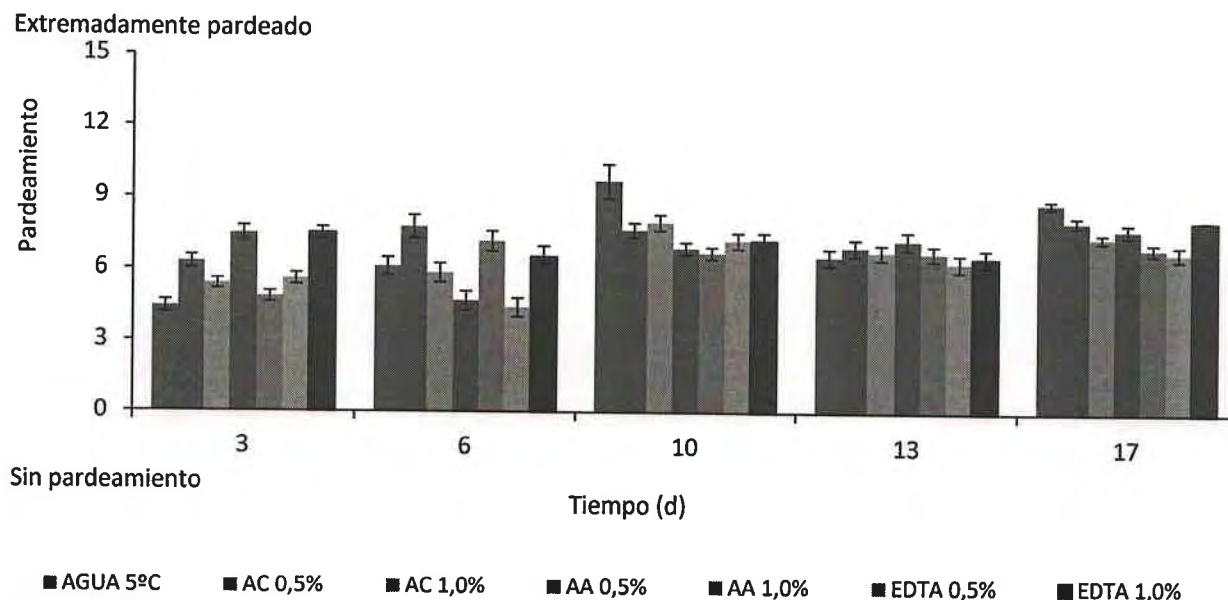


Figura 45. Puntajes para el parámetro sensorial de pardeamiento, en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' durante 17 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

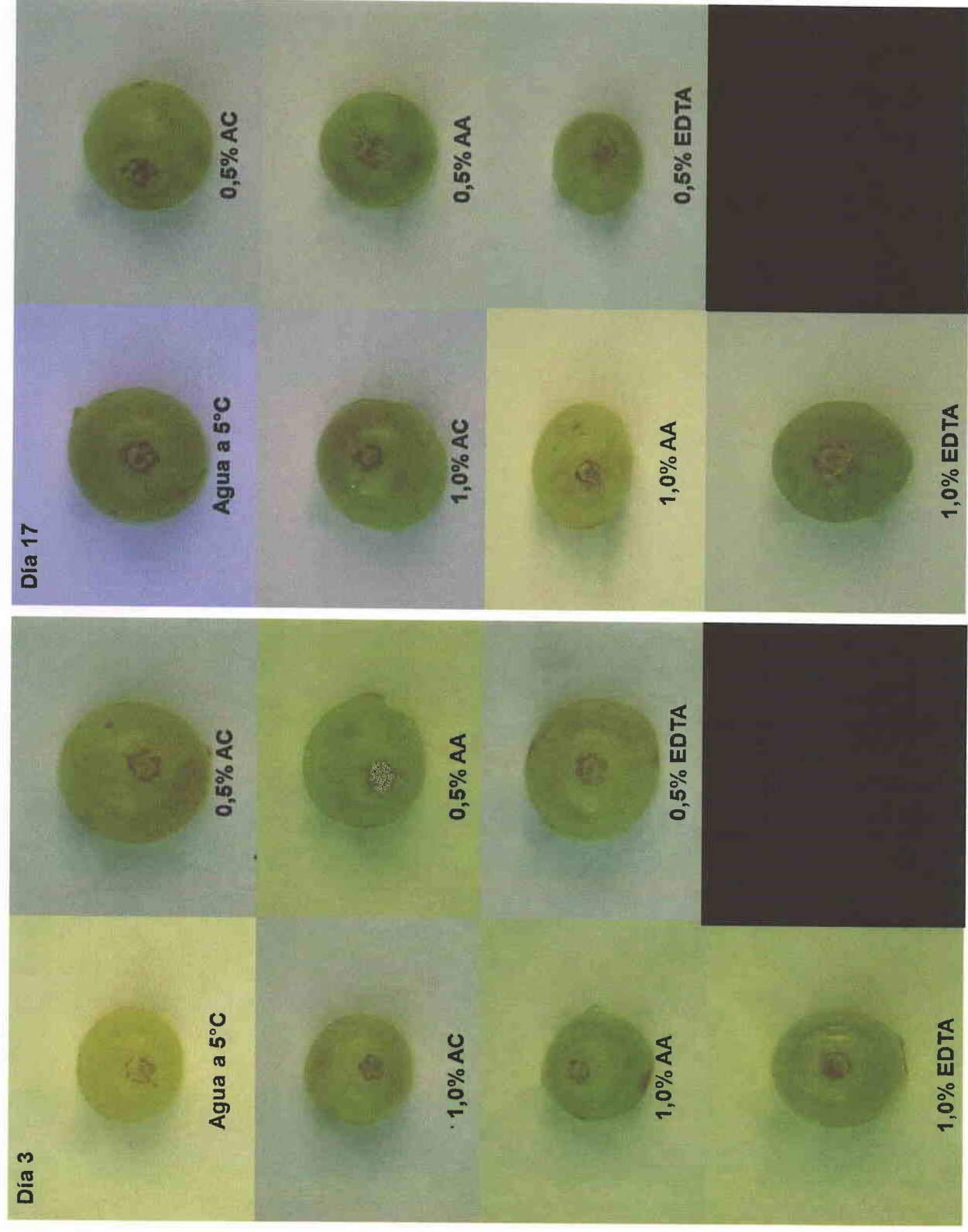


Figura 46. Pardeamiento en bayas de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 17 días a 5°C. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Textura

Se presentaron valores estables durante 13 días a 5°C (Figura 47). En el día 3, el tratamiento con agua a 5°C presentó el mayor valor significativo (más firme) (Apéndice XIV). En el resto de los días no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Los resultados no mostraron una tendencia que indicará que los antipardeantes afectaran la textura de las bayas.

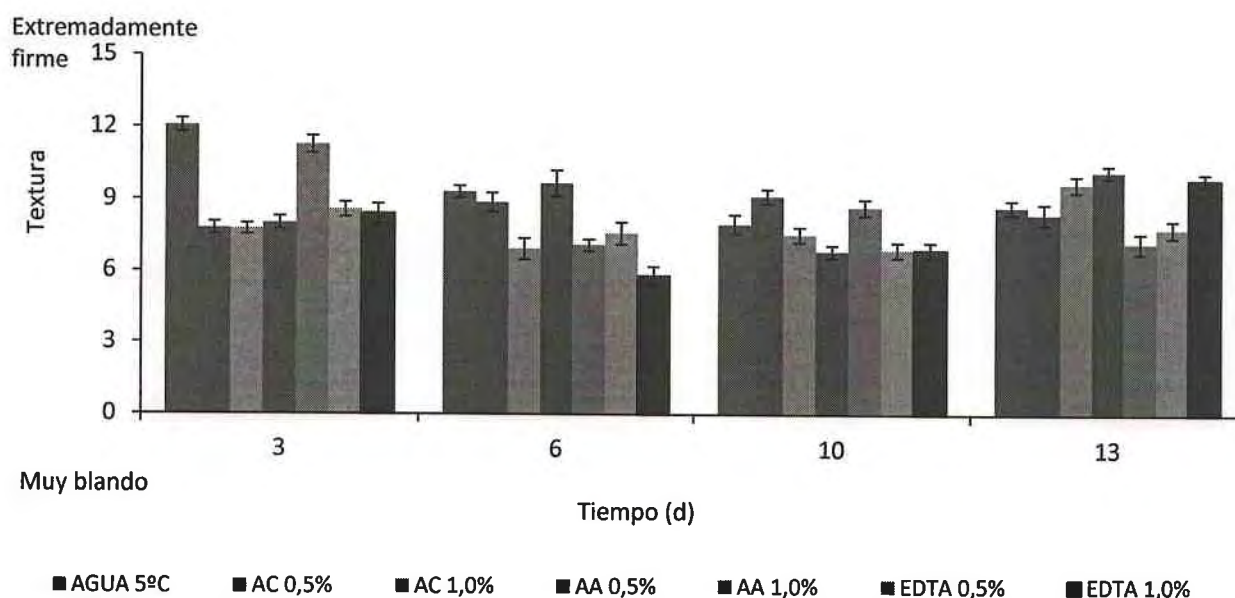


Figura 47. Puntajes para el parámetro sensorial de textura en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' durante 13 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Sabor típico

Se presentaron valores estables durante 13 días a 5°C (Figura 48). En el día 3 el tratamiento con agua a 5°C (testigo) presentó el mayor valor significativo (sabor típico intenso), mientras que los tratamientos con 0,5% AC; 1,0% AC y 0,5% AA presentaron los menores valores (menor sabor típico), sin diferencias significativas

entre ellos (Apéndice XV). En el resto de los días no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Los resultados no mostraron una tendencia que indicará que los antipardeantes afectaran el sabor típico de las bayas.

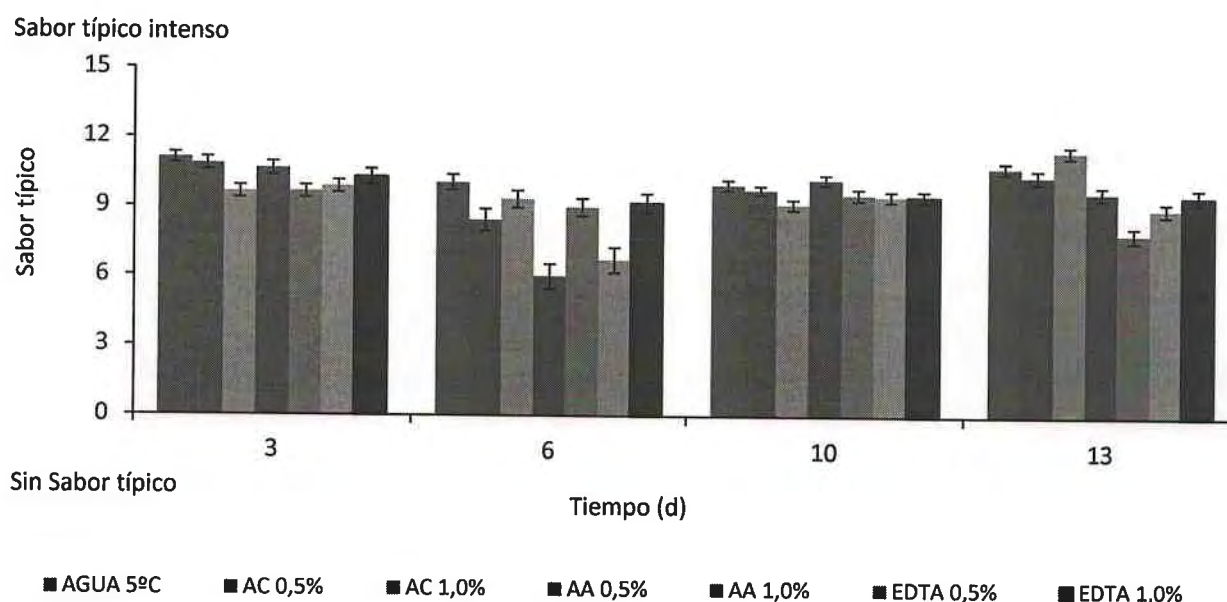


Figura 48. Puntajes para el parámetro sensorial de sabor típico en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' durante 13 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Sabor extraño

Este parámetro presentó variaciones notorias en 13 días a 5°C (Figura 49). No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en los días 3, 6 y 10 (Apéndice XVI). En el día 13, el tratamiento con 1,0% AC presentó el mayor valor significativo (mayor sabor extraño). En contraste, el tratamiento con 0,5% AA presentó el menor valor significativo (ausencia de sabor extraño).

Los resultados no mostraron una tendencia que indicara que los antipardeantes afectaran el sabor de las bayas.

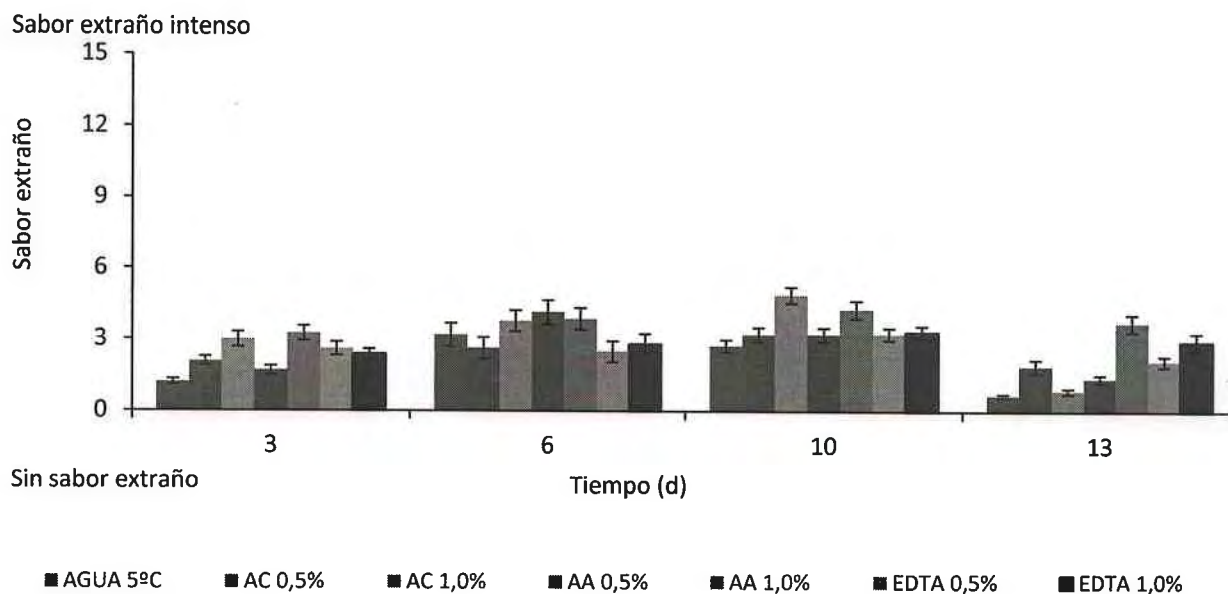


Figura 49. Puntajes para el parámetro sensorial de sabor extraño en uva de mesa desgranada ‘Superior Seedless’ durante 13 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Conclusiones

La aplicación de soluciones antipardeantes no afectó las concentraciones de O_2 y CO_2 durante 17 días a 5°C, en bayas sin pedicelo de uvas ‘Superior Seedless’ y en bolsas de atmósfera modificada pasiva. De esta forma, el O_2 baja hasta el día 9 a concentraciones en torno a 10%, y el CO_2 en el mismo período a valores en torno a 5%.

Los cambios en el color de las bayas ‘Superior Seedless’, fueron mínimos durante 17 días a 5°C.

La aplicación de soluciones antipardeantes, no afectaron la firmeza de las bayas ‘Superior Seedless’ durante 15 días a 5°C.

Los sólidos solubles totales y la acidez titulable de las bayas 'Superior Seedless', no fueron afectadas significativamente por la aplicación de soluciones antipardeantes.

Los parámetros sensoriales no fueron afectados por la aplicación de antipardeantes en comparación a su ausencia.

La apariencia, textura y sabor típico de las bayas se presentaron estables durante 17 días a 5°C. Los resultados de pardeamiento presentaron un leve aumento para todos los tratamientos durante 17 días a 5°C, mientras que el sabor extraño presentó variaciones notorias en 13 días a 5°C.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 16), señalados en la Carta Gantt de la etapa I del proyecto (Cuadro 1).

Cuadro 16. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la aplicación de antipardeantes en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' almacenada en atmósfera modificada pasiva a 5°C.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad a 5°C.	Se definió la vida útil de Superior Seedless desgranada, en base a características físico-químicas de la uva.
Sistemas de desinfección	Ácidos orgánicos para desinfectar e impedir el pardeamiento de la uva.	Reducen carga microbiológica y evitan el pardeamiento. En este ensayo no se evidenció la disminución del pardeamiento.
Sistema de envasado	Envasado en atmósfera modificada pasiva.	Se presentó un sistema de envasado (baja permeabilidad) para uva de mesa desgranada que permita comercializar el producto.
Parámetros de calidad	Calidad sensorial (apariencia, pardeamiento, textura, sabor típico y sabor extraño).	La calidad de las bayas se mantuvo en el tiempo de almacenamiento a 5°C.

5.1.4 Evaluación de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' almacenadas en atmósfera modificada pasiva a 5°C

Hipótesis

El uso de hipoclorito de sodio evita el aumento excesivo de la carga microbiológica de las bayas de uva 'Flame Seedless' después del desgrane, por al menos 30 días de almacenamiento a 5°C y en bolsas de atmósfera modificada pasiva.

Objetivo

Evaluar el efecto del uso de distintas dosis de hipoclorito de sodio sobre la concentración de gases, color, porcentaje de pudriciones, parámetros sensoriales y parámetros microbiológicos en bayas sin pedicelo de uvas 'Flame Seedless', por al menos 30 días de almacenamiento a 5°C y en bolsas de atmósfera modificada pasiva.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Flame Seedless'.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron con distintas concentraciones de NaClO (0, 50, 100 y 200 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de acero inoxidable acanalado, y un flujo de aire para la producción de burbujas (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de acero inoxidable de 64x60 cm (5 min). El envasado (Figura 50) se realizó en bolsas de polietileno de baja permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Las bayas envasadas se almacenaron a 5°C , durante 30 d.



Figura 50. Envasado de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' en bolsas de atmósfera modificada pasiva.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 posteriores al procesamiento. En los parámetros de color y sensorial las evaluaciones se realizaron en los días 5, 10, 15, 20 y 25.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, pudriciones y parámetros físicos (color), sensoriales (apariencia, pardeamiento, textura, y sabores típico y extraños) y microbiológicos (bacterias aerobias mesófilas y psicrófilas, enterobacterias, y hongos y levaduras).

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado, y La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Tratamientos aplicados a uva de mesa desgranada 'Flame Seedless'.

Tratamientos	Hipoclorito de sodio (mg L ⁻¹)
1	0
2	50
3	100
4	200

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

En relación al color, se observó una tonalidad marcadamente roja, con baja L e intensidad del color (Cuadro 18). El porcentaje de sólidos solubles totales fue superior al mínimo de cosecha (16%). El calibre alcanzó un valor promedio de 19,5 mm (diámetro ecuatorial), el que estuvo dentro de valores adecuados de exportación (18 y 21 mm) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006).

Cuadro 18. Caracterización uva de mesa 'Flame Seedless'.

Parámetros físicos^a

Peso (g)	5,1±0,6
Diámetro ecuatorial (mm)	19,5±1,2
Diámetro polar (mm)	18,6±0,8
Firmeza (kg-f)	0,4±0,1
Color de piel	
L	33,9±2,2
C*	11,6±1,9
Hab	23,8±5,8

Parámetros químicos^b

Sólidos solubles totales (%)	20,0±1,7
Acidez titulable (%)	0,4±0,1
pH	3,9±0,1
Sólidos solubles totales/acidez titulable	58,5±15,9

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Concentración de gases

Los porcentajes de oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂), tendieron a disminuir y aumentar respectivamente durante 30 días a 5°C. Sin embargo, el O₂ presentó un comportamiento inusual al disminuir en sus concentraciones en el día 10, para luego aumentar hasta el día 30. Los tratamientos de 100 y 200 mg L⁻¹ de hipoclorito de sodio (HS), presentaron un incremento en sus concentraciones de CO₂ en el día 5 para luego decrecer en el tiempo, mientras que 0 y 50 mg L⁻¹ HS presentaron un continuo incremento en sus concentraciones de CO₂ (Cuadro 19).

En relación a las concentraciones de CO₂ y O₂, los resultados estadísticos fueron erráticos sin una tendencia en el tiempo respecto a las diferencias entre las concentraciones de HS (Apéndice XVII y XVIII). Las concentraciones de gases se estabilizaron desde el día 10, en torno a 5% CO₂ y 6% O₂, para luego hasta el día 30 disminuir y aumentar respectivamente en sus concentraciones, hasta llegar a 0,9% CO₂ y 16,8% O₂.

Cuadro 19. Porcentajes de oxígeno y dióxido de carbono, en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 30 días a 5°C.

	CO ₂ (%)			
	Tiempo de almacenamiento (d)			
	5	10	25	30
HS 0 mg L ⁻¹	2,8	5,1	4,0	4,3
HS 50 mg L ⁻¹	0,8	4,9	4,0	2,4
HS 100 mg L ⁻¹	3,4	5,9	3,8	1,4
HS 200 mg L ⁻¹	2,2	5,3	4,5	0,9
	O ₂ (%)			
HS 0 mg L ⁻¹	16,4	6,5	6,2	6,7
HS 50 mg L ⁻¹	20,0	5,9	9,7	13,5
HS 100 mg L ⁻¹	14,8	----	14,1	16,8
HS 200 mg L ⁻¹	17,0	5,9	8,5	14,9

Los valores corresponden a la media (n=3).

HS: hipoclorito de sodio

Los resultados indicaron que no existirían efectos sobre las concentraciones de gases en las bolsas de atmósfera pasiva, con bayas sin pedicelo de 'Flame Seedless', y almacenadas a 5° durante 30 días, con los tratamientos de HS utilizados. Esto a causa de que los resultados fueron erráticos y sin una tendencia en el tiempo.

Parámetros físicos

Color de la piel de la bayas

L

Se presentó una tendencia a valores estables durante 25 días a 5°C (Figura 51). En los días 5, 15 y 20 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice XIX), sin embargo los resultados no reflejaron lo apreciado visualmente, en donde no se observaron diferencias entre tratamientos.

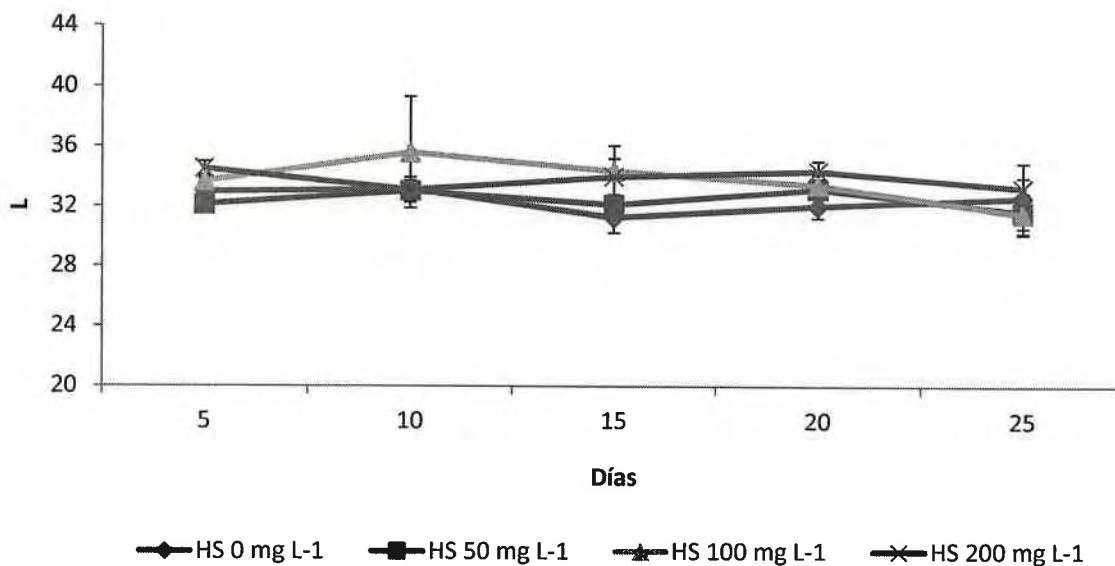


Figura 51. Valores de L en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 25 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. HS: hipoclorito de sodio.

C*

Los resultados mantuvieron una tendencia a la estabilidad durante 25 días a 5°C (Figura 52). La C* presentó diferencias significativas entre tratamientos en el día 20 (Apéndice XX). En este día el tratamiento con la mayor C* fue el conformado por 100 mg L⁻¹ de HS, y la menor 0 y 200 mg L⁻¹ HS (9,9-11,3), sin diferencias significativas. En el resto de los días (días 5, 10, 15 y 25) no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Los resultados indicarían una tendencia en donde no se presentaron diferencias entre los tratamientos, durante 25 días a 5°C.

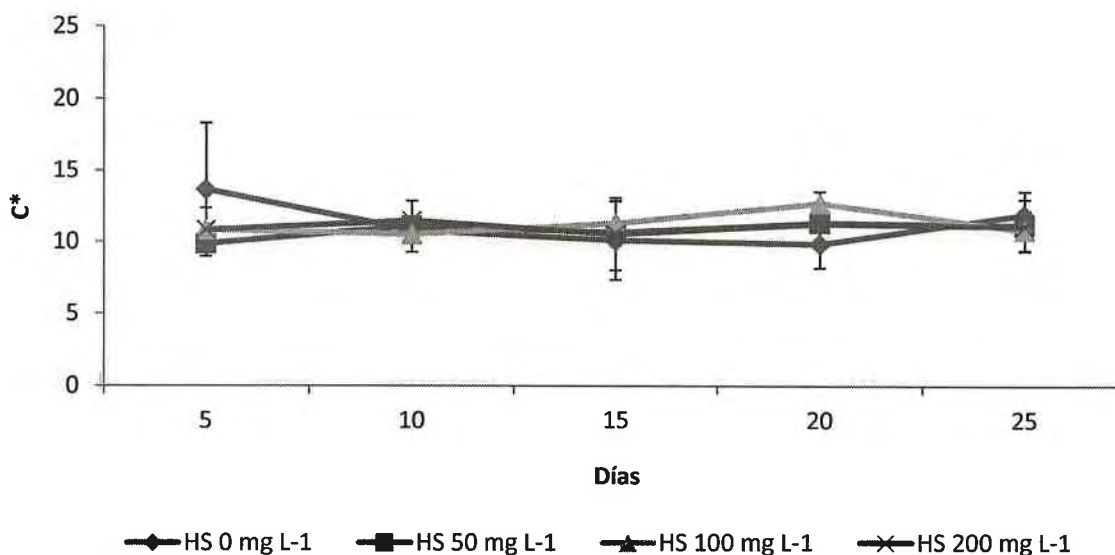


Figura 52. Valores de C^* en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 25 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. HS: hipoclorito de sodio.

H_{ab}

Los valores permanecieron estables durante 25 días a 5°C (Figura 53). Los resultados fueron similares a los encontrados en C^* . En el día 20 se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice XXI), resultando el mayor H_{ab} con 200 mg L⁻¹ HS (31,8°), y el menor con 0 mg L⁻¹ de HS (24,4°). En el resto de los días no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (días 5, 10, 15 y 25).

Los resultados indicarían una tendencia en donde no se presentaron diferencias entre los tratamientos, durante 25 días a 5°C.

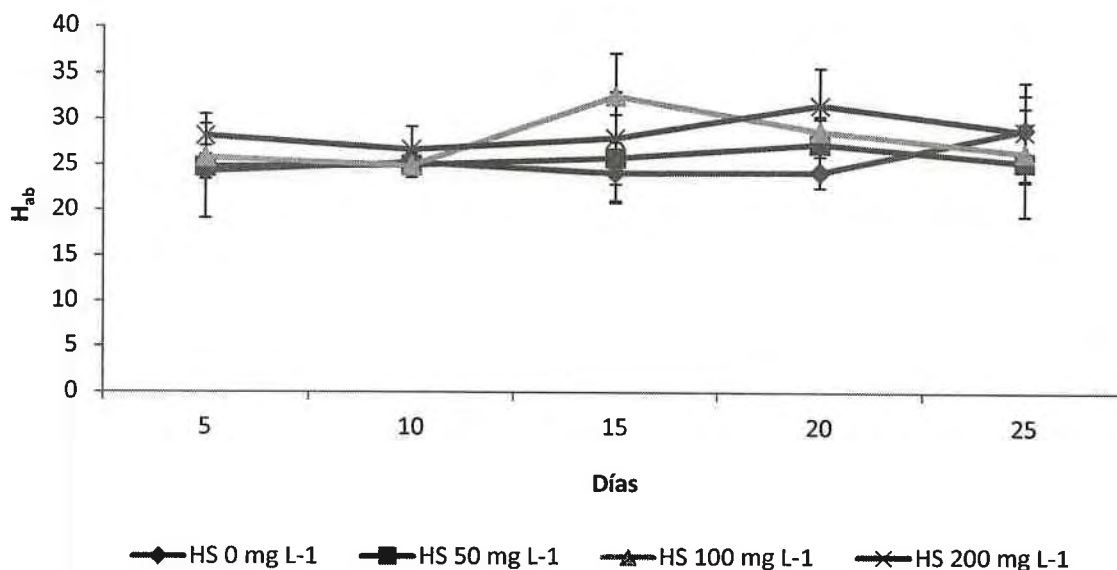


Figura 53. Valores de H_{ab} en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 25 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. HS: hipoclorito de sodio.

Parámetros sensoriales

Apariencia

La apariencia presentó una disminución en sus valores durante 25 días a 5°C (Figura 54). No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los días analizados, por lo que no habrían cambios en la apariencia con la aplicación de HS (50, 100 y 200 mg L⁻¹) en relación a su ausencia (0 mg L⁻¹) (Figura 55).

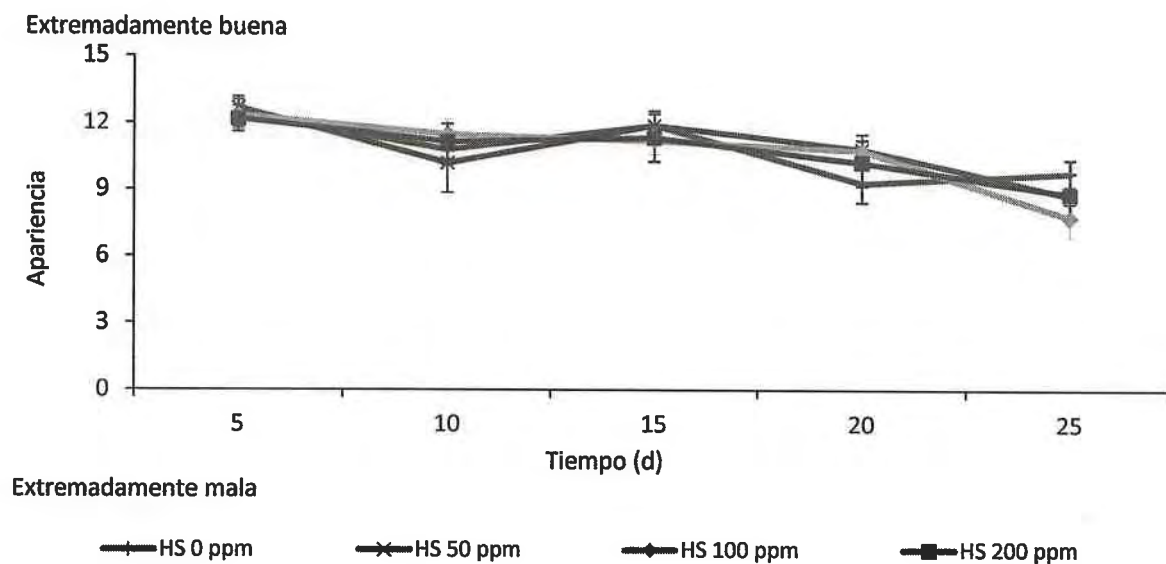


Figura 54. Puntaje obtenido para el parámetro sensorial de apariencia, en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. HS: hipoclorito de sodio.

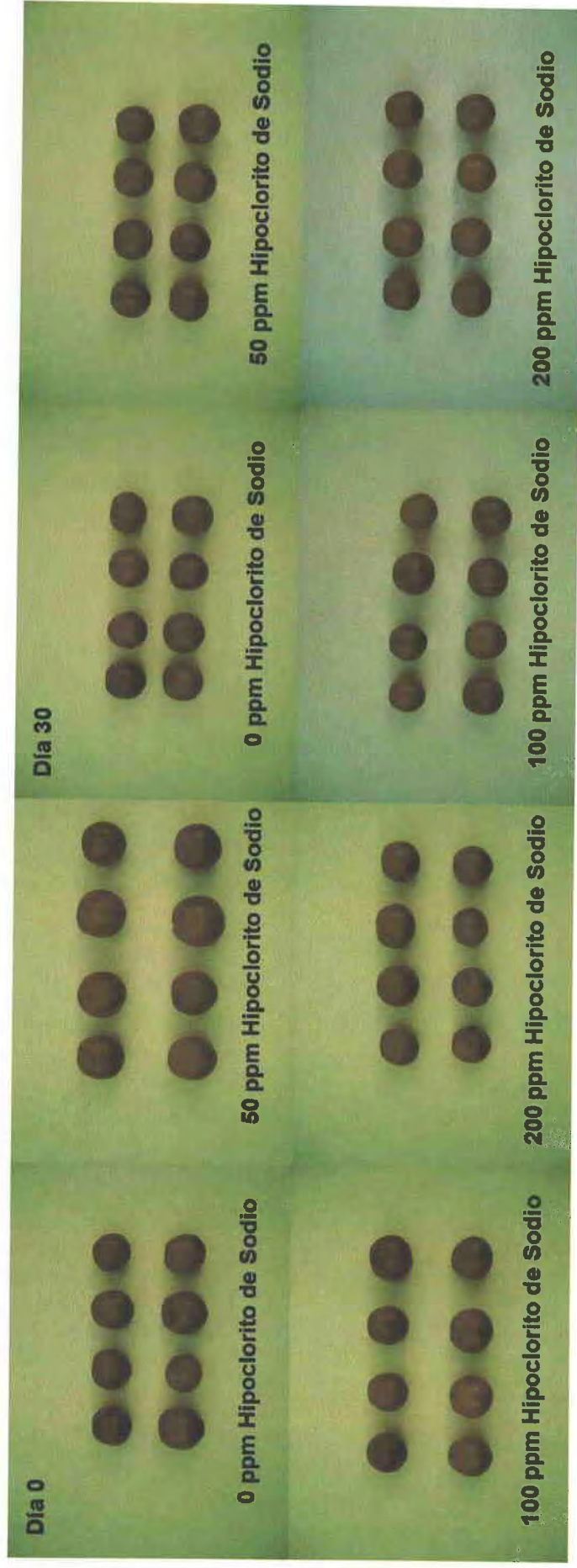


Figura 55. Apariencia de bayas sin pedicelo de uva 'Flame Seedless', durante 30 días a 5°C.

Textura

No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos durante 25 días a 5°C, con valores estables durante este período de tiempo (Figura 56), por lo que no habrían cambios en la textura con la aplicación de HS (50, 100 y 200 mg L⁻¹) en comparación a su ausencia (0 mg L⁻¹).

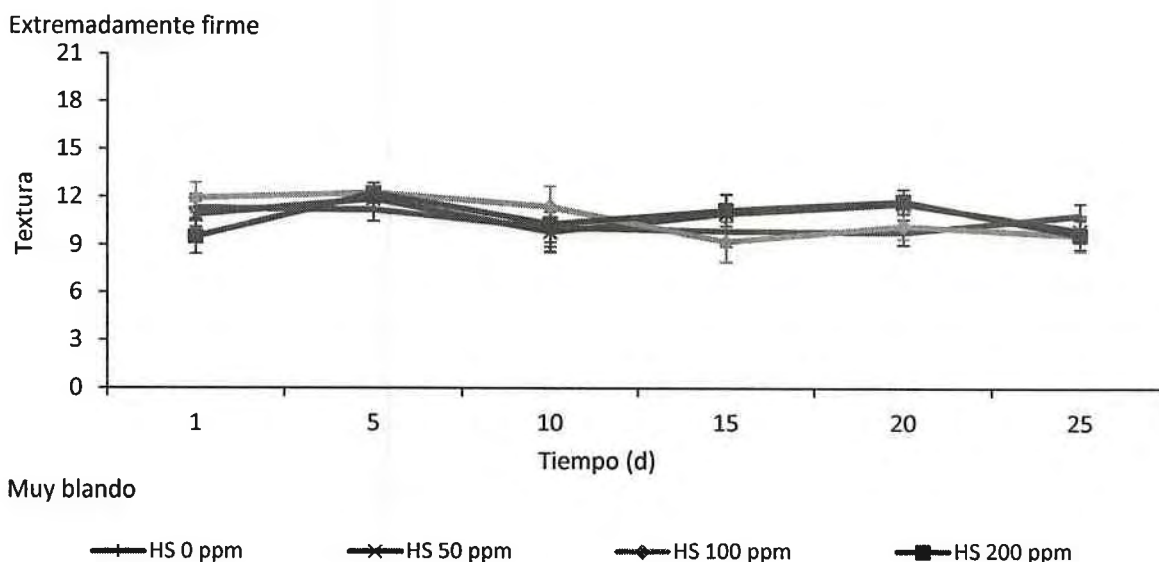


Figura 56. Puntaje obtenido para el parámetro sensorial de textura, en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. HS: hipoclorito de sodio.

Sabor típico

Los resultados fueron estables por 25 días a 5°C (Figura 57). En ninguno de los días analizados se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Los resultados mostraron que la aplicación de HS (50, 100 y 200 mg L⁻¹) en comparación a su ausencia (0 mg L⁻¹), no modificaría el sabor típico de las bayas.

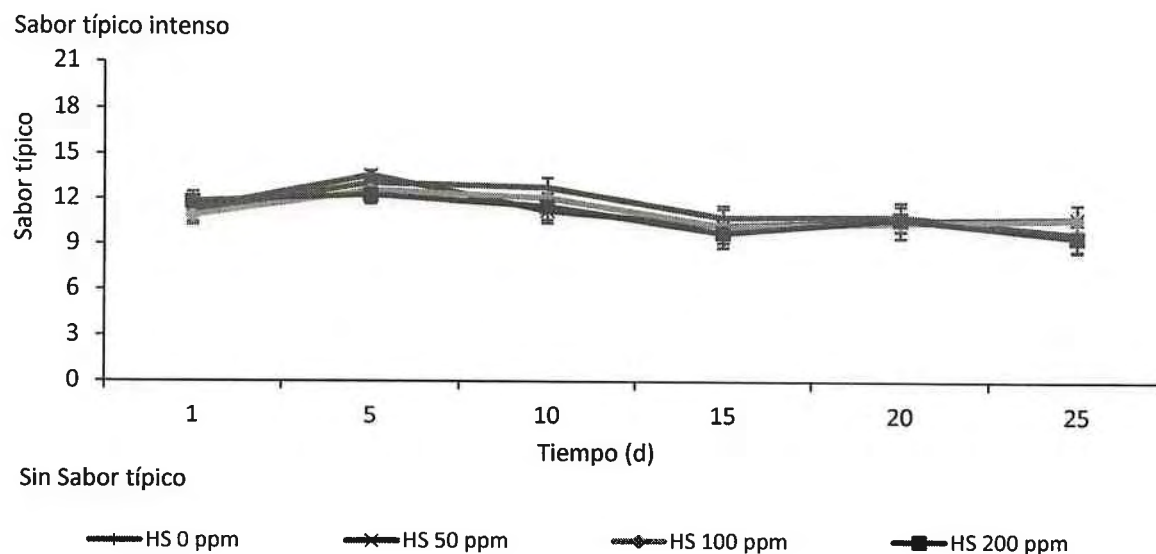


Figura 57. Puntaje obtenido para el parámetro sensorial de sabor típico, en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. HS: hipoclorito de sodio.

Porcentaje de pudriciones

Los menores porcentajes de pudriciones leves (< 25% de la baya) fueron alcanzados por los tratamientos con 100 y 200 mg L⁻¹ HS, en comparación a 0 mg L⁻¹ (Cuadro 20). En el día 25, las mayores pudriciones significativas se presentaron en el tratamiento con 0 mg L⁻¹ HS (Apéndice XXII), mientras que las menores con 50 y 100 mg L⁻¹ HS, sin diferencias significativas (10 y 5% respectivamente). En el día 30 las mayores pudriciones significativas se presentaron con 0 y 50 mg L⁻¹ de HS (31,7% en ambas), mientras que las menores se alcanzaron con 100 y 200 mg L⁻¹ HS (13,3% en ambas).

Cuadro 20. Rango de porcentajes de pudriciones leves (< 25% de la baya), en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 30 días a 5°C.

	Tiempo de almacenamiento (d)	
	25	30
HS 0 mg L ⁻¹	20-40	30-35
HS 50 mg L ⁻¹	10	25-35
HS 100 mg L ⁻¹	0-10	10-15
HS 200 mg L ⁻¹	5-20	10-15

HS: hipoclorito de sodio.

Los resultados indicarían que con 100 a 200 mg L⁻¹ de HS, se reduciría la incidencia de pudriciones en las bayas de uva 'Flame Seedless' por 30 días a 5°C, en comparación a 0 y 50 mg L⁻¹.

Recuentos microbiológicos

Aerobios mesófilos

Se presentó un incremento mínimo del recuento de aerobios mesófilos durante 25 días de almacenamiento a 5°C (Cuadro 21), sin superar el límite máximo establecido por el Reglamento Sanitario de los Alimentos (5,7 log ufc g⁻¹). A excepción del día 20, ninguno de los días analizados presentó diferencias significativas entre tratamientos (días 0, 1, 5, 10, 15 y 25), con valores ≤ 2,8 log ufc g⁻¹ (Apéndice XXIII). En el día 20 en tanto, el tratamiento con la mayor cantidad de aerobios mesófilos fue el que presentó 0 mg L⁻¹ de HS (3,5 log ufc g⁻¹), mientras que el menor recuento se presentó con 50 mg L⁻¹ de HS (1,7 log ufc g⁻¹).

Cuadro 21. Recuentos de aerobios mesófilos (log ufc g⁻¹), en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días a 5°C. Los valores corresponden a la media (n=3). HS: hipoclorito de sodio.

	Tiempo de almacenamiento (d)						
	0	1	5	10	15	20	25
HS 0 mg L ⁻¹	<1	<1	1,5	0,4	1,7	3,5	2,8
HS 50 mg L ⁻¹	<1	<1	1,3	0,3	1,4	1,7	1,4
HS 100 mg L ⁻¹	<1	<1	0,8	0,0	1,5	2,1	1,4
HS 200 mg L ⁻¹	<1	<1	1,3	0,0	1,2	2,5	2,5

No se presentó una tendencia clara en el tiempo, que permitiese inferir que la aplicación de HS provocó una disminución significativa en el recuento de aerobios mesófilos durante 25 días, en bayas de uvas 'Flame Seedless' almacenadas durante 25 días a 5°C.

Aerobios psicrófilos

Se presentó una tendencia con valores estables durante 30 días a 5°C (Cuadro 22). En los días 0 y 1 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (1,1-1,7 log ufc g⁻¹). En el día 5 se presentaron diferencias significativas (Apéndice XXIV), en donde el menor recuento lo presentaron 50 y 200 mg L⁻¹ de HS, sin diferencias significativas entre ellos (0,6-0,8 log ufc g⁻¹). En el día 15 el menor recuento lo presentó 100 mg L⁻¹ de HS (1,3 log ufc g⁻¹), mientras que en el día 20 el menor recuento lo presentó 50 mg L⁻¹ de HS (0,9 log ufc g⁻¹). Finalmente, en los días 10, 25 y 30 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (0,0-2,3 log ufc g⁻¹).

A diferencia de los recuentos de aerobios mesófilos, el recuento de aerobios psicrófilos mostró que la aplicación de una solución de HS de 50, 100 y 200 mg L⁻¹ son efectivas para reducir estos microorganismos hasta por 20 días de almacenamiento a 5°C en bayas de uva 'Flame Seedless', en comparación a 0 mg L⁻¹ de HS. No se detectó una concentración de HS que mostrará una tendencia a

reducir en mayor medida el recuento de aerobios psicrófilos, en comparación al resto de concentraciones.

Cuadro 22. Recuentos de aerobios psicrófilos ($\log \text{ufc g}^{-1}$), en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 30 días a 5°C. Los valores corresponden a la media ($n=3$). HS: hipoclorito de sodio.

	Tiempo de almacenamiento (d)							
	0	1	5	10	15	20	25	30
HS 0 mg L^{-1}	1,4	1,1	2,0	<1	2,2	2,9	2,3	2,0
HS 50 mg L^{-1}	1,4	1,5	<1	<1	1,9	<1	<1	1,7
HS 100 mg L^{-1}	1,4	1,6	1,4	<1	1,3	2,3	1,7	1,2
HS 200 mg L^{-1}	1,4	1,7	<1	<1	1,8	2,5	<1	1,4

Enterobacterias

El recuento de enterobacterias presentó un sostenido incremento en sus valores durante 30 días a 5°C, sin superar el límite máximo establecido por el reglamento sanitario de los alimentos (Cuadro 23). En ninguno de los días analizados (días 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30) se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, presentando un rango de 0 a 3,3 $\log \text{ufc g}^{-1}$.

No se detectó efecto alguno del HS en la reducción de las enterobacterias, en bayas de uva 'Flame Seedless' almacenadas por 30 días a 5°C.

Cuadro 23. Recuentos de enterobacterias ($\log \text{ufc g}^{-1}$), en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 30 días a 5°C. Los valores corresponden a la media ($n=3$). HS: hipoclorito de sodio.

	Tiempo de almacenamiento (d)							
	0	1	5	10	15	20	25	30
HS 0 mg L^{-1}	<1	<1	1,4	2,2	1,5	2,0	2,1	3,3
HS 50 mg L^{-1}	<1	<1	1,2	2,2	1,7	1,5	1,9	2,7
HS 100 mg L^{-1}	<1	<1	1,4	2,0	1,5	1,8	1,8	2,1
HS 200 mg L^{-1}	<1	<1	1,1	1,8	1,6	1,4	2,1	3,0

Hongos y Levaduras

Se presentaron recuentos estables durante 30 días de almacenamiento a 5°C (Cuadro 24). A excepción del día 5, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (1,4-2,8 log ufc g⁻¹) (Apéndice XXV). En el día 5 el tratamiento con el mayor recuento significativo fue el conformado por 50 mg L⁻¹ de HS (2,8 log ufc g⁻¹), mientras que el menor recuento lo presentó el tratamiento con 100 mg L⁻¹ de HS (log ufc g⁻¹).

No se detectó efecto alguno del HS en la reducción de los hongos y levaduras, en bayas de uva 'Flame Seedless' almacenadas por 30 días a 5°C.

Cuadro 24. Recuentos de hongos y levaduras (log ufc g⁻¹), en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 30 días a 5°C. Los valores corresponden a la media (n=3). HS: hipoclorito de sodio.

	Tiempo de almacenamiento (d)				
	0	1	5	20	30
HS 0 mg L ⁻¹	1,9	2,4	1,9	2,4	2,8
HS 50 mg L ⁻¹	1,9	2,4	2,8	2,4	2,5
HS 100 mg L ⁻¹	1,9	2,4	1,7	1,9	2,7
HS 200 mg L ⁻¹	1,9	2,4	2,1	1,4	2,7

Conclusiones

Las concentraciones de hipoclorito de sodio utilizadas en este ensayo (0 y 200 mg L⁻¹), no afectaron las concentraciones de gases en las bolsas de atmósfera modificada pasiva, con bayas sin pedicelo de uvas 'Flame Seedless', almacenadas durante 30 días a 5°C. Las concentraciones se estabilizaron el día 10 en torno a 5% CO₂ y 6% O₂.

Concentraciones de 0 y 200 mg L⁻¹ de hipoclorito de sodio, no afectaron significativamente el color, ni los parámetros sensoriales de apariencia, textura y sabor típico de las bayas de 'Flame Seedless' durante 25 días a 5°C.

La utilización de una solución de 100 a 200 mg L⁻¹ de hipoclorito de sodio, serían efectivas para reducir la incidencia de pudriciones en las bayas de uva 'Flame Seedless' por 30 días a 5°C, en comparación a 0 y 50 mg L⁻¹.

Todos los recuentos microbiológicos (aerobios mesófilos, psicrófilos, enterobacterias, hongos y levaduras) mostraron valores constantes o con mínimos incrementos, sin sobrepasar el límite máximo establecido por el reglamento sanitario de los alimentos.

Concentraciones de 50, 100 y 200 mg L⁻¹ de hipoclorito de sodio, reducen el recuento de aerobios psicrófilos durante 20 días a 5°C, en bayas de uva 'Flame Seedless'.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 25), señalados en la Carta Gantt de la etapa I del proyecto (Cuadro 1).

Cuadro 25. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' almacenada en atmósfera modificada pasiva a 5°C.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' a 5°C.	Se definió la vida útil de Flame Seedless desgranada, en base a características de color, sensorial, pudriciones y microbiológicas de la uva.
Sistemas de desinfección	Hipoclorito de sodio para desinfectar las bayas de uva.	Reducción de aerobios psicrófilos con 50 a 200 mg L ⁻¹ de HS.
Sistema de envasado	Envasado en atmósfera modificada pasiva.	Se presentó un sistema de envasado (baja permeabilidad) para uva de mesa desgranada 'Flame Seedless'.
Parámetros de calidad	Calidad sensorial (apariencia, pardeamiento, textura, sabor típico y sabor extraño).	La calidad de las bayas se mantuvo en el tiempo de almacenaje.

5.1.5 Evaluación de la calidad de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' almacenada en tarrinas y en atmósfera modificada pasiva a 5°C

Hipótesis

La utilización de tarrinas con atmósfera modificada pasiva, prolonga la vida útil de las bayas sin pedicelo de uvas 'Flame Seedless', por al menos 30 días de almacenamiento a 5°C.

Objetivo

Evaluar el efecto de la utilización de tarrinas con atmósfera modificada pasiva, sobre la concentración de gases, color y porcentaje de pudriciones en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', por al menos 30 días de almacenamiento a 5°C.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Flame Seedless'.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron con NaClO (100 mg L⁻¹, 3 min) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de acero inoxidable acanalado, y un flujo de aire para la producción de burbujas (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de acero inoxidable de 64x60 cm (5 min). El envasado (Figura 58) se realizó en tarrinas con una cubierta plástica de polietileno impermeable. Las bayas envasadas se almacenaron a 5°C, durante 30 d.

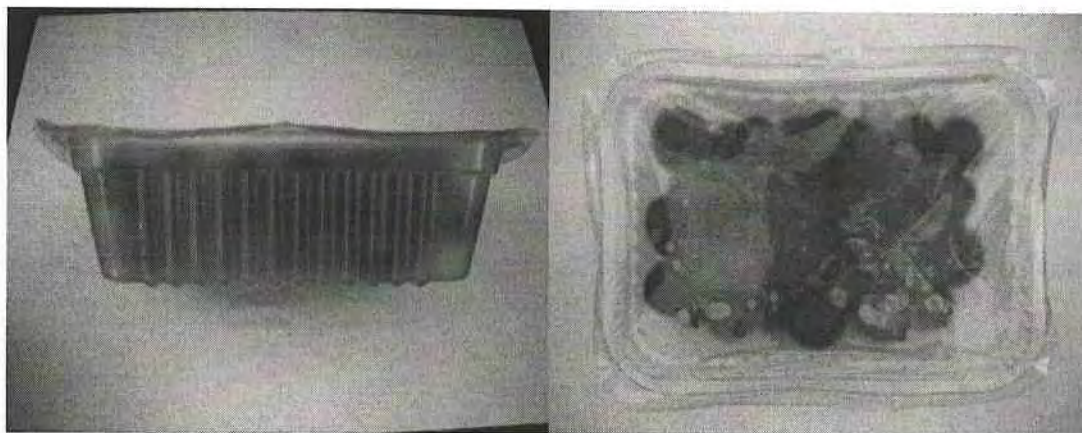


Figura 58. Envasado de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' en tarrinas con una cubierta de polietileno impermeable.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 posteriores al procesamiento.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, pudriciones, parámetros físicos (color) y sensoriales (apariencia, pardeamiento, textura y sabor típico).

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial (3x2), donde el primer factor correspondió a la temperatura de almacenamiento y el segundo a la permeabilidad del plástico utilizado para envasar.

La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Tratamientos aplicados a uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 30 días.

Tratamientos	Cubierta tarrina
1	CP sin perforar
2	CP con 1 perforación

CP: Cubierta plástica impermeable.

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

Los resultados indicaron que el porcentaje de sólidos solubles totales fue superior al óptimo de cosecha (16%). El calibre en tanto se presentó con un valor promedio de 19,5 mm (diámetro ecuatorial), el cual estuvo dentro de valores adecuados de exportación (18 y 21 mm) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006). En relación al color, se presentó una tonalidad marcadamente roja, con baja L e intensidad del color (Cuadro 27).

Cuadro 27. Caracterización de uva de mesa 'Flame Seedless'.**Parámetros físicos^a**

Peso (g)	5,1±0,6
Diámetro ecuatorial (mm)	19,5±1,2
Diámetro polar (mm)	18,6±0,8
Firmeza (kg-f)	0,4±0,1
Color de piel	
L	33,9±2,2
C*	11,6±1,9
Hab	23,8±5,8

Parámetros químicos^b

Sólidos solubles totales (%)	20,0±1,7
Acidez titulable (%)	0,4±0,1
pH	3,9±0,1
Sólidos solubles totales/acidez titulable	58,5±15,9

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar**Concentración de gases**

Los resultados fueron erráticos. En el caso del tratamiento con cubierta plástica (CP) sin perforar, el CO₂ aumentó gradualmente durante 30 días a 5°C, mientras que el O₂ presentó un brusco descenso desde el día 0 al 10, para luego mantenerse estable hasta el día 30. En tanto, el tratamiento con CP perforada mantuvo las concentraciones de O₂ y CO₂ estables durante los 30 días de almacenamiento (Figura 59).

En el caso del CO₂, el tratamiento con CP sin perforar presentó el mayor porcentaje significativo durante 30 días a 5°C (2,4-47,3%) (Apéndice XXVI). En contraste, el tratamiento con CP perforada presentó los menores porcentajes (0,9-1,6%).

En relación al O₂, en el día 1 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (17,6-18,8%) (Apéndice XXVII). En el resto de los días analizados (días 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30) se presentaron diferencias significativas, en donde la CP sin perforar presentó los menores porcentajes significativos (5,5-0,1%), mientras que la CP perforada obtuvo los mayores porcentajes (20,3-19,4%).

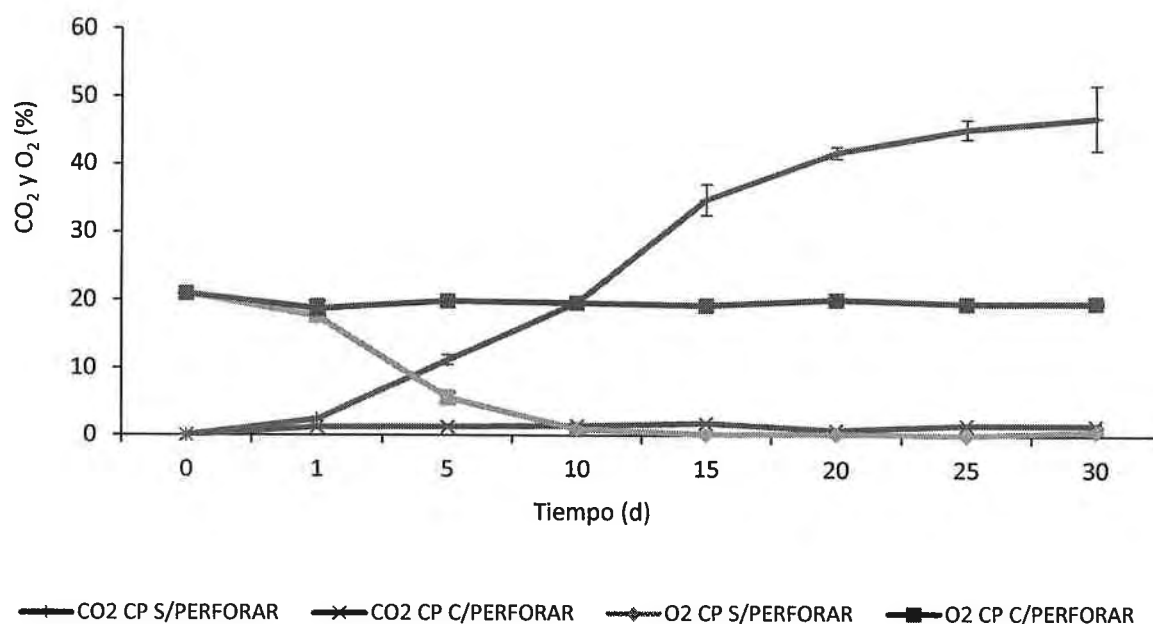


Figura 59. Porcentajes de oxígeno y dióxido de carbono, en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. CP: cubierta plástica.

El tratamiento con la CP sin perforar, alcanzó concentraciones de 11,2% CO₂ y 5,5% O₂ al quinto día de almacenamiento a 5°C, las cuales se han reportado beneficiosas para inhibir la incidencia de pudriciones sobre la fruta. Sin embargo, desde el día 10 las concentraciones de CO₂ y O₂ aumentaron y disminuyeron respectivamente, alcanzando niveles que podrían causar fisiopatías (Kader, 2007), con concentraciones de 47,3% CO₂ y 0,7% O₂ en el día 30. En el caso del tratamiento con cubierta plástica perforada, sus concentraciones se mantuvieron cercanas a valores atmosféricos durante los 30 días a 5°C (21% O₂ y 0,03% CO₂).

Parámetros físicos

Color de la piel de bayas

L

La L de las bayas permaneció estable durante 30 días a 5°C (Figura 60). A excepción del día 20, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos durante el ensayo (31,5-34,6) (Apéndice XXVIII). En el día 20, el tratamiento con la mayor L significativa fue el tratamiento con CP perforada (33,5) y la menor del tratamiento con CP sin perforar (32,4).

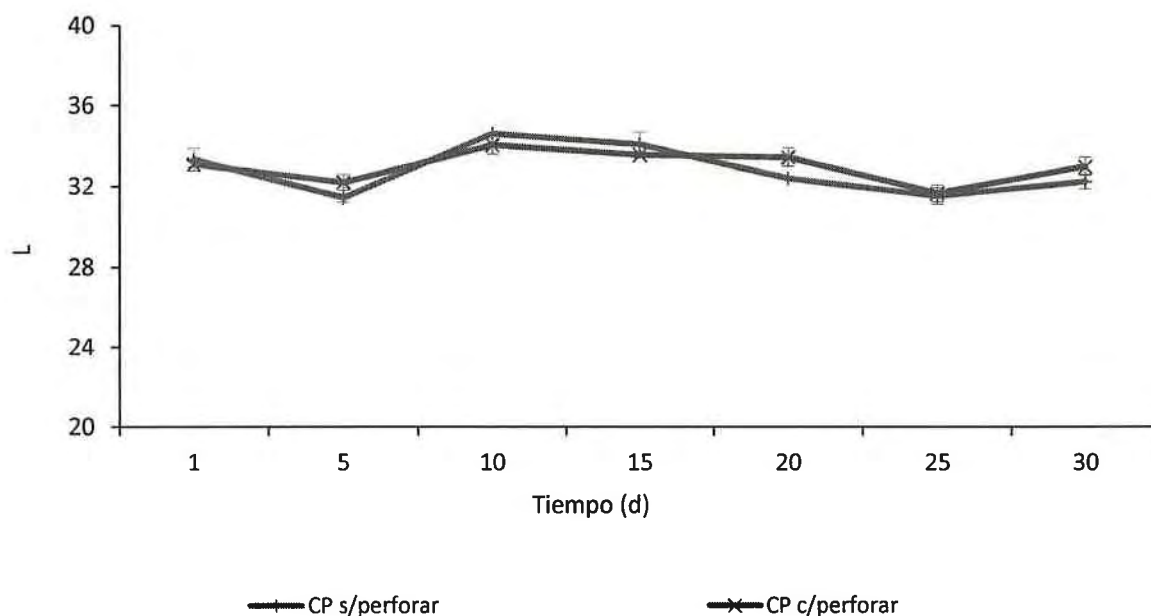


Figura 60. Valores de L en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. CP: cubierta plástica.

No se presentó una tendencia clara en el tiempo respecto del efecto de los tratamientos sobre la L, por lo que este parámetro no sería afectado en las bayas

de 'Flame Seedless' durante 30 días a 5°C, con las concentraciones gaseosas alcanzadas.

C*

Los valores permanecieron estables durante 30 días a 5°C (Figura 61). No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, con un rango de 31,5-34,6.

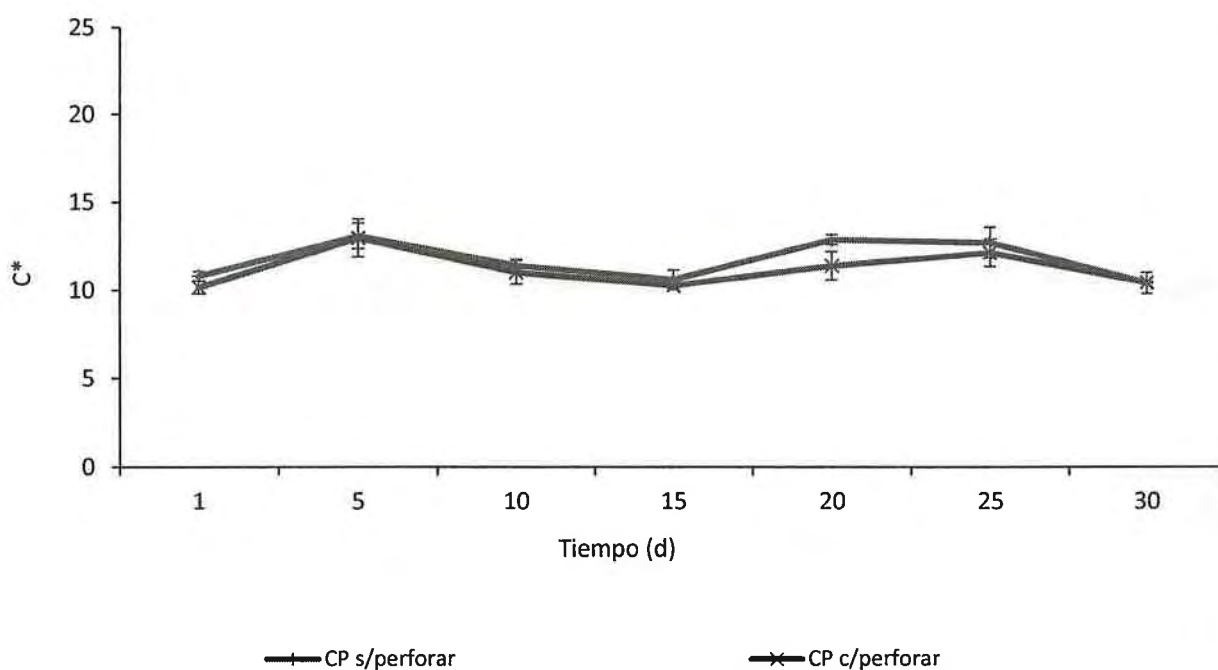


Figura 61. Valores de C* en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. CP: cubierta plástica.

Al igual que en la L, no se presentó una tendencia respecto del efecto de los tratamientos sobre la C*, por lo que este parámetro no sería afectado en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 30 días a 5°C con las concentraciones gaseosas alcanzadas.

H_{ab}

Los valores permanecieron estables durante 30 días a 5°C (Figura 62). No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos durante el ensayo, con un rango de 23,1-30,1°.

Los resultados fueron similares a los de L y C*, por lo que los tratamientos no afectarían este parámetro.

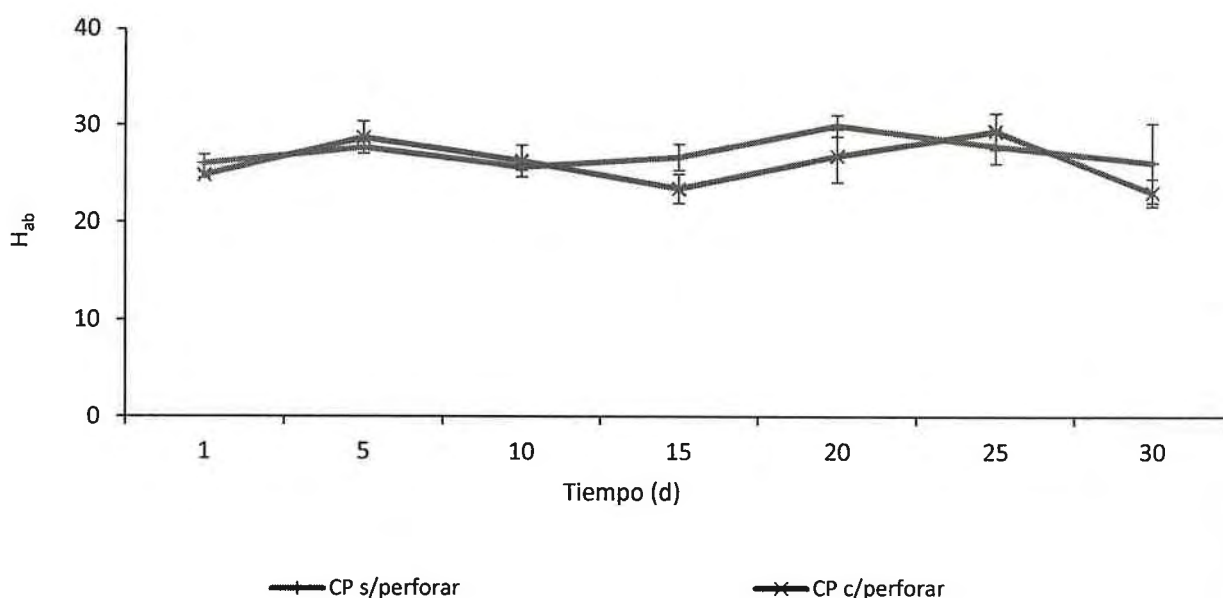


Figura 62. Valores de tono (H_{ab}) de bayas sin pedicelo de uva 'Flame Seedless', durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. CP: cubierta plástica.

Porcentaje de Pudriciones

El tratamiento con CP sin perforar, presentó los menores porcentajes de pudriciones, correspondiente a pudriciones leves (< 25% de la baya) en comparación a la CP perforada (Cuadro 28). Las altas y bajas concentraciones de CO₂ y O₂ respectivamente (11,2% CO₂ y 5,5% O₂ en el día 5), habrían inhibido la

incidencia de pudriciones en las bayas de uva 'Flame Seedless', por 25 días a 5°C, como se ha reportado en la literatura (Kader, 2007).

Cuadro 28. Valores de porcentajes de pudriciones leves (< 25% de la baya) en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días de almacenamiento a 5°C.

	Tiempo de almacenamiento (d)	
	5	25
CP sin perforar	0,0	8,3
CP con 1 perforación	15,0	21,3

CP: cubierta plástica

Parámetros sensoriales

Los puntajes obtenidos para los parámetros sensoriales de apariencia (Figura 63) y textura, fueron estables durante 25 días a 5°C, mientras que el sabor típico presentó un leve descenso durante 25 días a 5°C. En el caso del sabor extraño, se presentó un leve incremento durante el almacenamiento. En ninguno de los días analizados se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para los parámetros sensoriales.

Aparentemente, el uso de tarrinas con CP sin perforar, no afectaría significativamente los parámetros sensoriales en comparación a la CP perforada.

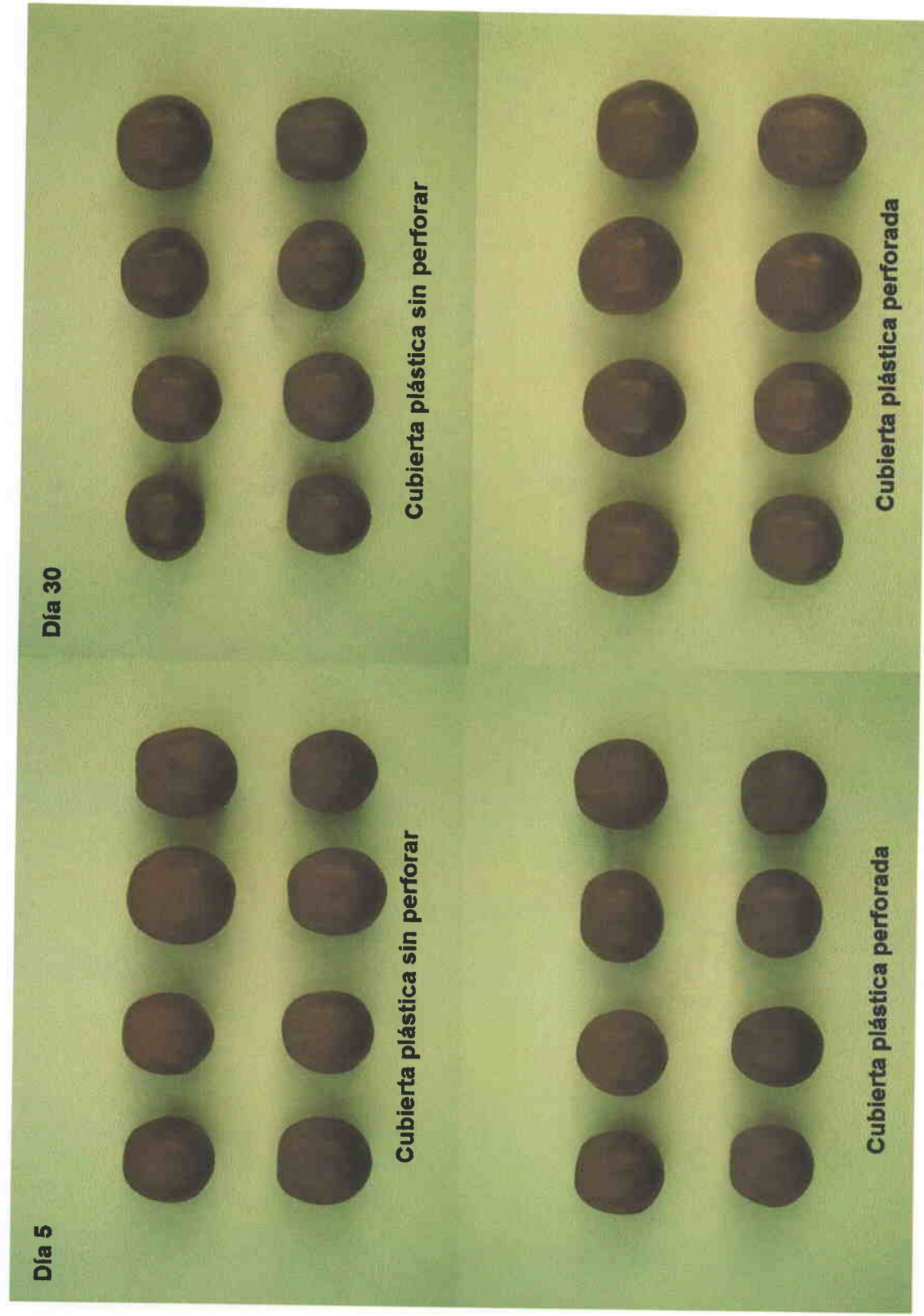


Figura 63. Apariencia de bayas sin pedicelo de uva 'Flame Seedless', durante 30 días a 5°C.

Conclusiones

El uso de tarrinas con CP sin perforar, con bayas de 'Flame Seedless', alcanzó concentraciones cercanas a 11,2% CO₂ y 5,5% O₂ en el día 5 a 5°C. Luego de este período, las concentraciones de CO₂ y O₂ aumentaron y disminuyeron respectivamente, alcanzando 47,3% CO₂ y 0,7% O₂ en el día 30. En el caso de las tarrinas con CP perforadas, sus concentraciones se mantuvieron cercanas a valores atmosféricos durante 30 días a 5°C.

No se presentaron efectos de las concentraciones gaseosas alcanzadas por el tratamiento con CP sin perforar, en comparación a la perforada, en los parámetros de color de las bayas de 'Flame Seedless', durante 30 días a 5°C.

El uso de tarrinas con CP sin perforar, permitió alcanzar menores porcentajes de pudriciones (0 a 8,3%), en comparación a las tarrinas con CP perforadas (15,0 a 21,3%) durante 25 días a 5°C.

El uso de tarrinas con CP sin perforar, no afectaron significativamente los parámetros sensoriales de apariencia, textura, sabor típico y sabor extraño, en comparación a las tarrinas con CP perforada.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 29), señalados en la Carta Gantt de la etapa I del proyecto (Cuadro 1).

Cuadro 29. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la calidad de uva de mesa 'Flame Seedless' almacenada en tarrinas y atmósfera modificada pasiva a 5°C.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' a 5°C.	Se definió la vida útil de 'Flame Seedless' desgranada, en base a características de color, sensorial y pudriciones de la uva.
Sistema de envasado	Envasado en tarrinas con atmósfera modificada pasiva.	Se presentó un sistema de envasado en tarrinas con una cubierta plástica (impermeable) con atmósfera modificada pasiva para uva de mesa desgranada 'Flame Seedless'.
Parámetros de calidad	Calidad sensorial (apariencia, textura, sabor típico y sabor extraño).	La calidad de las bayas se mantuvo en el tiempo de almacenaje.

5.1.6 Caracterización de la vida útil y compuestos funcionales en uva de mesa desgranada y almacenada a 0°C

Hipótesis

Las bayas de uva sin pedicelo de 3 variedades (Flame, Thompson y Black Seedless), almacenadas a 0°C y en bolsas de atmósfera modificada pasiva, presentan diferencias entre ellas respecto a su vida útil y en su contenido de compuestos funcionales.

Objetivo

Evaluar la evolución en el tiempo de las bayas de uvas sin pedicelo de 3 variedades (Flame, Thompson y Black Seedless), durante el almacenamiento a 0°C y en bolsas con atmósfera modificada pasiva. Se evaluó la tasa respiratoria, concentración de gases, porcentaje de pudriciones, parámetros sensoriales y compuestos funcionales.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron en una solución de NaClO (100 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de acero inoxidable acanalado, y un flujo de aire para la producción de burbujas (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de acero inoxidable de 64x60 cm (5 min). El envasado (Figura 64) se realizó en bolsas de polietileno de baja permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Las bayas envasadas se almacenaron a 0°C , durante 30 d.



Figura 64. Envasado de uva de mesa desgranada de las variedades Flame (A), Thompson (B) y Black Seedless (C) en atmósfera modificada pasiva.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 posteriores al procesamiento, a excepción de la medición de compuestos funcionales que se hizo en los días 1, 10 y 20 posteriores al procesamiento.

Se realizaron evaluaciones de tasa respiratoria, concentración gaseosa, pudriciones, parámetros funcionales (fenoles totales y capacidad antioxidante) y sensoriales (apariencia, pardeamiento, textura y sabor típico).

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado, y La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 30.

Cuadro 30. Tratamientos aplicados a uva de mesa desgranada en atmósfera modificada pasiva a 0°C.

Tratamientos	Variedad
1	Flame Seedless
2	Thompson Seedless
3	Black Seedless

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

Los resultados para la caracterización de la uva de mesa 'Flame Seedless' (Cuadro 31), fueron similares a los encontrados en los ensayos 4 y 5.

Cuadro 31. Caracterización de uva de mesa 'Flame Seedless'.**Parámetros físicos^a**

Peso (g)	5,2±1,0
Diámetro ecuatorial (mm)	18,8±1,5
Diámetro polar (mm)	20,2±1,5
Firmeza (kg-f)	0,4±0,1
Color de piel	
L	33,7±2,4
C*	10,5±2,0
Hab	32,7±15,0

Parámetros químicos^b

Sólidos solubles totales (%)	20,7±0,1
Acidez titulable (%)	0,5±0,0
pH	3,7±0,0
Sólidos solubles totales/acidez titulable	43,2±0,9

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Los resultados para la caracterización de la uva 'Thompson Seedless' (Cuadro 32); fueron similares a los encontrados los ensayos 1 y 2.

Cuadro 32. Caracterización de uva de mesa 'Thompson Seedless'.**Parámetros físicos^a**

Peso (g)	4,6±1,1
Diámetro ecuatorial (mm)	16,4±1,5
Diámetro polar (mm)	23,7±2,5
Firmeza (kg-f)	0,4±0,1
Color de piel	
L	44,9±2,5
C*	15,3±2,9
Hab	114,7±8,2

Parámetros químicos^b

Sólidos solubles totales (%)	21,9±1,0
Acidez titulable (%)	0,6±0,0
pH	4,0±0,0
Sólidos solubles totales/acidez titulable	38,2±0,3

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Los resultados de 'Black Seedless' (Cuadro 33), mostraron que el porcentaje de sólidos solubles totales fue superior al mínimo de cosecha (22,0% en la caracterización en comparación al mínimo de 16%). El calibre en tanto se presentó con un valor promedio de 16,1 mm (diámetro ecuatorial), el cual estuvo debajo de valores adecuados de exportación (calibre entre 17 y 19 mm) (Muñoz y Lobato,

2000; Palma, 2006). En relación al color, se presentó una tonalidad oscura, propia del color negro de la variedad, con baja L e intensidad del color.

Cuadro 33. Caracterización de uva de mesa 'Black Seedless'.

Parámetros físicos^a	
Peso (g)	4,0±0,5
Diámetro ecuatorial (mm)	16,1±1,0
Diámetro polar (mm)	20,0±1,2
Firmeza (kg-f)	0,3±0,1
Color de piel	
L	28,9±0,8
C*	1,9±0,5
Hab	187,2±9,9
Parámetros químicos^b	
Sólidos solubles totales (%)	22,0±0,2
Acidez titulable (%)	1,6±2,2
pH	3,7±0,0
Sólidos solubles totales/acidez titulable	35,2±20,4

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Tasa respiratoria

La tasa respiratoria permaneció estable para todas las variedades durante 30 días a 0°C (Figura 65).

En el día 0 no se encontraron diferencias significativas entre las variedades (9,3-10,5 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹). En el día 1 se presentaron diferencias significativas (Apéndice XXIX). En este día FS presentó la mayor tasa, con 15,9 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. En tanto, la menor tasa respiratoria en el día 1 la presentó el tratamiento de TS con 5,8 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹. En el resto de los días no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (12,3 a 5,1 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹).

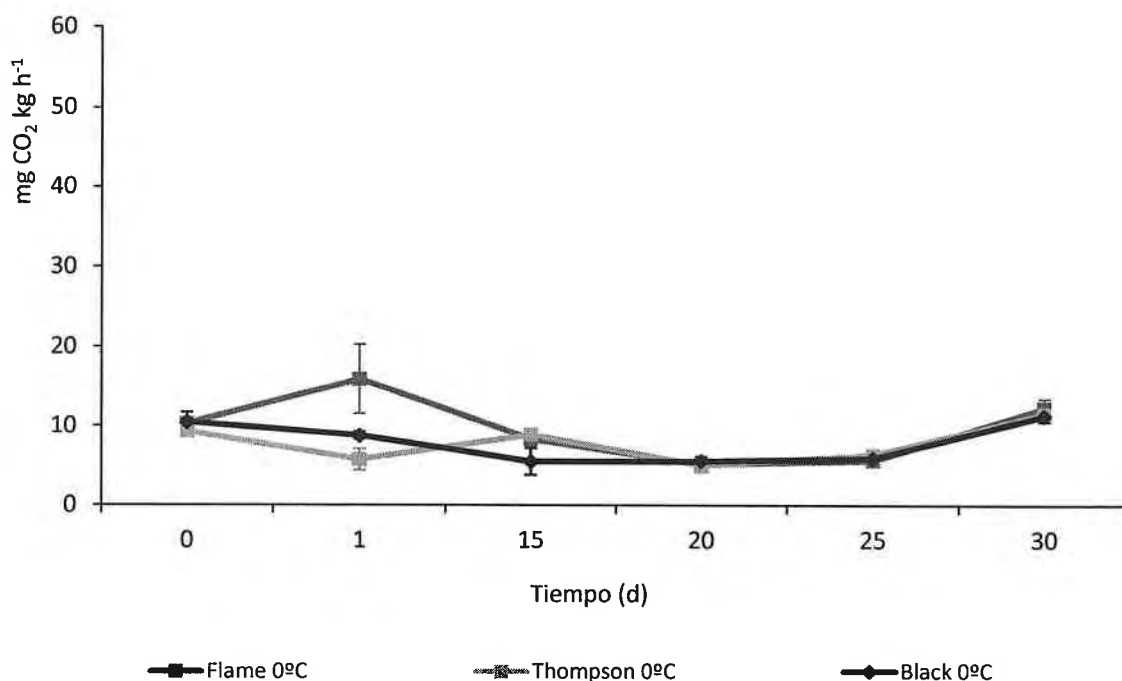


Figura 65. Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless durante 30 días a 0°C . Las barras representan el error estándar de la media.

Las tasas respiratorias de las variedades analizadas se mantendrían dentro de los valores considerados bajos, tal como se ha descrito en la literatura en torno a $5\text{-}10 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (Kader, 2007), por lo que el procesamiento no generaría un estrés tal que aumente considerablemente la respiración.

Concentración de gases

Se presentó un sostenido incremento y disminución en los porcentajes de CO_2 y O_2 respectivamente, durante 30 días a 0°C (Figura 66).

En relación al CO_2 , en los días 5 y 15 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice XXX). En ambos días FS y TS no se diferenciaron estadísticamente entre sí, con las mayores concentraciones de CO_2 (2,7-3,3% y

3,2-3,4% respectivamente). En el resto de los días analizados (días 1, 10, 20, 25 y 30) no se presentaron diferencias significativas entre las variedades (0,2-3,9%).

En cuanto al O₂, en los días 5, 25 y 30 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice XXXI). En el día 5, las menores concentraciones de O₂ las alcanzaron las variedades FS y TS, sin diferencias significativas entre ellas (11,4-10,9%). En el día 25, la menor concentración significativa la alcanzó FS con 7,4%. Finalmente, en el día 30 FS presentó la menor concentración de O₂ (6,7%). En el resto de los días analizados (días 1, 10, 15 y 20) no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (17,9-7,9%).

Los resultados fueron poco consistentes en el tiempo, y no mostraron una tendencia clara bajo las condiciones de este ensayo. De esta forma, las concentraciones de gases de las bayas no variarían en forma significativa entre las variedades estudiadas, en un período de 30 días a 5°C.

La estabilización de los gases se alcanzó desde el día 15, con valores en torno a 3,5% CO₂ y 10% O₂.

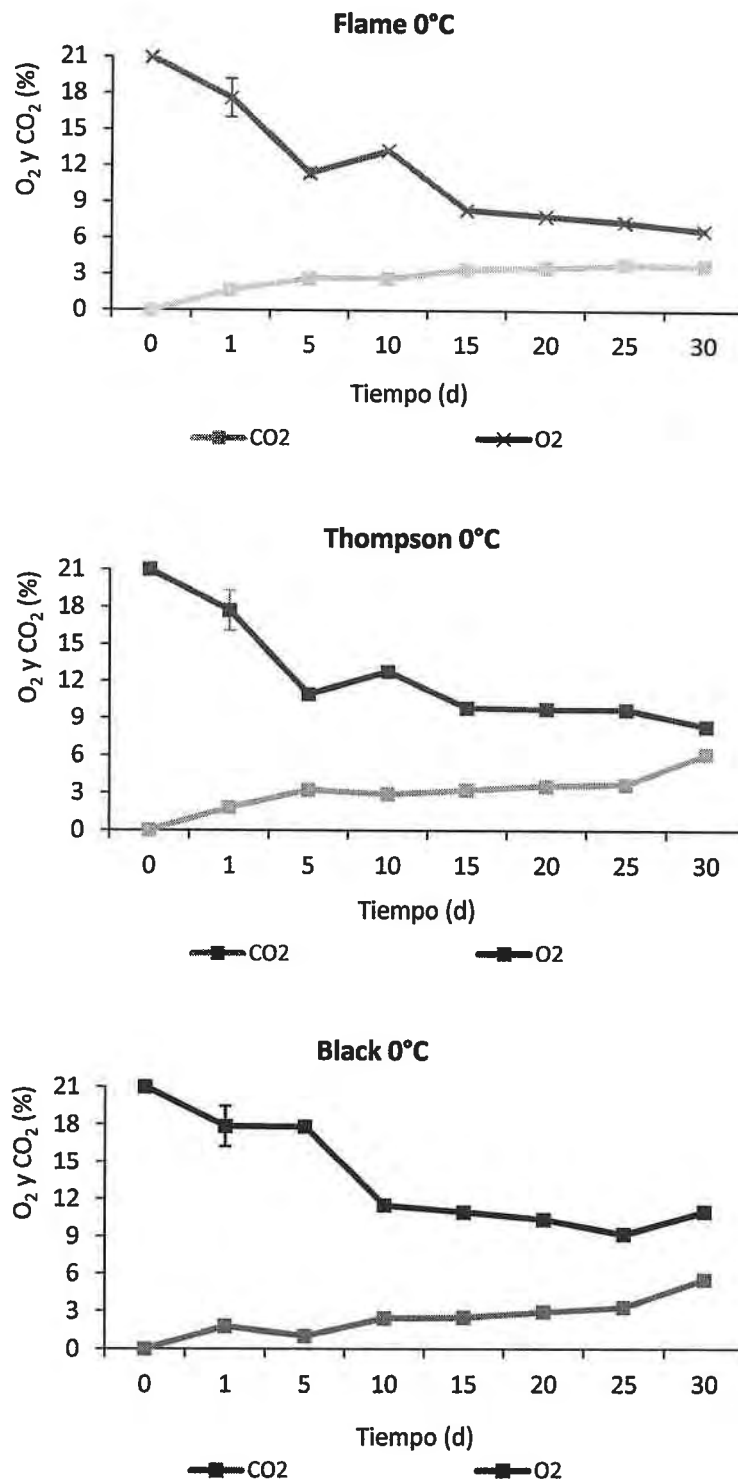


Figura 66. Porcentajes de oxígeno y dióxido de carbono, de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless durante 30 días a 0°C. Las barras representan el error estándar de la media.

Porcentaje de pudriciones

TS presentó el mayor porcentaje de pudriciones, correspondiente a pudriciones leves (< 25% de la baya) desde el día 15 al 30 a 0°C (Cuadro 34), con un rango de 0,0-30,0%. En relación el menor porcentaje de pudriciones leves, los resultados fueron erráticos, sin una tendencia en el tiempo. Los resultados indicaron que TS fue la variedad más susceptible a pudriciones leves, desde el día 15 al 30.

Cuadro 34. Rango de porcentajes de pudriciones leves (< 25% de la baya), de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless durante 30 días a 0°C.

	Tiempo de almacenamiento (d)					
	5	10	15	20	25	30
Flame	0-5	0-5	0	0-5	0-10	10
Thompson	0-5	0	10	10	0-25	20-30
Black	0	0-5	0-5	0	10-15	5

Compuestos funcionales

Fenoles totales

El contenido de fenoles ($\mu\text{g EAG g}^{-1}$ PF) permaneció estable, tanto para pulpa como para la piel de las bayas por 20 días a 0°C (Figura 67 y 68).

En el caso de los fenoles de pulpa, durante 20 días a 0°C se observaron diferencias significativas entre las variedades (Apéndice XXXII). La tendencia en el tiempo fue que FS se mantuvo con el menor contenido de fenoles (215,17 a 232,99 $\mu\text{g EAG g}^{-1}$ PF), no diferenciándose de TS desde el día 1 al 20. Por otra parte, BS tendió a presentar el mayor contenido de fenoles durante los 20 días a 0°C (285,57 a 391,47 $\mu\text{g EAG g}^{-1}$ PF).

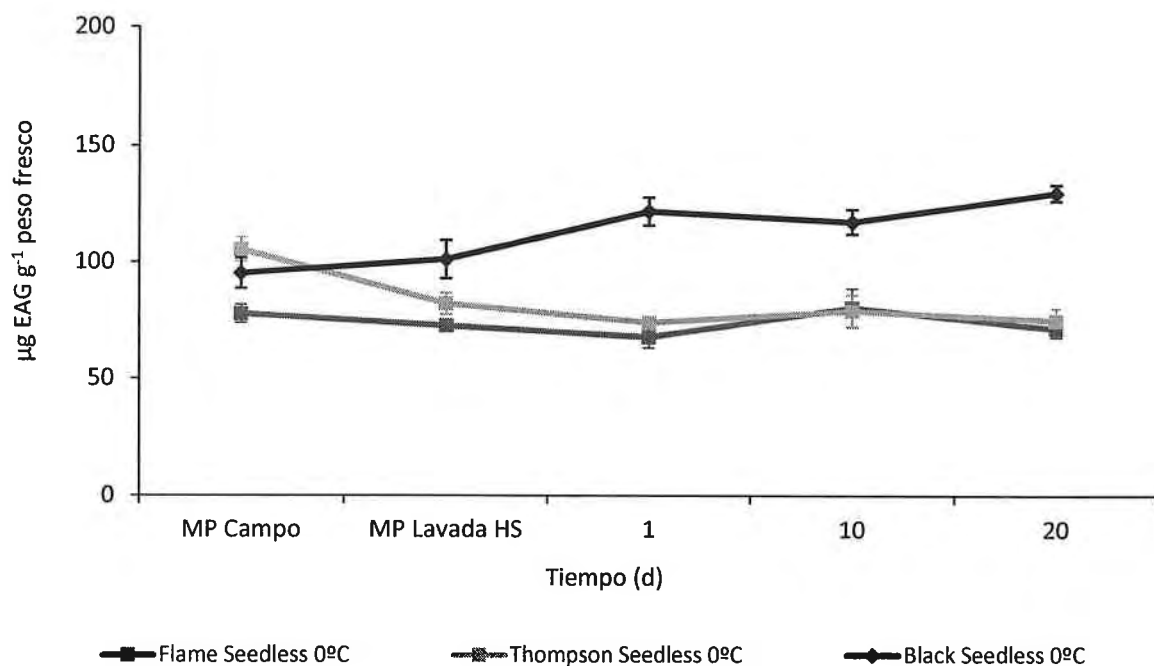


Figura 67. Fenoles totales ($\mu\text{g EAG g}^{-1}$ PF) de la pulpa de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless a 0°C durante 20 días. Las barras representan el error estándar de la media. MP: materia prima, HS: hipoclorito de sodio (100 mg L^{-1}).

En cuanto al contenido de fenoles de piel, la tendencia mostró que TS presentó durante 20 días a 0°C el menor contenido significativo (Apéndice XXXIII), con un rango de 2.852 a $3.693 \mu\text{g EAG g}^{-1}$ PF. Por el contrario, BS presentó los mayores contenidos, con un rango de 14.108 a $19.677 \mu\text{g EAG g}^{-1}$ PF en el mismo período de tiempo.

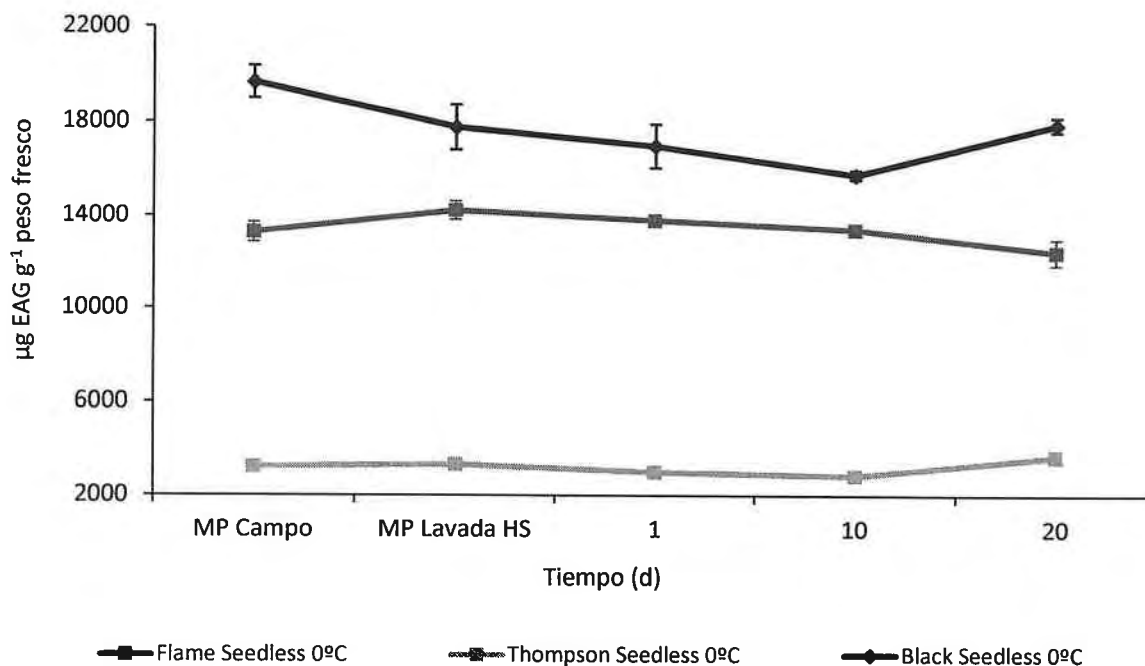


Figura 68. Fenoles totales ($\mu\text{g EAG g}^{-1}$ PF) de la piel de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless a 0°C durante 20 días. Las barras representan el error estándar de la media. MP: Materia prima; HS: Hipoclorito de sodio (100 mg L^{-1}).

Los resultados indicaron que los fenoles variarían mínimamente en el tiempo, permaneciendo estables al menos durante 20 días a 0°C . No existieron diferencias importantes en el contenido de fenoles, al comparar la materia prima de campo, respecto a la procesada y lavada con HS.

Los incrementos del contenido de fenoles de piel para todas las variedades (Figura 68) respecto a la pulpa (Figura 67) fueron considerables, indicando la importancia del consumo de la piel de uva de mesa.

De las variedades estudiadas, BS presentó el mayor contenido de fenoles tanto para piel como para pulpa de las bayas, seguida de FS en el caso de la piel.

Capacidad antioxidante

Los valores, al igual que para el contenido de fenoles, permanecieron estables tanto para pulpa como para la piel de las bayas, por 20 días a 0°C (Figuras 69 y 70).

La variedad BS, tendió a presentar la mayor capacidad antioxidante significativa de la pulpa de las bayas, durante 20 días a 0°C, con un rango de 33,18 a 62,73 $\mu\text{g ET g}^{-1}$ PF (Apéndice XXXIV). Las menores capacidades antioxidantes fueron de FS y TS, sin diferencias significativas entre ellas, con un rango de 19,52 a 62,73 $\mu\text{g ET g}^{-1}$ PF.

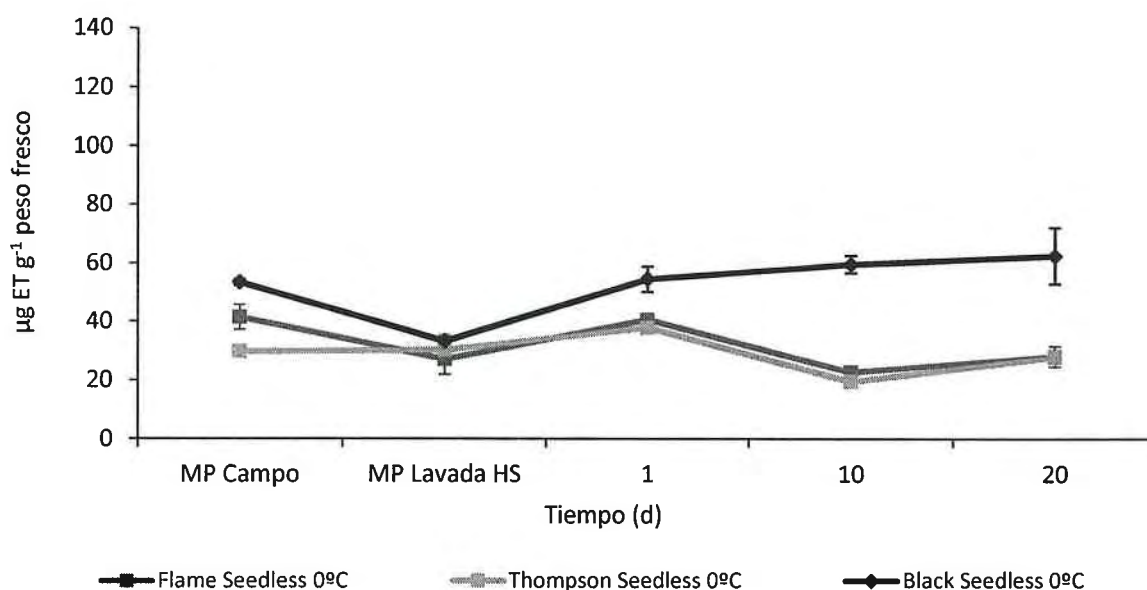


Figura 69. Capacidad antioxidante ($\mu\text{g ET g}^{-1}$ PF) de la pulpa de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless a 0°C durante 20 días. Las barras representan el error estándar de la media. MP: Materia prima; HS: Hipoclorito de sodio (100 mg L^{-1}).

En cuanto a la capacidad antioxidante de la piel de las bayas, FS y BS presentaron los mayores valores significativos durante 20 días a 0°C, sin diferencias entre estas, con un rango de 56.777 a 69.092 $\mu\text{g ET g}^{-1}$ PF (Apéndice,

XXXV). Por el contrario, TS presentó la menor capacidad antioxidante significativa durante 20 días a 0°C, con un rango de 3.552 a 7.123 $\mu\text{g ET g}^{-1}$ PF.

Los resultados, al igual que para el contenido de fenoles, mostraron que la capacidad antioxidante de las bayas variarían mínimamente en el tiempo, permaneciendo estable al menos durante 20 días a 0°C. No existieron diferencias importantes en la capacidad antioxidante, al comparar la materia prima de campo, respecto a la procesada y lavada con HS.

Los incrementos de los valores de capacidad antioxidante de piel para todas las variedades (Figura 70) respecto a la pulpa (Figura 69) fueron considerables, indicando la importancia del consumo de piel de uva de mesa.

De las variedades estudiadas, BS presentó la mayor capacidad antioxidante, tanto para pulpa como para la piel de las bayas, compartiendo en esta última los mayores valores con FS.

Figura 70. Capacidad antioxidante ($\mu\text{g ET g}^{-1} \text{ PF}$) de la piel de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless a 0°C durante 20 días. Las barras representan el error estándar de la media. MP: Materia prima; HS: Hipoclorito de sodio (100 mg L^{-1}).

Parámetros sensoriales

Apariencia

La apariencia tendió a permanecer estable durante 25 días a 0°C (Figura 71). En los días 1, 5, 10, 15 y 20, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice XXVI). BS presentó la mejor apariencia significativa en los días previamente señalados. En cuanto a FS y TS, sus resultados fueron erráticos, sin una tendencia en el tiempo. Finalmente, en el día 25 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Este parámetro presentó variaciones mínimas en el tiempo, lo que sería causado por la baja temperatura de almacenamiento (0°C) (Figura 72). Además, BS fue la variedad que presentó la mejor apariencia durante 25 días a 0°C .

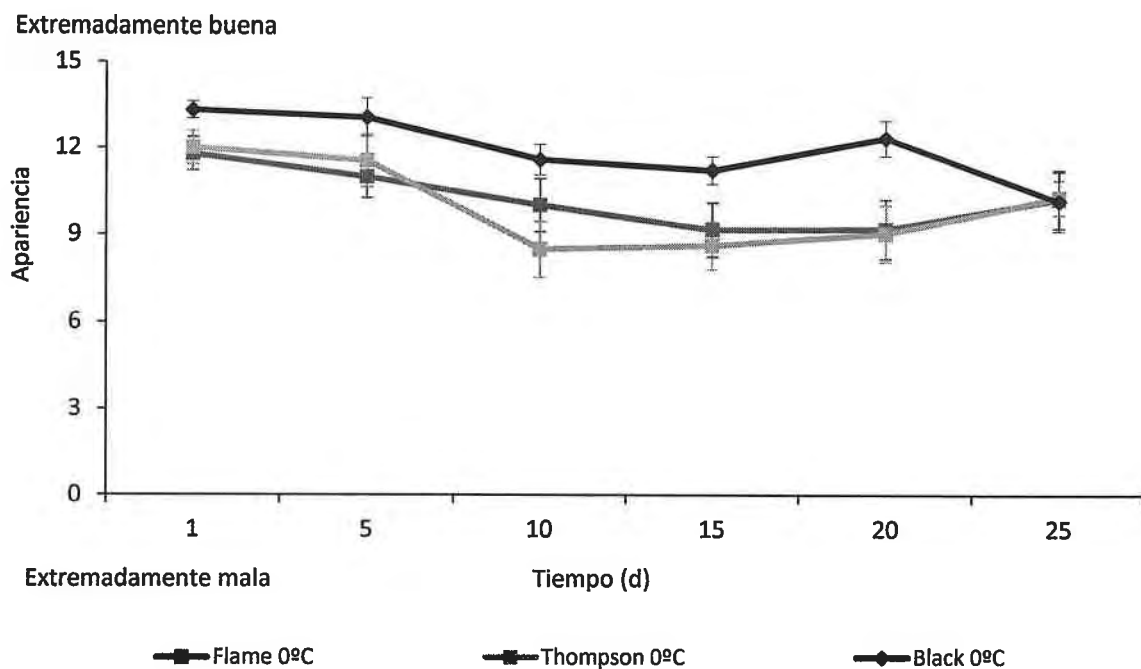


Figura 71. Puntajes para el parámetro sensorial de apariencia, de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless a 0°C durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media.

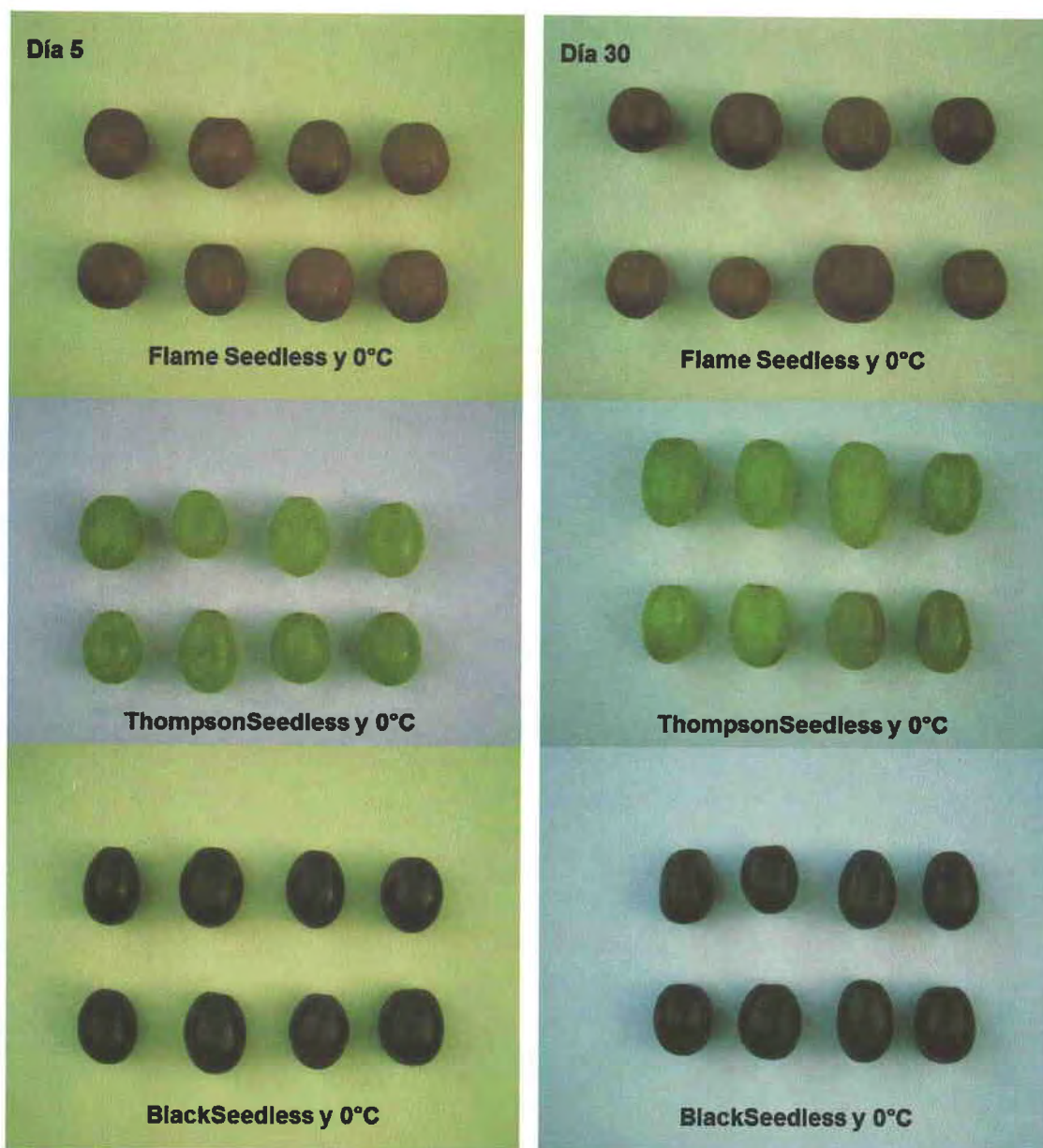


Figura 72. Apariencia de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless a 0°C durante 30 días.

Pardeamiento

Los puntajes permanecieron estables durante 25 días a 0°C (Figura 73). En todos los días analizados se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice XXXVII), en donde TS presentó el mayor pardeamiento. En contraste,

los tratamientos con FS y BS presentaron el menor pardeamiento, sin diferencias significativas entre ellos en los días 1, 5, 10, 15 y 25. En el día 20 el tratamiento con BS presentó el menor pardeamiento significativo, seguido por FS.

BS y FS presentaron el menor pardeamiento en términos visuales (Figura 74), en comparación a TS. Esto estaría asociado al color más oscuro de piel de ambas variedades respecto al color más claro de TS, lo que incidiría en los puntajes.

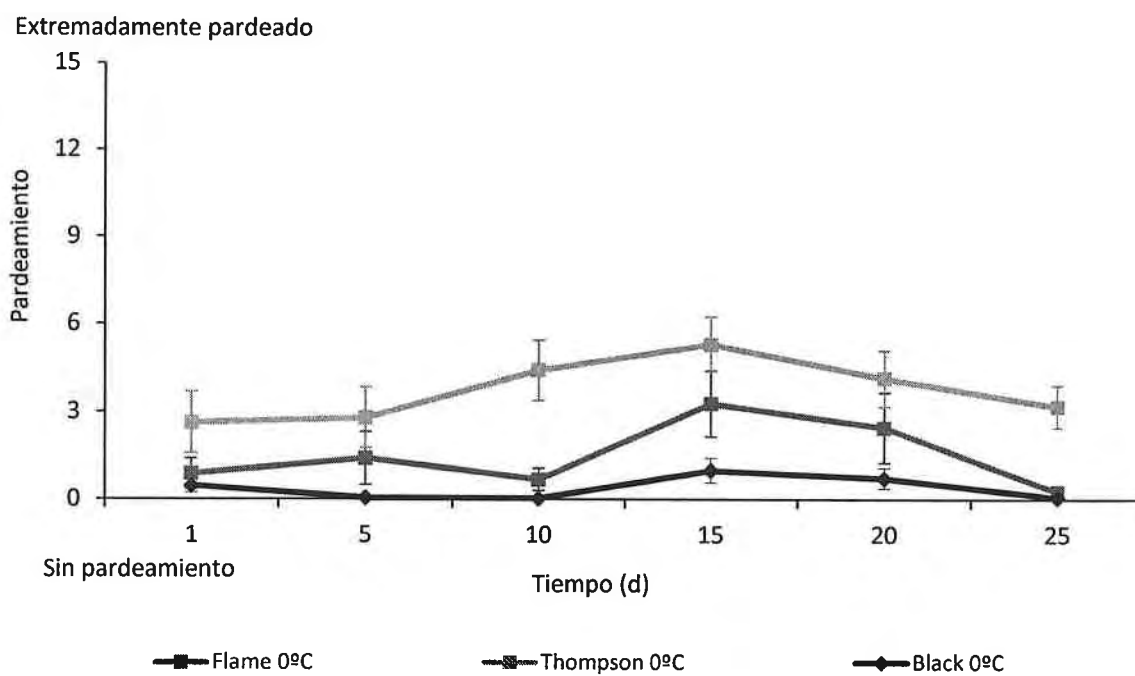


Figura 73. Puntajes para el parámetro sensorial de pardeamiento de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless a 0°C durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media.

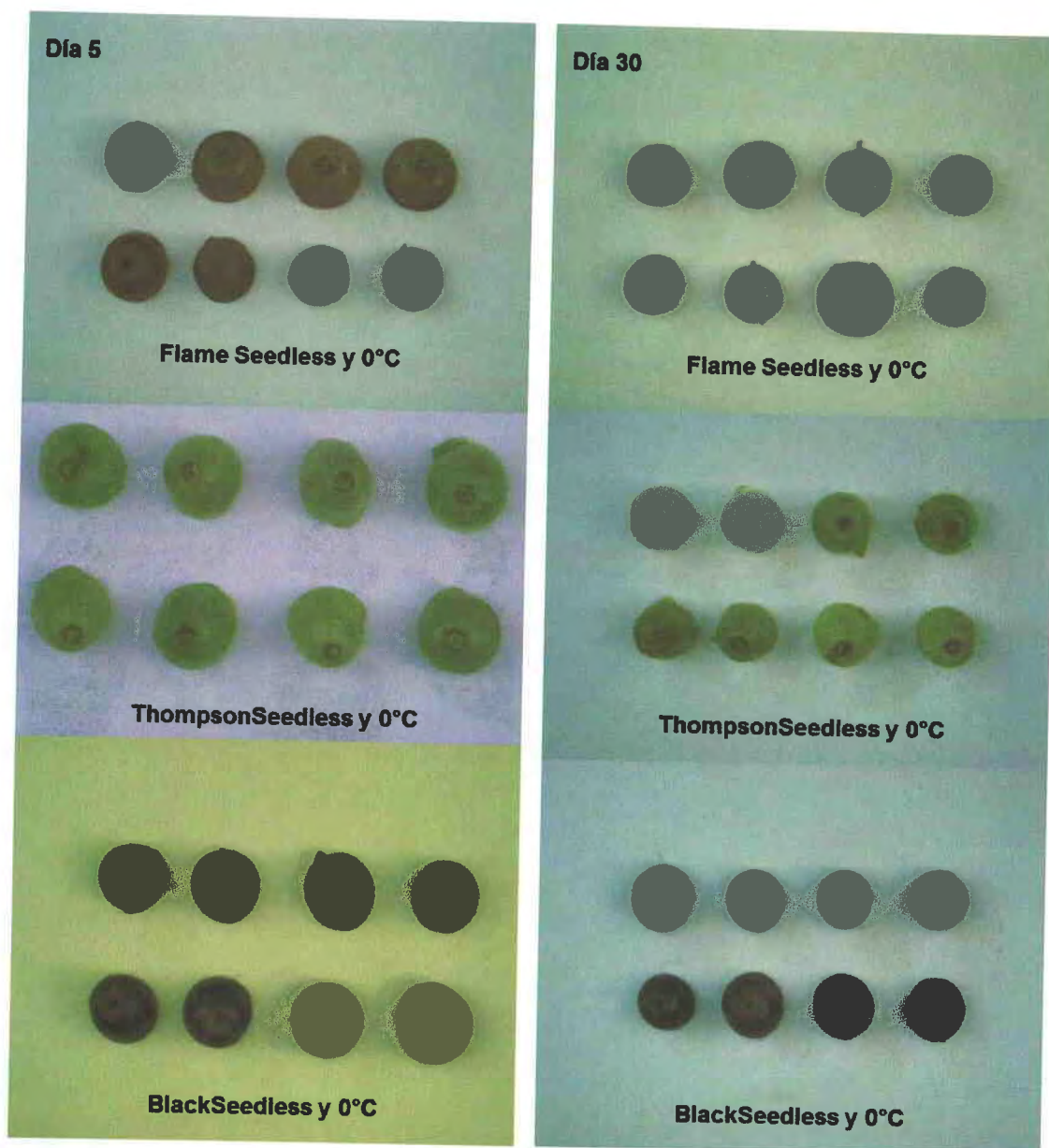


Figura 74. Pardeamiento de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless a 0°C durante 30 días.

Textura

Los resultados tendieron a la estabilidad durante 25 días a 0°C (Figura 75). En los días 1, 5, 10 y 15 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice XXXVIII). En todos estos días, FS presentó la mayor textura

significativa. En el día 10, los mayores puntajes fueron compartidos con TS, sin diferencias significativas entre estas dos variedades. Finalmente, en los días 20 y 25 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

FS presentó la mayor firmeza de las variedades analizadas durante los primeros 15 días a 0°C, y BS la menor firmeza. Desde el día 15 al 25, la textura de las bayas no se diferenció entre las variedades estudiadas.

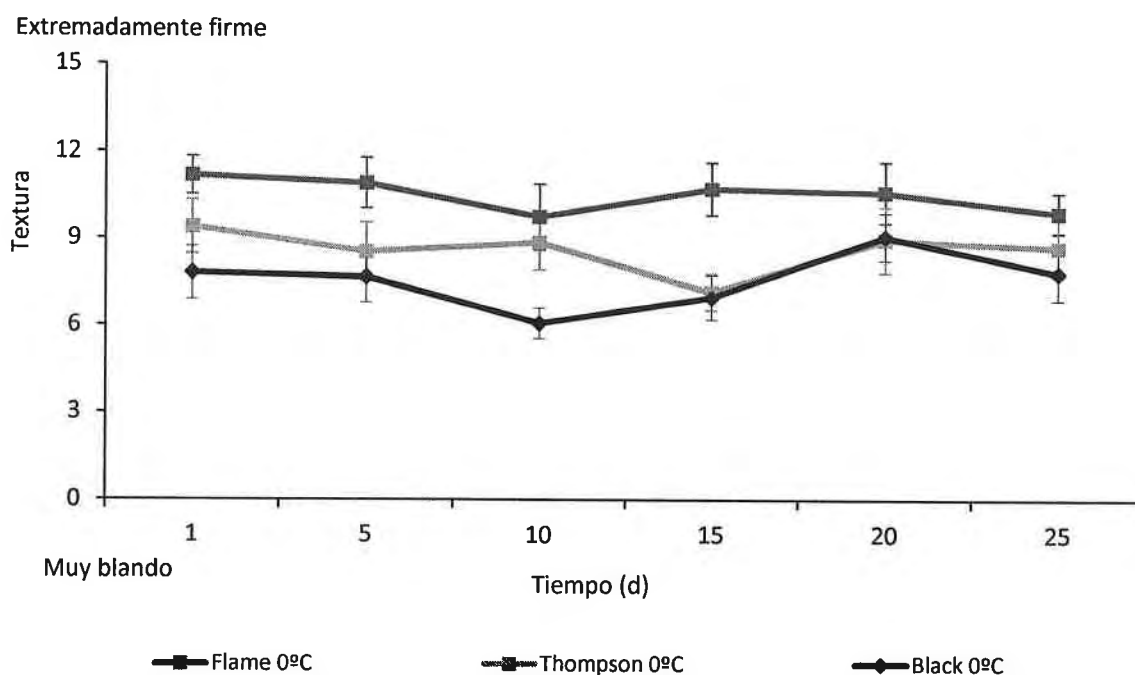


Figura 75. Puntajes para el parámetro sensorial de textura de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless a 0°C durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media.

Sabor típico

Los puntajes permanecieron estables durante 25 días a 0°C (Figura 76). En ninguno de los días analizados se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice, Cuadro 5.6.16).

Los resultados indicaron que en 25 días a 0°C, el proceso no afectó negativamente el sabor típico de las bayas de uva en ninguna de las variedades analizadas, sin diferencias significativas entre estas.

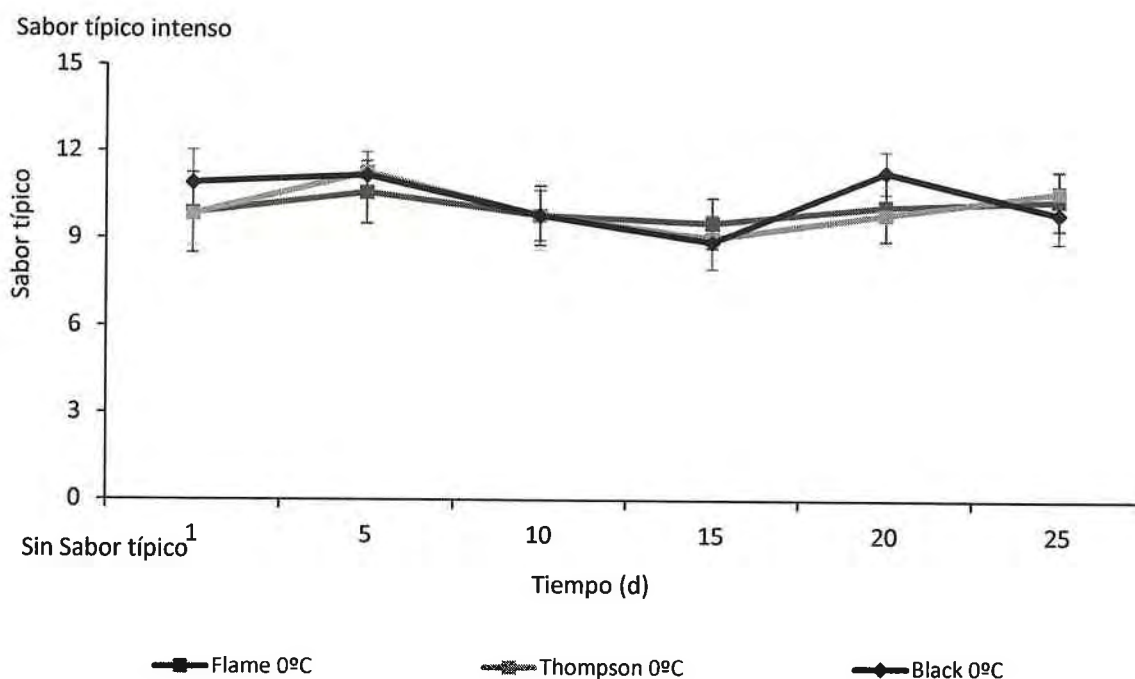


Figura 76. Puntajes para el parámetro sensorial de sabor típico, de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless a 0°C durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media.

Conclusiones

La tasa respiratoria de las bayas desgranadas de todas las variedades analizadas, no aumentarían considerablemente por el procesamiento, manteniéndose con valores bajos, en torno a 15,9 a 5,1 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹.

Las concentraciones de gases de las bayas no variarían en forma significativa entre las variedades estudiadas, en un período de 30 días a 5°C. La estabilización de los gases se alcanzó desde el día 15, con valores en torno a 3,5% CO₂ y 10% O₂.

Las bayas de 'Thompson Seedless', fueron las más susceptibles a las pudriciones desde el día 15 al 30 a 0°C.

El contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante de las bayas de las variedades estudiadas, variaron mínimamente en el tiempo, permaneciendo estables al menos durante 20 días a 0°C. No existieron diferencias importantes en el contenido de fenoles y capacidad antioxidante, al comparar la materia prima de campo, respecto a la procesada y lavada con HS.

Los incrementos de los valores de capacidad antioxidante y fenoles de piel fueron considerables para todas las variedades respecto a la pulpa, indicando la importancia del consumo de piel de uva de mesa.

De las variedades estudiadas, BS presentó el mayor contenido de fenoles y capacidad antioxidante tanto para piel como para pulpa de las bayas, seguido por FS en la piel.

Los parámetros sensoriales (apariencia, pardeamiento, textura y sabor típico) permanecieron estables durante 25 días a 0°C. En relación a la apariencia, 'Black Seedless' presentó la mejor apariencia durante 25 días de ensayo. En pardeamiento, las variedades Black y Flame Seedless, alcanzaron los menores valores en comparación a 'Thompson Seedless'. En Textura, 'Flame Seedless' presentó la mayor firmeza de las variedades estudiadas durante los primeros 15 días a 0°C, mientras que desde el día 15 al 25 la textura no se diferenció significativamente entre las variedades. Finalmente, el sabor típico en 25 días a 0°C, no varió notoriamente en ninguna de las variedades analizadas, sin diferencias significativas entre estas.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 35), señalados en la Carta Gantt de la etapa I del proyecto (Cuadro 1).

Cuadro 35. Actividades realizadas en el ensayo Caracterización de la vida útil y compuestos funcionales en uva de mesa desgranada y almacenada a 0°C.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad de diferentes variedades de uva de mesa desgranada a 0°C.	Se definió la vida útil de uva de mesa desgranada las variedades Flame, Thompson y Black Seedless, en base a su tasa respiratoria, pudriciones, compuestos funcionales y parámetros sensoriales.
Sistema de envasado	Envasado en atmósfera modificada pasiva.	Se presentó un sistema de envasado (baja permeabilidad) para uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless.
Parámetros de calidad	Color de la piel y su contenido de compuestos funcionales.	Se caracterizó el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de uva de mesa desgranada de las variedades Flame, Thompson y Black Seedless a 0°C
	Calidad sensorial (apariencia, pardeamiento, textura y sabor típico).	La calidad de las bayas se mantuvo en el tiempo de almacenaje.

5.1.7 Evaluación de la aplicación de antipardeantes en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' almacenada en atmósfera modificada pasiva a 5°C

Hipótesis

El uso de antipardeantes inhibe el pardeamiento producido en la zona pedicelar de las bayas de uva 'Thompson Seedless', por al menos 30 días de almacenamiento a 5°C y en bolsas con atmósfera modificada pasiva.

Objetivo

Evaluar el efecto del uso de antipardeantes sobre la concentración de gases, color, porcentaje de pudriciones y parámetros sensoriales en bayas sin pedicelo de uvas 'Thompson Seedless', por al menos 30 días de almacenamiento a 5°C y en bolsas con atmósfera modificada pasiva.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Thompson Seedless'.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron en una solución de NaClO (100 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de acero inoxidable acanalado, y un flujo de aire para la producción de burbujas (3 min). Posteriormente, las bayas se sumergieron en tratamientos antipardeantes con agua a 5°C (3 min) y luego se enjuagaron con agua a 5°C (3 min), para eliminar residuos de la superficie de la baya.

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de acero inoxidable de 64x60 cm (5 min). El envasado (Figura 77) se realizó en bolsas de polietileno de baja permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Las bayas envasadas se almacenaron a 5°C durante 30 d.



Figura 77. Envasado de uva de mesa desgranada ‘Thompson Seedless’ en atmósfera modificada pasiva.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 posteriores al procesamiento.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, pudriciones y parámetros físicos (color) y sensoriales (apariencia, pardeamiento, textura, sabores típico y extraño).

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado. La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 36.

Cuadro 36. Tratamientos de soluciones antipardeantes aplicados a uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' a 5°C durante 30 días.

Tratamientos	Combinación antipardeante
1	Agua a 5°C
2	AC 0,3% + EDTA 0,5%
3	AC 0,5% + EDTA 0,5%
4	AA 0,3% + EDTA 0,5%
5	AA 0,5% + EDTA 0,5%

AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

Los resultados indicaron que el porcentaje de sólidos solubles totales fue superior al mínimo de cosecha (19,6% en la caracterización en comparación al mínimo de 16-16,5%). El calibre, en tanto, se presentó con un valor promedio de 18,8 mm (diámetro ecuatorial), el cual estuvo dentro de valores adecuados de exportación (calibre entre 16 y 20 mm) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006). En relación al color, se presentó una tonalidad cercana al verde-amarillo, con L intermedia y fuerte intensidad del color (Cuadro 37).

Cuadro 37. Caracterización de uva de mesa 'Thompson Seedless'.

Parámetros físicos^a	
Peso (g)	7,4±1,0
Diámetro ecuatorial (mm)	18,8±0,9
Diámetro polar (mm)	29,4±2,8
Firmeza (kg-f)	0,5±0,2
Color de piel	
L	47,1±2,1
C*	16,9±1,1
Hab	121,9±28,7
Parámetros químicos^b	
Sólidos solubles totales (%)	19,6±0,9
Acidez titulable (%)	0,5±0,0
pH	3,8±0,0
Sólidos solubles totales/acidez titulable	36,4±4,2

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Concentración de gases

Los resultados indicaron un incremento y disminución de los porcentajes de CO₂ y O₂ respectivamente, hasta el día 5 del almacenamiento a 5°C, para luego estabilizarse (Cuadro 38).

En relación al CO₂, en los días 1 y 25 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice XXXIX). En el resto de los días (días 5, 10, 15, 20 y 30) se presentaron diferencias significativas, con una tendencia del tratamiento AC 0,3% + EDTA 0,5% a alcanzar el mayor porcentaje desde el día 10 al 30 (11,9-11,2%).

En relación al O₂, en los días 1, 5, 15 y 25, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (15,3-4,6%) (Apéndice XL). En los días 10 y 20 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, en donde el tratamiento con AC 0,3% + EDTA 0,5% alcanzó los porcentajes más bajos (4,4-4,5%). En el día 30, la menor concentración significativa la alcanzó el tratamiento con AC 0,3% + EDTA 0,5% (1,7%).

Cuadro 38. Porcentajes de oxígeno y dióxido de carbono en bolsas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 30 días a 5°C. Los valores corresponden a la media (n=3).

	CO ₂ (%)						
	Tiempo de almacenamiento (d)						
	1	5	10	15	20	25	30
Agua 5°C	3,4	9,9	11,1	9,3	10,6	8,5	7,0
AC 0,3% + EDTA 0,5%	3,1	9,3	11,9	11,2	11,3	8,0	11,2
AC 0,5% + EDTA 0,5%	2,9	7,8	9,0	9,1	9,7	8,6	8,6
AA 0,3% + EDTA 0,5%	2,6	9,7	9,6	9,9	8,3	10,2	8,4
AA 0,5% + EDTA 0,5%	2,9	7,6	6,9	6,8	6,9	6,5	7,0
	O ₂ (%)						
	13,7	5,8	5,1	6,0	4,9	5,4	7,5
	14,4	5,1	4,4	4,9	4,5	7,7	1,7
	14,2	6,5	5,3	4,6	4,8	5,7	5,2
	15,3	5,8	5,9	5,0	5,9	5,8	5,3
	14,7	6,1	8,2	6,3	6,3	5,5	5,2

AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

La estabilización de la atmósfera se alcanzó desde el día 5, con concentraciones en torno a 8-10% CO₂ y 5-7% O₂, las que serían efectivas para inhibir el crecimiento de pudriciones (Kader, 2007). El tratamiento con AC 0,3% + EDTA 0,5% alcanzó las mayores y menores concentraciones de CO₂ y O₂ respectivamente, en la mayoría de los días analizados.

Parámetros físicos

Color de la piel de uva de mesa

L

Este parámetro permaneció estable durante 30 días a 5°C (Figura 78). En los días 1, 5, 10, 15, 20 y 25 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (48,4-43,3) (Apéndice XLI). En el día 30, el tratamiento con la mayor L significativa fue AC 0,3% + EDTA 0,5% (45,7). En tanto, en el mismo día los tratamientos con agua a 5°C; AC 0,3% + EDTA 0,5% y AA 0,3% + EDTA 0,5%, presentaron las menores L, sin diferencias significativas entre ellos (46,1-45,6).

Al no observarse una tendencia en el tiempo, la L no sería afectada por los tratamientos empleados, durante 30 días a 5°C.

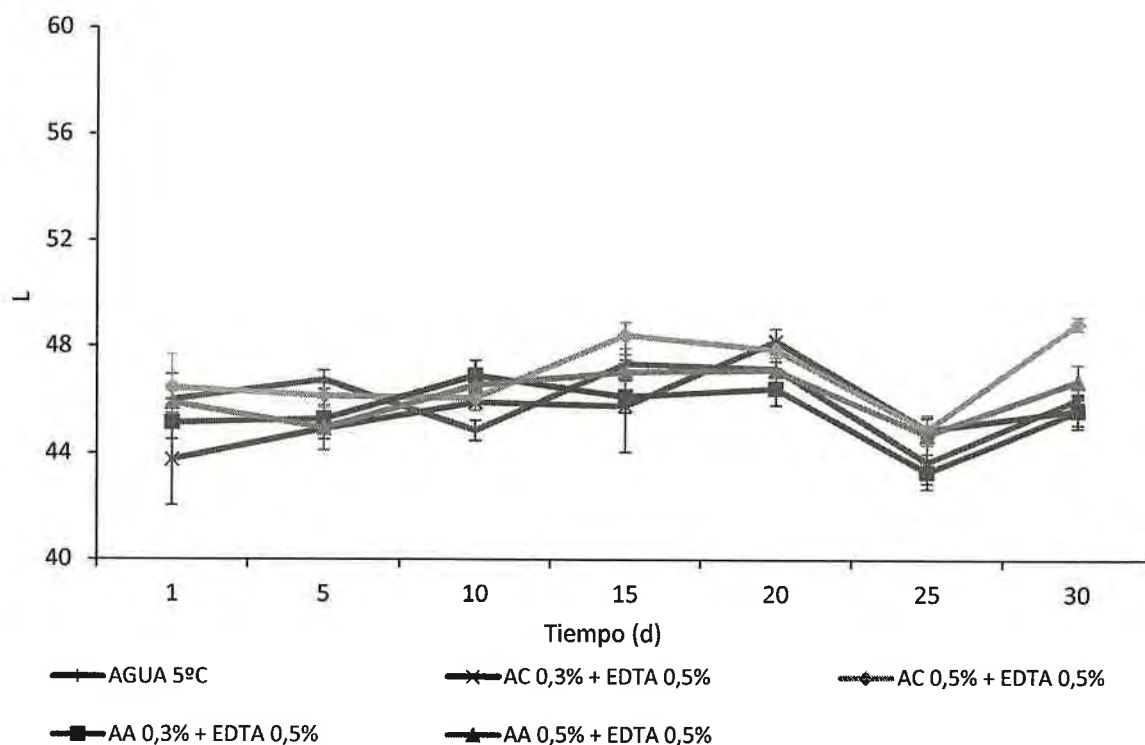


Figura 78. Valores de L de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético

C*

La C* tendió a valores estables durante 30 días a 5°C (Figura 79). En ninguno de los días analizados se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (19,7-12,6) (Apéndice XLII).

Al igual que en el parámetro L, C* no sería afectado por los tratamientos empleados, durante 30 días a 5°C.

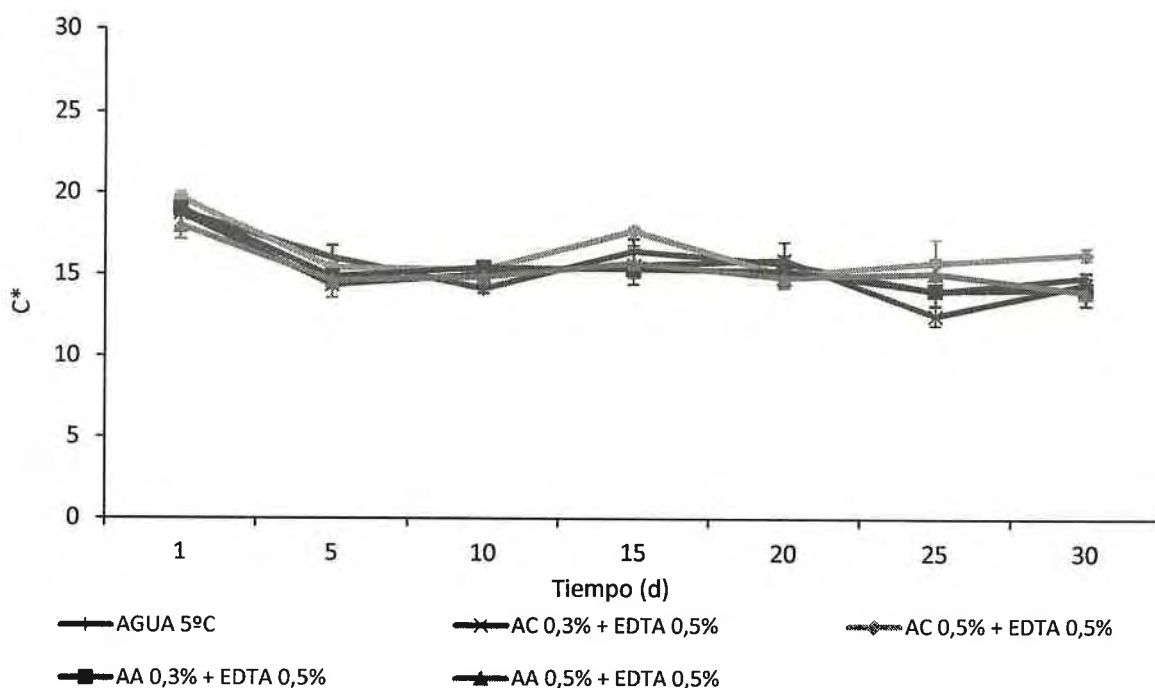


Figura 79. Valores de C^* de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

H_{ab}

El parámetro H_{ab} permaneció estable durante 30 días a 5°C (Figura 80). En los días 1, 5, 10, 15, 20 y 25 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (124,7-110,8°) (Apéndice XLIII). En el día 30, el tratamiento con AC 0,5% + EDTA 0,5% presentó el mayor H_{ab} significativo (113,5°), mientras que el tratamiento con AA 0,3% + EDTA 0,5% presentó el menor H_{ab} (108,7°).

De la misma forma que para los parámetros L y C^* , H_{ab} no sería afectado por los tratamientos empleados, durante 30 días a 5°C.

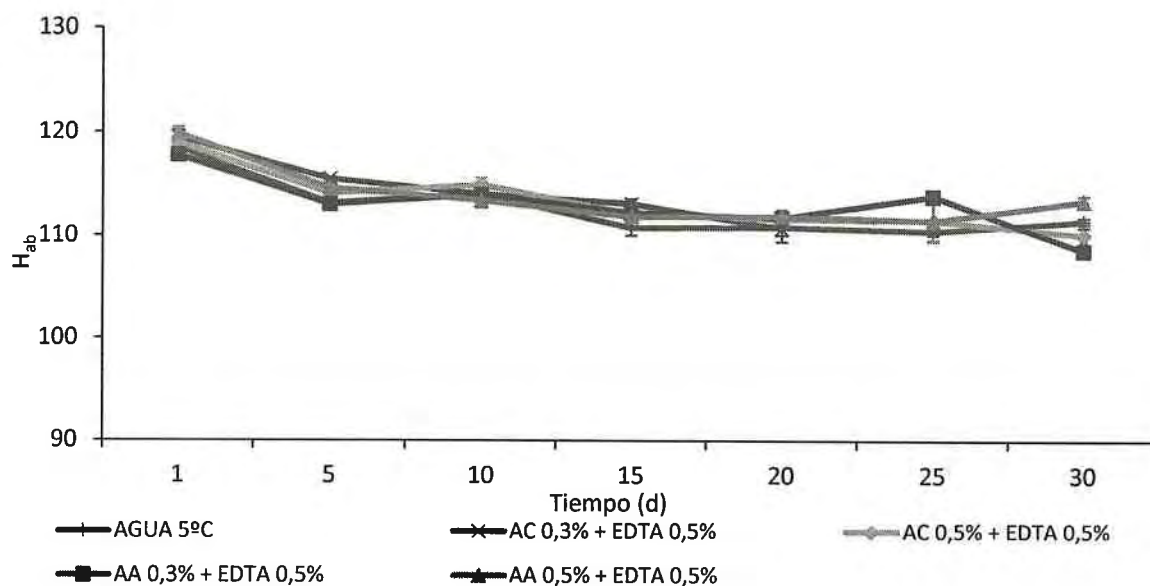


Figura 80. Valores de H_{ab} de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Porcentaje de pudriciones

Hasta el día 10 del ensayo no se presentaron pudriciones leves (Cuadro 39). Hasta el día 25, las pudriciones fueron menores al 5%, a excepción del día 20, en donde AC 0,3% + EDTA 0,5% alcanzó 8,3% de pudriciones. En el día 30 los porcentajes se incrementaron sobre el 15%.

Los resultados probablemente estuvieron relacionados a las altas y bajas concentraciones de CO_2 y O_2 respectivamente (8-10% CO_2 y 5-7% O_2) alcanzados en las bolsas, lo que favorecería la inhibición de las pudriciones en las bayas (Kader, 2007).

Cuadro 39. Rango de porcentajes de pudriciones leves (< 25% de la baya), de bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 30 días a 5°C

	Tiempo de almacenamiento (d)					
	5	10	15	20	25	30
Agua 5°C	0	0	0	0-10	0-5	15-25
AC 0,3% + EDTA 0,5%	0	0	0-5	5-15	0-5	20-25
AC 0,5% + EDTA 0,5%	0	0	0-10	0-5	0	10-25
AA 0,3% + EDTA 0,5%	0	0	0	0-5	0-5	20-45
AC 0,5% + EDTA 0,5%	0	0	0	0	5	10-25

AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Parámetros sensoriales

Apariencia

Se presentó una disminución gradual de los puntajes de apariencia para todos los tratamientos, durante 25 días a 5°C (Figuras 81 y 82). En los días 1, 5 y 10 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice XLIV), en donde el tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5% alcanzó los puntajes significativamente más altos (mejor apariencia de las bayas). Por el contrario, el tratamiento con agua a 5°C (testigo) presentó la peor apariencia en los días 1 y 5. En tanto, en el día 10 el tratamiento con AA 0,3% + EDTA 0,5% presentó la peor apariencia.

Los buenos resultados logrados por el tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5 hasta el día 10 del ensayo, estaría asociado a los beneficios de la solución antipardeante utilizada, mientras que el testigo con agua a 5°C (testigo) en el mismo período presentó la peor apariencia. Los beneficios de la solución se basarían en la inhibición del pardeamiento en la zona de unión pedicelo-baya, lo que mejoraría la apariencia general de las bayas. La inhibición del pardeamiento se basaría en el beneficio del AA, como agente reductor de las o-quinonas generadas por la acción de la enzima polifenol oxidasa (PPO) (Hsu *et al.*, 1988), y del EDTA, el que actúa como un quelante del ión cobre de la PPO (Miyawaki, 2006).

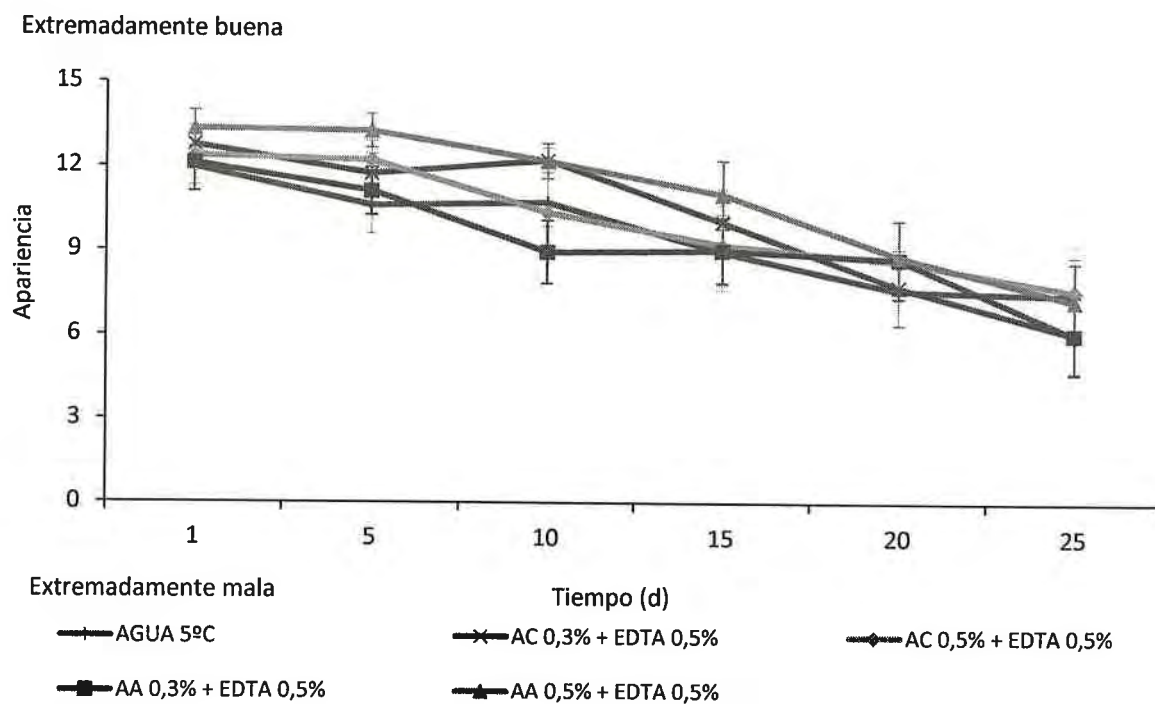


Figura 81. Puntajes para el parámetro sensorial de apariencia, de bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 25 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

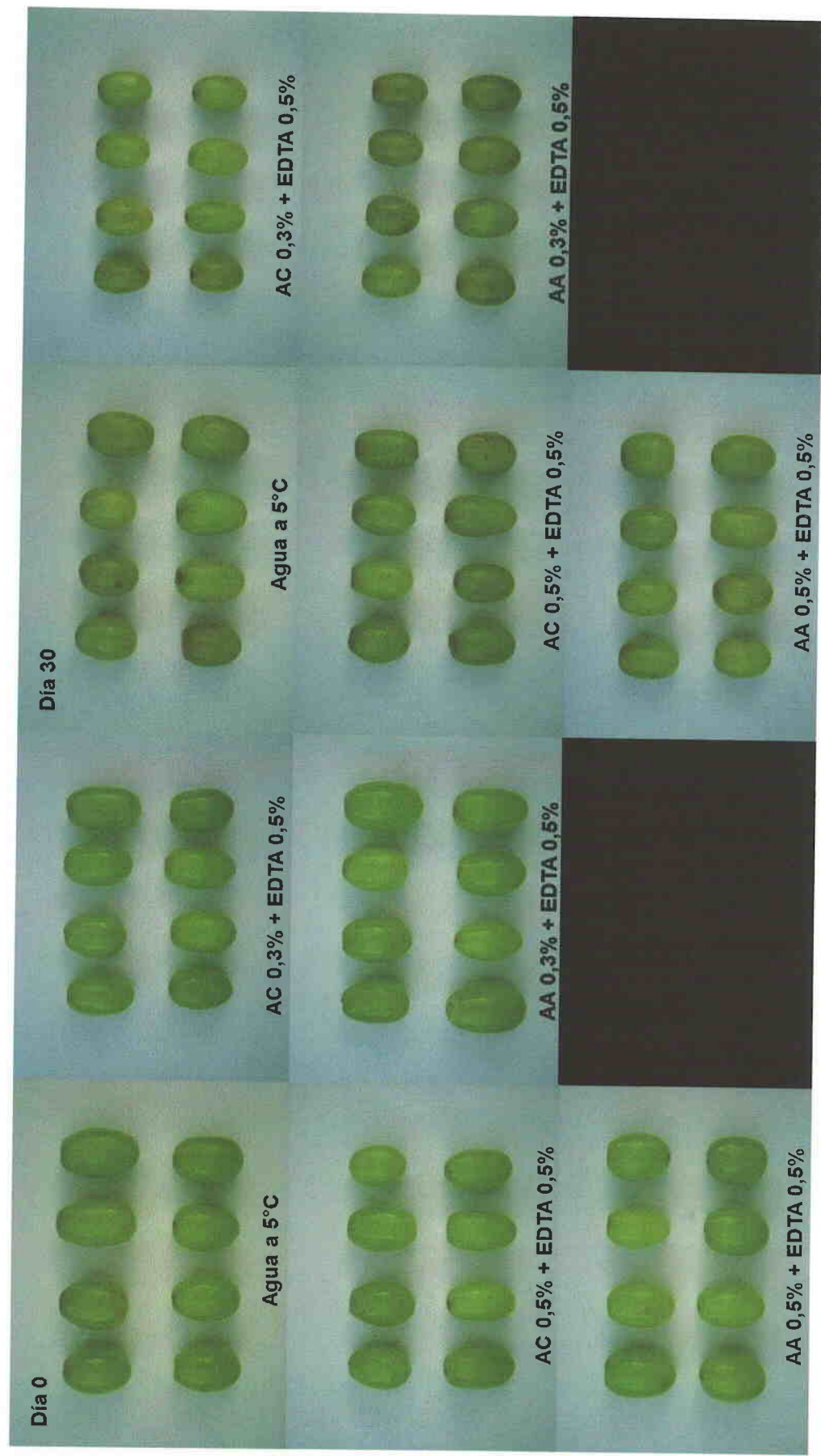


Figura 82. Apariencia de bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 30 días a 5°C. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Pardeamiento

Se presentó un incremento del pardeamiento de las bayas en todos los tratamientos, durante 25 días a 5°C (Figura 83). En los días 5 y 10 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice XLV). En el día 5, el tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5% alcanzó el menor pardeamiento. En tanto, en el día 10 el tratamiento de AC 0,3% + EDTA 0,5% presentó el menor pardeamiento. En el resto de días analizados no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

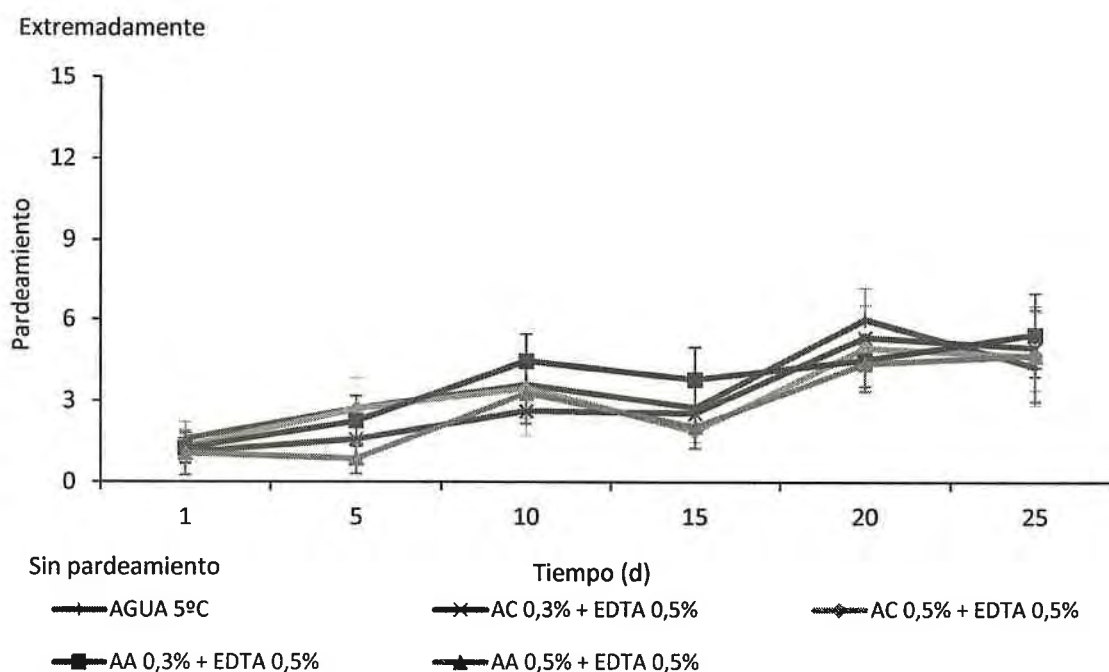


Figura 83. Puntajes para el parámetro sensorial de pardeamiento, de bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 25 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Para todos los tratamientos el pardeamiento se incrementó en el tiempo (Figura 84). Al contrastar los resultados con los de apariencia, se repitió el efecto positivo de la combinación antipardeante de AA 0,5% + EDTA 0,5%. El período de

protección encontrado en el parámetro sensorial de pardeamiento fue breve (5 días), en comparación a la apariencia (10 días).

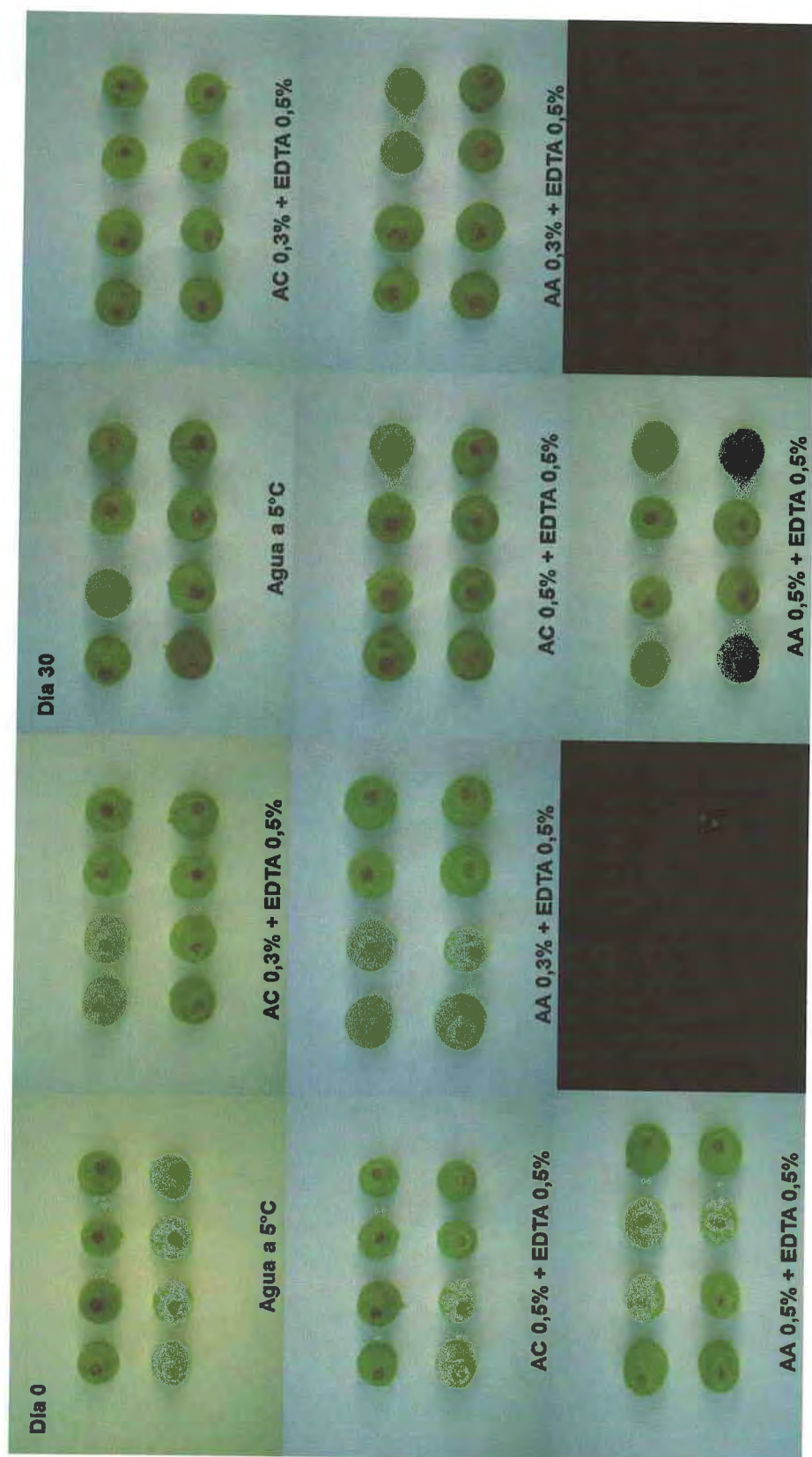


Figura 84. Pardeamiento de bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 30 días a 5°C.

AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Textura

Este parámetro sensorial permaneció estable durante 25 días a 5°C (Figura 85). No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los días analizados.

No se presentaron efectos en la textura de las bayas por los tratamientos utilizados en este ensayo, durante 25 días a 5°C.

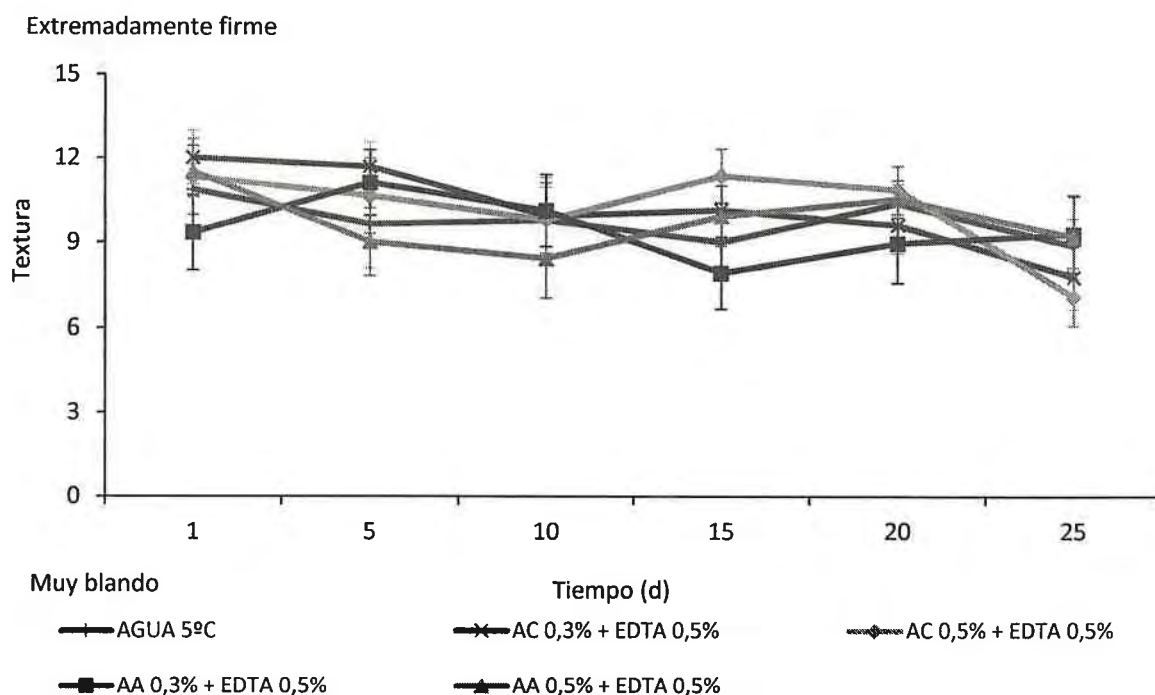


Figura 85. Puntajes para el parámetro sensorial de textura, de bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 25 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Sabor típico

Los valores permanecieron estables durante 25 días a 5°C (Figura 86). En el día 1, el tratamiento con AC 0,5% + EDTA 0,5% alcanzó el menor puntaje significativo

(menor sabor típico), mientras que los tratamientos con AC 0,3% + EDTA 0,5% y AA 0,5% + EDTA 0,5% presentaron los mayores valores significativos (sabor típico más intenso) para el mismo día, sin diferencias significativas (Apéndice, XLVI). En el resto de los días analizados no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (días 5, 10, 15, 20 y 25).

Al no observarse una tendencia en el tiempo, el sabor típico de las bayas 'Thompson Seedless' no sería afectada por los tratamientos empleados, durante 25 días a 5°C.

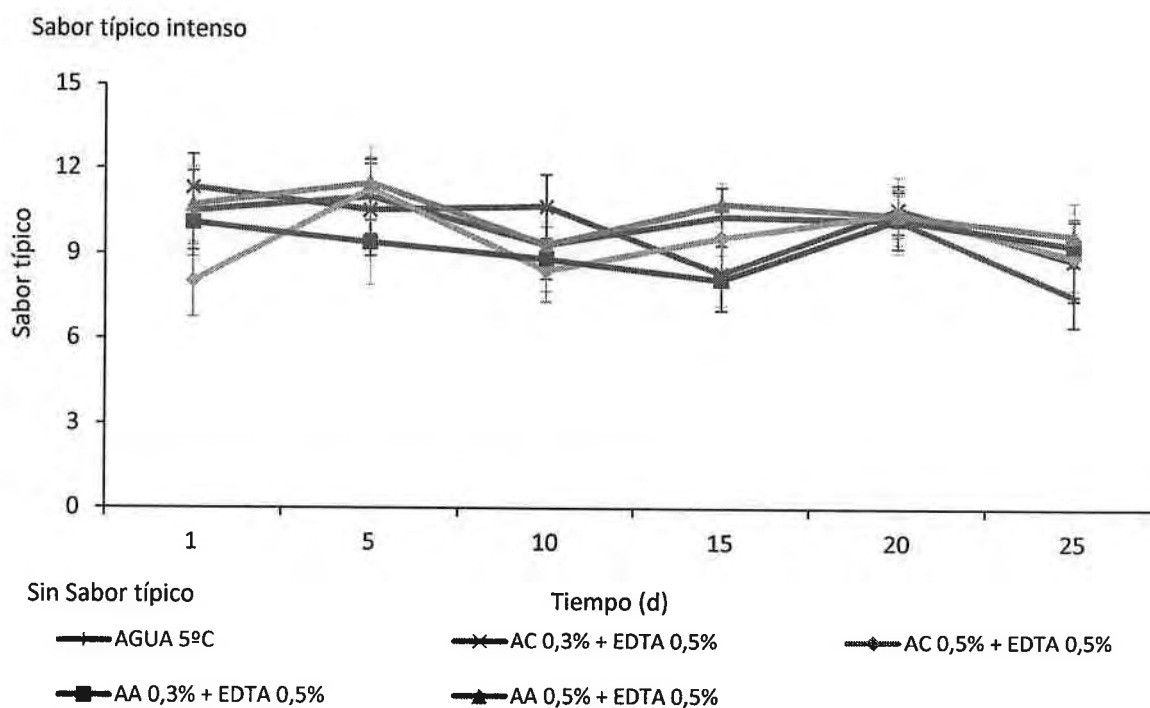


Figura 86. Puntajes para el parámetro sensorial de sabor típico de bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 25 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Sabor extraño

Se presentó un leve incremento en los sabores extraños de las bayas para todos los tratamientos, durante 25 días a 5°C (Figura 87). En el día 1 el tratamiento con AC 0,3% + EDTA 0,5% presentó el mayor valor significativo (sabor extraño más intenso), (Apéndice XLVII). En el día 10, los tratamientos con AC 0,5% + EDTA 0,5% y AA 0,3% + EDTA 0,5% presentaron los mayores valores significativos, sin diferencias significativas entre ellos, mientras que el menor valor significativo lo presentó el tratamiento agua a 5°C. En el resto de los días analizados (días 15, 20 y 25) no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

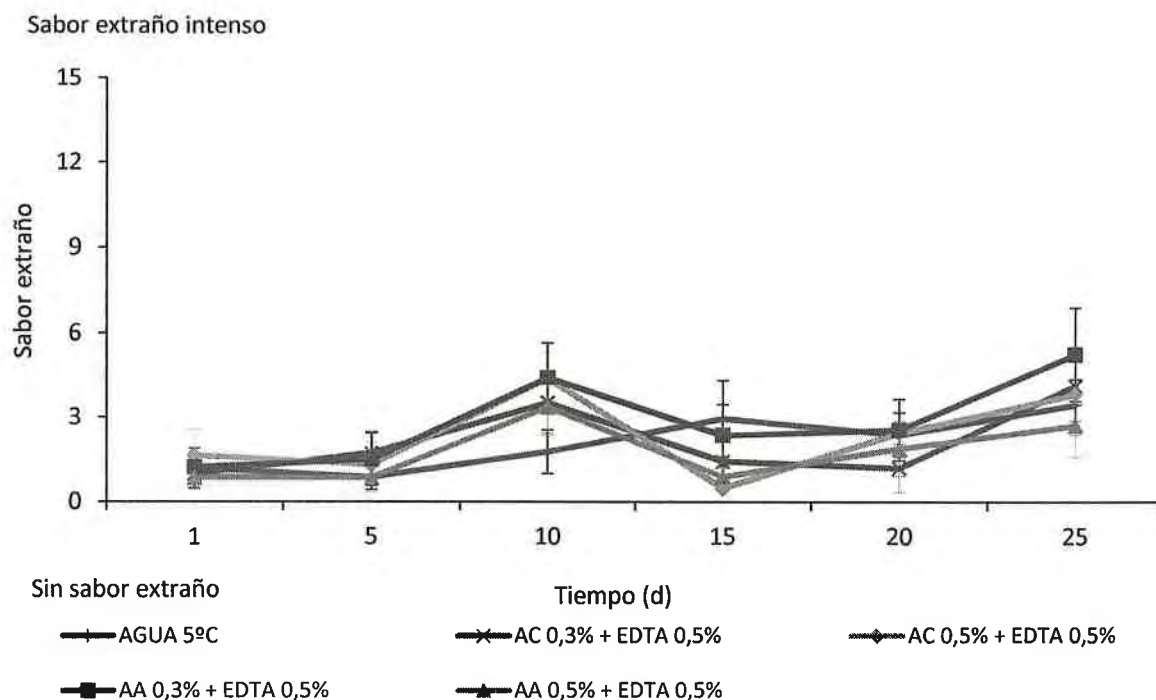


Figura 87 Puntajes para el parámetro sensorial de sabor extraño, de bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 25 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Los resultados indicaron un incremento del sabor extraño de las bayas de uva 'Thompson Seedless' para todos los tratamientos, lo que podría ser causado por la senescencia natural que sufren las bayas durante el almacenaje, lo que trae consigo una menor calidad sensorial. Hasta el día 10 del almacenamiento, el tratamiento agua a 5°C alcanzó el menor sabor extraño en comparación a los tratamientos con soluciones antipardeantes (a excepción del día 5, en donde no se diferencia con el tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5%). Luego de este período de tiempo, no se presentaron diferencias entre la aplicación de antipardeantes y el testigo con agua a 5°C.

Conclusiones

La estabilización de la atmósfera se alcanzó después de 5 días, con 8-10% CO₂ y 5-7% O₂.

Los parámetros de color (L, C* y H_{ab}) no fueron afectados significativamente por las soluciones antipardeantes utilizadas, durante 30 días a 5°C.

Hasta el día 10 no se presentaron pudriciones en las bayas de 'Thompson Seedless'. Hasta el día 25 las pudriciones aún se mantuvieron con porcentajes debajo 5%, a excepción del día 20 en donde el tratamiento con AC 0,3% + EDTA 0,5% presentó 8,3%. En el día 30 los porcentajes aumentaron sobre el 15% para todos los tratamientos, sin embargo, se encontraron dentro de la categoría de pudriciones leves (< 25% de la baya).

La apariencia empeoró gradualmente para todos los tratamientos durante 25 días a 5°C. El tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5% alcanzó la mejor apariencia en las bayas de 'Thompson Seedless' hasta el día 10 del almacenamiento a 5°C, mientras que el testigo con agua a 5°C en el mismo período de tiempo alcanzó la peor apariencia. Luego de este periodo tiempo, la apariencia no se diferenció estadísticamente entre los tratamientos.

Para todos los tratamientos el pardeamiento de las bayas 'Thompson Seedless' se incrementó durante 25 días a 5°C. El tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5% inhibió el pardeamiento durante 5 días a 5°C.

No se presentaron efectos en la textura y sabor típico de las bayas por los tratamientos utilizados en este ensayo, durante 25 días a 5°C.

Se presentó un leve incremento en los sabores extraños de las bayas para todos los tratamientos, durante 25 días a 5°C. Hasta el día 10 del almacenamiento, el tratamiento agua a 5°C alcanzó el menor sabor extraño en comparación a los tratamientos con soluciones antipardeantes (a excepción del día 5, en donde no se diferencia con el tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5%). Luego de este período de tiempo, no se presentaron diferencias entre la aplicación de antipardeantes y el testigo con agua a 5°C.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 40), señalados en la Carta Gantt de la etapa I del proyecto (Cuadro 1).

Cuadro 40. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la aplicación de antipardeantes en uva de mesa 'Thompson Seedless' almacenada en atmósfera modificada pasiva y refrigeración.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' a 5°C.	Se definió la vida útil de 'Thompson Seedless' desgranada, en base a características de color, pudriciones y sensorial de la uva.
Sistemas de desinfección	Ácidos orgánicos para desinfectar e impedir el pardeamiento de la uva.	Reducen la carga microbiológica y evitan el pardeamiento. En este ensayo AA 0,5% + EDTA 0,5% inhibió el pardeamiento durante 5 días a 5°C.
Sistema de envasado	Envasado en atmósfera modificada pasiva.	Se presentó un sistema de envasado para bayas de 'Thompson Seedless' con bolsas de baja permeabilidad.
Parámetros de calidad	Calidad sensorial (apariencia, pardeamiento, textura, sabor típico y sabor extraño).	La calidad de las bayas se mantuvo en el tiempo de almacenaje, a excepción de un aumento del sabor extraño

5.1.8 Evaluación de la aplicación de antipardeantes en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' almacenada en atmósfera modificada activa a 5°C

Hipótesis

El uso de antipardeantes y atmósfera modificada activa, prolonga la vida útil de las bayas sin pedicelo de uva 'Thompson Seedless', por al menos 30 días de almacenamiento a 5°C.

Objetivo

Evaluar el efecto del uso de antipardeantes y atmósfera modificada activa (5% O₂ y 5% CO₂), sobre la concentración de gases, color, porcentaje de pudriciones y parámetros sensoriales, en bayas sin pedicelo de uvas 'Thompson Seedless', por al menos 30 días de almacenamiento a 5°C.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Thompson Seedless'.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron en una solución de NaClO (100 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de acero inoxidable acanalado, y un flujo de aire para la producción de burbujas (3 min). Posteriormente, las bayas se sumergieron en tratamientos antipardeantes con agua a 5°C (3 min) y luego se enjuagaron con agua a 5°C (3 min), para eliminar residuos de la superficie de la baya.

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de acero inoxidable de 64x60 cm (5 min). El envasado (Figura 88) se realizó en bolsas de polietileno de baja permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), con una inyección de gases de 5% O_2 y 5% CO_2 . Las bayas envasadas se almacenaron a 5°C durante 30 d.



Figura 88. Envasado de bayas de uva Thompson Seedless, en bolsas de atmósfera modificada activa.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 posteriores al procesamiento.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, pudriciones y parámetros físicos (color) y sensoriales (apariencia, pardeamiento, textura, sabores típico y extraño).

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado. La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 41.

Cuadro 41. Tratamientos de soluciones antipardeantes y atmósfera modificada activa (5% O₂ y 5% CO₂) aplicados a uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' a 5°C durante 30 días.

Tratamientos	Combinación antipardeante
1	Agua 5°C
2	AC 0,5% + EDTA 0,5%
3	AA 0,5% + EDTA 0,5%

AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

En relación al color, se presentó una tonalidad cercana al verde-amarillo, con L intermedia y baja intensidad del color (Cuadro 42). Los resultados indicaron que el porcentaje de sólidos solubles totales estuvo dentro del mínimo aceptable para cosecha (16,8% en la caracterización en comparación al mínimo de 16-16,5%). El calibre en tanto se presentó con un valor promedio de 19,6 mm (diámetro ecuatorial), el cual estuvo dentro de valores adecuados de exportación (calibre entre 16 y 20 mm) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006).

Cuadro 42. Caracterización de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless'.

Parámetros físicos^a

Peso (g)	8,2±0,9
Diámetro ecuatorial (mm)	19,6±1,1
Diámetro polar (mm)	30,5±2,5
Firmeza (kg-f)	0,6±0,1
Color de piel	
L	45,9±2,7
C*	12,8±1,6
Hab	109,7±3,0

Parámetros químicos^b

Sólidos solubles totales (%)	16,8±0,7
Acidez titulable (%)	0,5±0,0
pH	3,8±0,1
Sólidos solubles totales/acidez titulable	34,1±0,8

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Concentración de gases

Los resultados mostraron una tendencia a un incremento y disminución de las concentraciones de CO₂ y O₂ respectivamente, para todos los tratamientos durante 30 días a 5°C (Figura 89).

En relación al CO₂, los tratamientos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos en el día 10 del ensayo a 5°C, mientras que en el resto de los días (1, 5, 15, 20, 25 y 30) se presentaron diferencias significativas (Apéndice XLVIII). El tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5%, presentó hasta el día 25 el mayor porcentaje significativo de CO₂ (6,2 a 10,5%). En el día 30 el tratamiento con agua a 5°C alcanzó el mayor porcentaje (11,7%).

En cuanto al O₂, en el día 1 el tratamiento con AC 0,5% + EDTA 0,5% alcanzó el menor porcentaje significativo (7,1%) (Apéndice XLIX). En el día 5 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. En los días 10, 15, 20 y 25 el tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5% presentó los menores porcentajes significativos de O₂ (4,9 a 4,4%). Finalmente, en el día 30 el tratamiento agua a 5°C presentó el menor porcentaje de O₂ (3,8%).

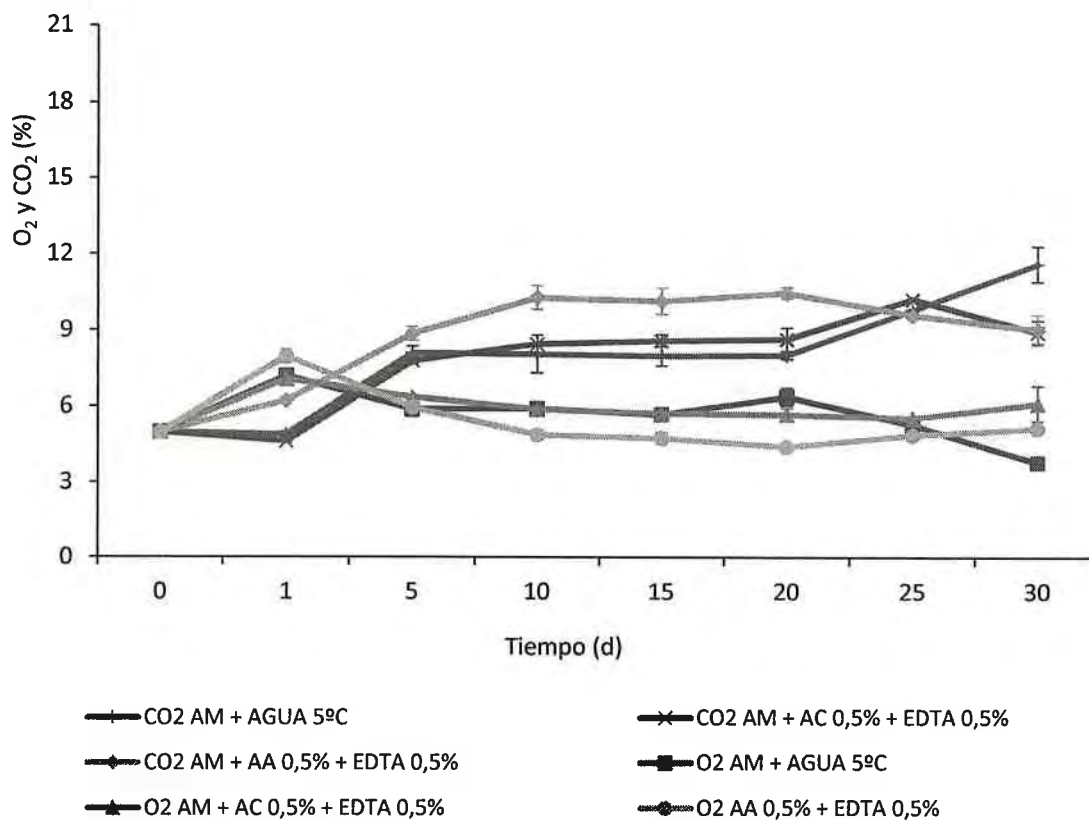


Figura 89. Porcentajes de oxígeno y dióxido de carbono de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AM: atmósfera modificada activa. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

La estabilización de la atmósfera se alcanzó desde el día 10 al 30, con concentraciones de 8,0-11,7% CO₂ y 3,8-7,0% O₂. El tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5% tendió a presentar las mayores y menores concentraciones de CO₂ y O₂ respectivamente (6,2-10,5% CO₂ y 8,0-4,4% O₂).

Parámetros físicos

Color de la piel de uva de mesa

L

Se presentaron valores estables de L durante 30 días a 5°C (Figura 90). En los días 1, 5, 10, 25 y 30 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (47,8-43,8) (Apéndice L). En el día 15, el tratamiento con agua a 5°C presentó la mayor L significativa (44,7), mientras que la menor fue de AA 0,5% + EDTA 0,5% (42,8). En el día 20 el tratamiento con AC 0,5% + EDTA 0,5% presentó la mayor L significativa (46,2), mientras que la menor la obtuvo el tratamiento agua a 5°C (43,9).

Debido a que los tratamientos con antipardeantes no se diferenciaron del testigo con agua a 5°C en la mayoría de los días analizados (días 1, 5, 10, 25 y 30), no habría un efecto significativo de las soluciones antipardeantes sobre la L de las bayas.

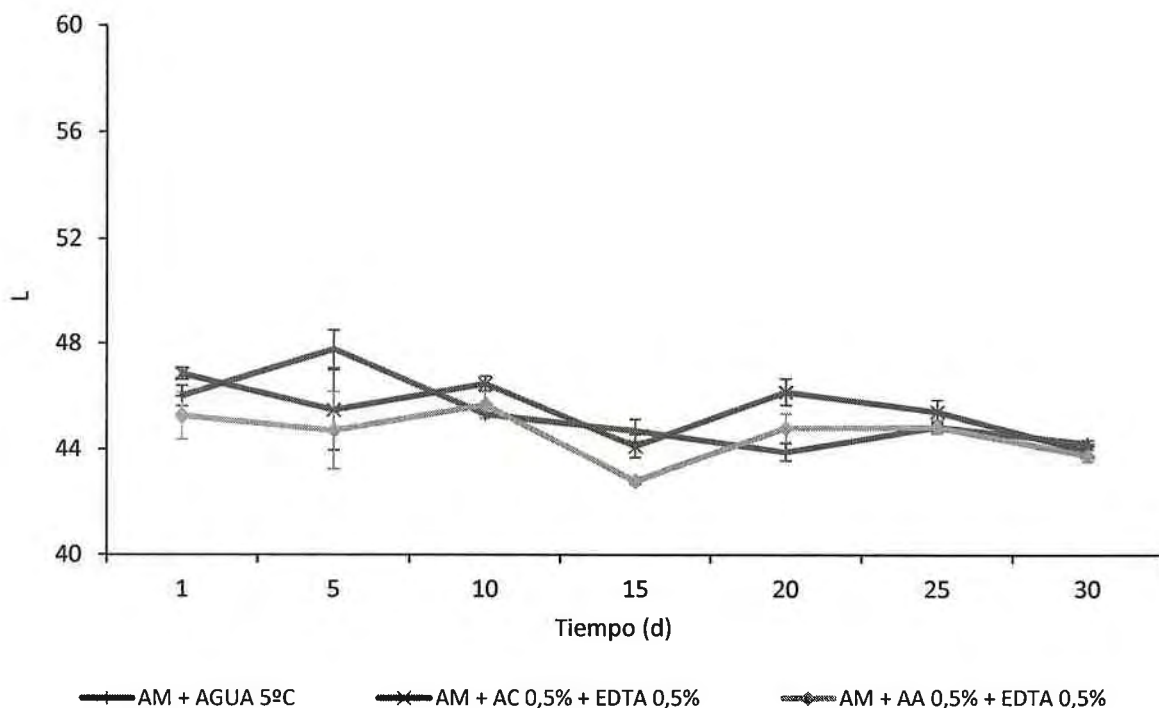


Figura 90. Valores de L de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AM: atmósfera modificada activa. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

C*

Al igual que en el parámetro L, C* presentó valores estables durante 30 días a 5°C (Figura 91). En los días 1, 10, 25 y 30 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (16,0-11,6) (Apéndice LI). En el día 5 el tratamiento agua a 5°C presentó la mayor C* significativa (17,7). En el día 15 el tratamiento con AC 0,5% + EDTA 0,5% presentó la mayor C* significativa (14,2). Finalmente, en el día 20 los tratamientos con AC 0,5% + EDTA 0,5% y AA 0,5% + EDTA 0,5% presentaron las mayores saturaciones, sin diferencias significativas entre ellos (14,8-15,0).

Al igual que el parámetro L, C* no mostró una tendencia que indicara efectos de las soluciones antipardeantes sobre este parámetro.

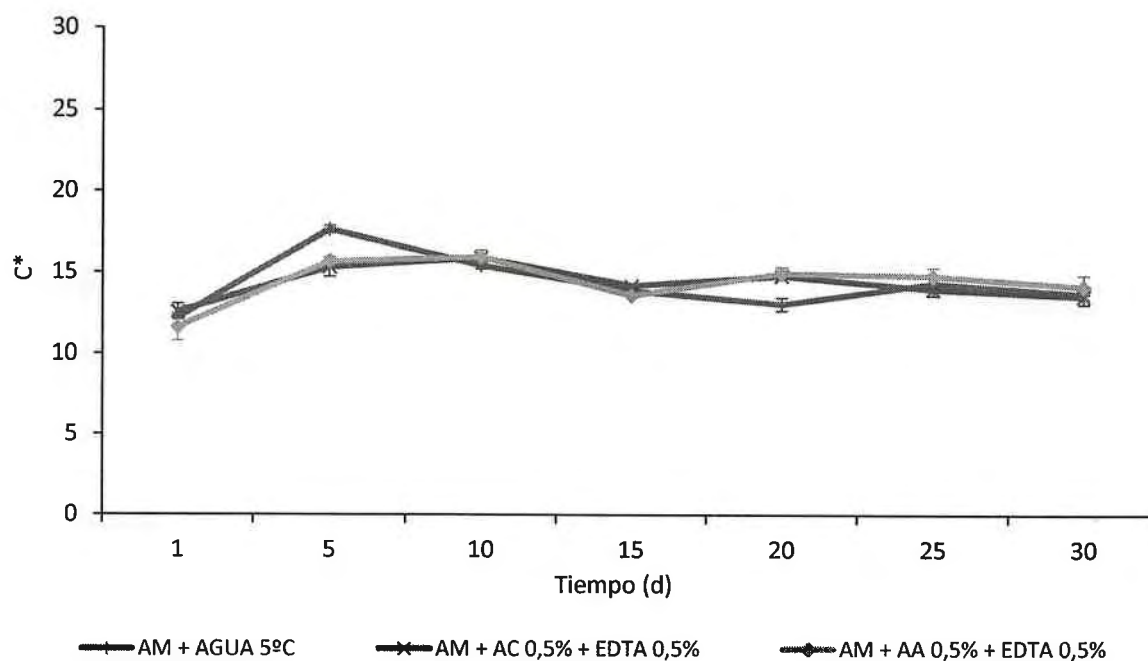


Figura 91. Valores de C^* de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AM: atmósfera modificada activa. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

H_{ab}

El valor de H_{ab} permaneció estable durante 30 días a 5°C (Figura 92). En ninguno de los días analizados se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (107,9-108,6°).

Al igual que los parámetros L y C^* , H_{ab} no mostró una tendencia que indicara efectos de las soluciones antipardeantes sobre este parámetro.

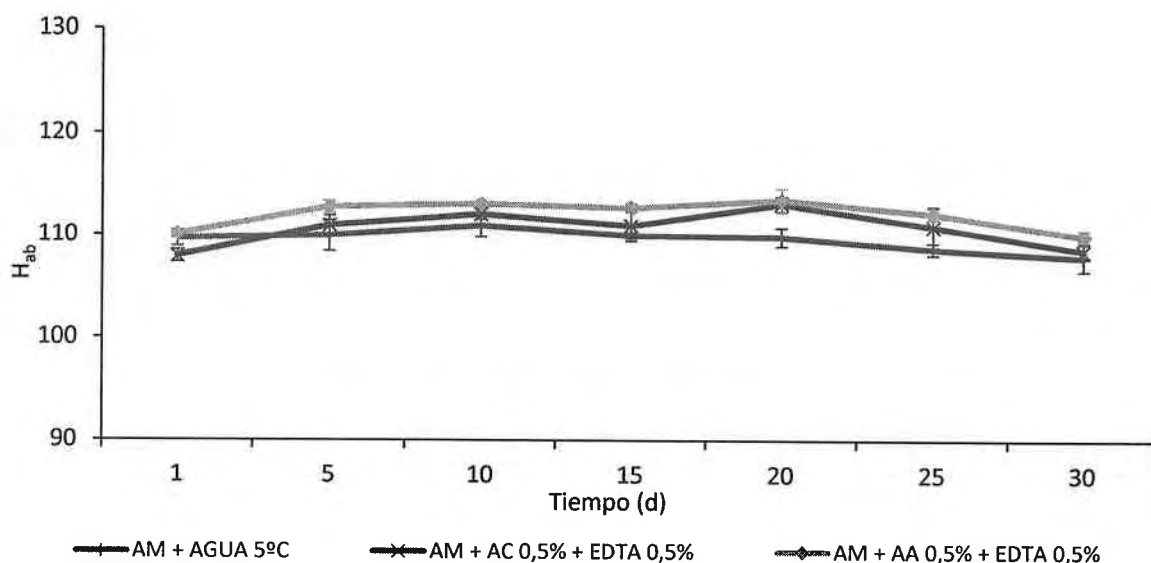


Figura 92. Valores de H_{ab} de bayas sin pedicelo de uva 'Thompson Seedless', durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AM: atmósfera modificada activa. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Porcentaje de pudriciones

El porcentaje de pudriciones se presentó bajo 5% hasta el día 20 a 5°C (0,0-1,7%) (Cuadro 43). En los días 25 y 30, el tratamiento agua a 5°C presentó los mayores porcentajes de pudriciones, 43,3 y 91,7% respectivamente, mientras que los tratamientos con AC 0,5% + EDTA 0,5% y AA 0,5% + EDTA 0,5%, presentaron valores similares en el día 25 (13,3 y 18,3% respectivamente). Finalmente, en el día 30 el tratamiento con AC 0,5% + EDTA 0,5% presentó el doble de pudriciones leves en comparación con AA 0,5% + EDTA 0,5% (30,0 y 15,0% respectivamente).

Los resultados estuvieron asociados a las altas y bajas concentraciones de CO_2 y O_2 respectivamente, que se alcanzaron en las bolsas (8,0-11,7% CO_2 y 3,8-7,0% O_2), lo que favorecería la inhibición de las pudriciones en las bayas sin pedicelo de uvas 'Thompson Seedless' (Kader, 2007).

Cuadro 43. Rango de porcentajes de pudriciones leves (< 25% de la baya), en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 30 días a 5°C.

	Tiempo de almacenamiento (d)					
	5	10	15	20	25	30
Agua 5°C	0	0	0-5	0	25-70	85-100
AC 0,5% + EDTA 0,5%	0	0	0-5	0-5	5-20	10-45
AA 0,5% + EDTA 0,5%	0-5	0	0	0-5	15-20	10-20

AM: atmósfera modificada activa. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Parámetros sensoriales

Apariencia

Se presentó una leve disminución de los puntajes de apariencia durante 20 días a 5°C (Figura 93). En el día 15 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice LII). En el resto de los días (días 1, 5, 10 y 20) se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento agua a 5°C tendió a alcanzar los puntajes significativamente más bajos (peor apariencia) (días 1, 5, 10 y 20), mientras que AA 0,5% + EDTA 0,5% tendió a presentar los puntajes más altos (mejor apariencia) (días 1, 10 y 20).

Los resultados mostraron que la aplicación de soluciones antipardeantes, y particularmente del tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5% previno el deterioro de la apariencia de las bayas de uva 'Thompson Seedless' a 5°C, en comparación de un tratamiento testigo con agua a 5°C (Figura 94). Esto probablemente estaría asociado a los beneficios de la solución antipardeante, basados en la inhibición del pardeamiento en la zona de unión pedicelo-baya, lo que mejoraría la apariencia general de las bayas.

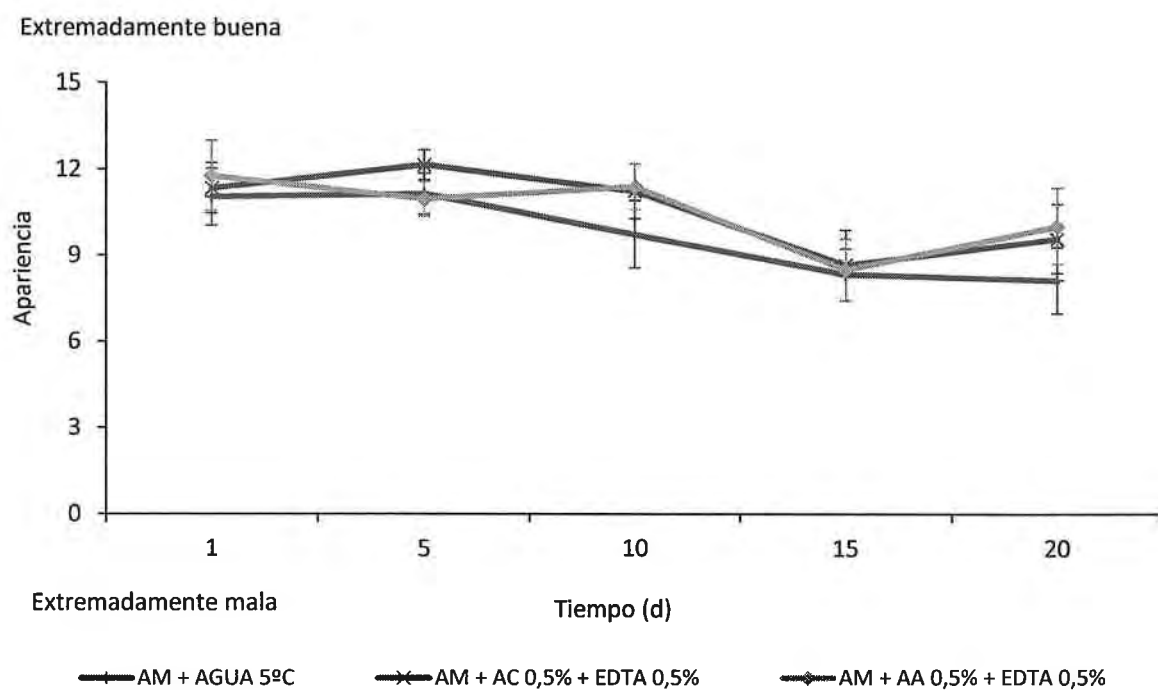


Figura 93. Puntajes para el parámetro sensorial de apariencia, en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 20 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AM: atmósfera modificada activa. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

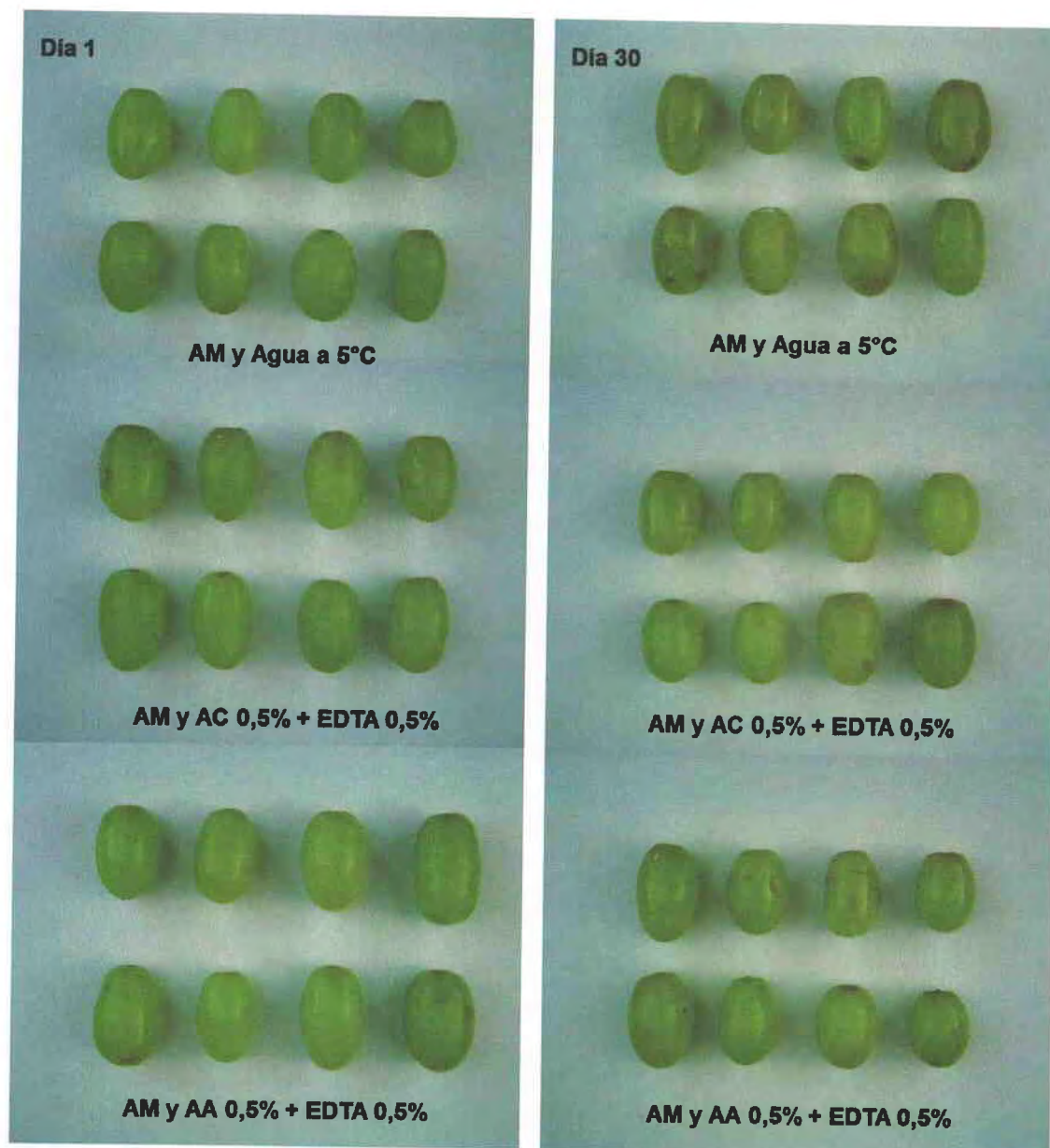


Figura 94. Apariencia de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 30 días a 5°C. AM: atmósfera modificada activa. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Textura

Los puntajes permanecieron estables durante 20 días a 5°C (Figura 95). No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en los días analizados (días 1, 5, 10, 15 y 20).

La textura no sería afectada por las soluciones antipardeantes utilizadas, al no diferenciarse estas del tratamiento testigo con agua a 5°C, en ninguno de los días analizados.

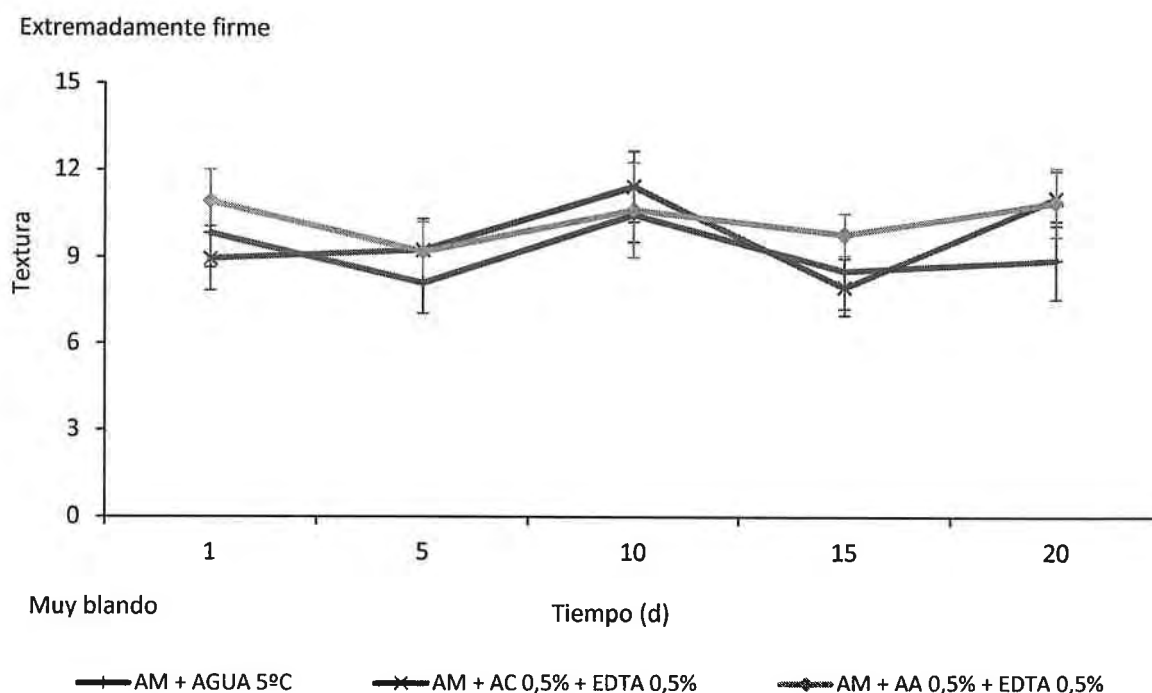


Figura 95. Puntajes para el parámetro sensorial de textura, de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 20 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AM: atmósfera modificada activa. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Sabor típico

Los puntajes tendieron a permanecer estables durante 20 días a 5°C (Figura 96). En ninguno de los días analizados se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Al igual que en la textura, el sabor típico no sería afectada por las soluciones antipardeantes utilizadas, al no diferenciarse estas del tratamiento testigo con agua a 5°C, en ninguno de los días analizados.

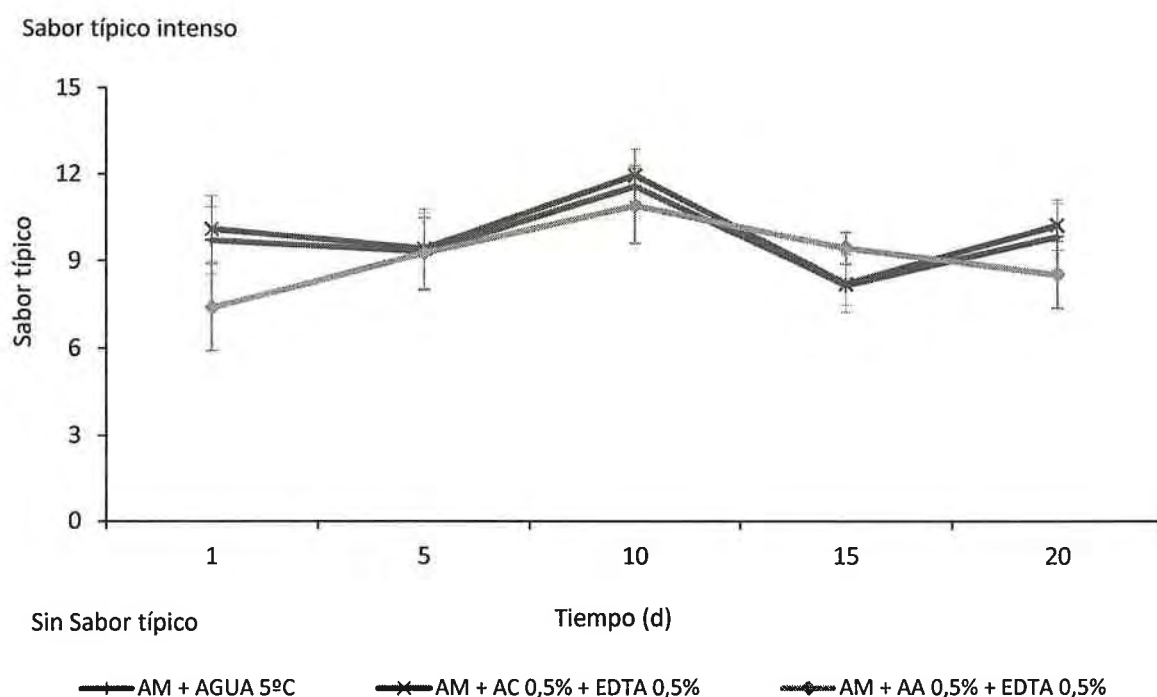


Figura 96. Puntajes para el parámetro sensorial de sabor típico, de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 20 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AM: atmósfera modificada activa. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Sabor extraño

Los puntajes permanecieron estables durante 20 días a 5°C (Figura 97). En ninguno de los días analizados se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Al igual que en la textura y el sabor típico, el sabor extraño no sería afectado por las soluciones antipardeantes utilizadas, al no diferenciarse estas del tratamiento testigo agua a 5°C, en ninguno de los días analizados.

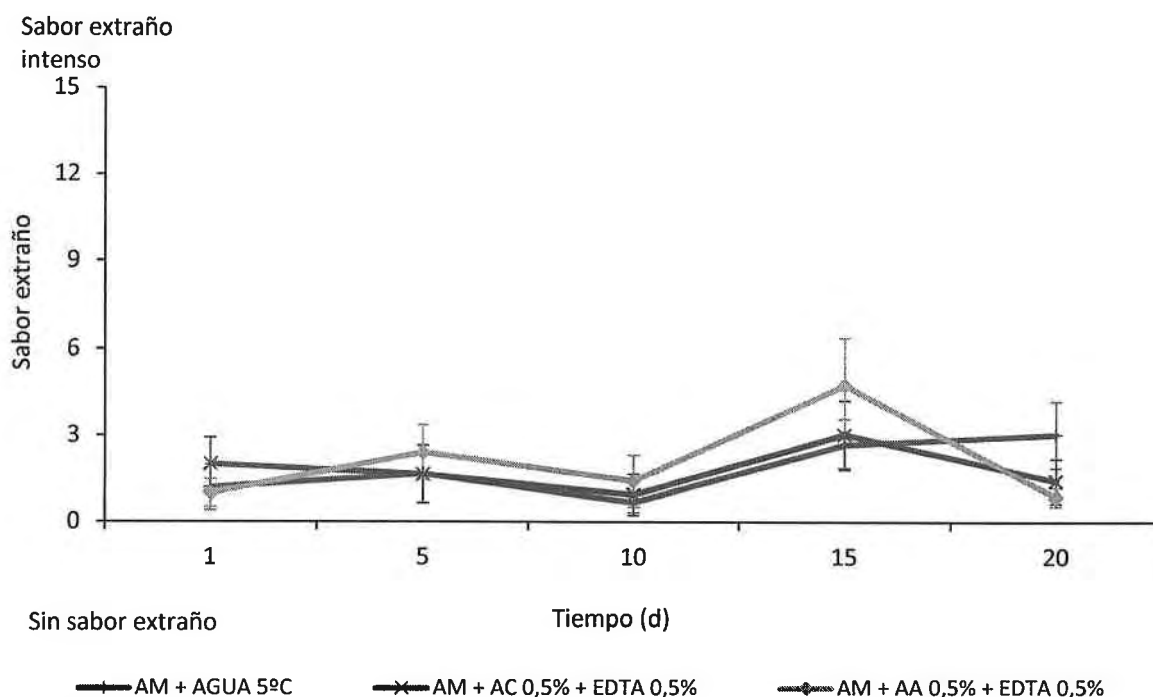


Figura 97. Puntajes para el parámetro sensorial de sabor extraño, de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 20 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media. AM: atmósfera modificada activa. AA: ácido ascórbico; AC: ácido cítrico; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Conclusiones

La estabilización de la atmósfera se alcanzó después del día 10, con 8,0-11,7% CO₂ y 3,8-7,0% O₂.

Los parámetros de color no fueron afectados significativamente por las soluciones antipardeantes utilizadas durante 30 días a 5°C.

El porcentaje de pudriciones se mantuvo debajo 3% hasta el día 20. Los tratamientos con soluciones antipardeantes presentaron menores pudriciones respecto al testigo con agua a 5°C hacia el final del ensayo.

La aplicación de soluciones antipardeantes, y particularmente del tratamiento con AA 0,5% + EDTA 0,5%, previno el deterioro de la apariencia de las bayas de uva 'Thompson Seedless' a 5°C.

Los parámetros sensoriales de textura, sabor típico y sabor extraño, no fueron afectados por las soluciones antipardeantes utilizadas.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 44), señalados en la Carta Gantt de la etapa I del proyecto (Cuadro 1).

Cuadro 44. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la aplicación de antipardeantes en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' almacenada en atmósfera modificada activa a 5°C.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' a 5°C.	Se definió la vida útil de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' en base a características de color, pudriciones y sensorial de la uva.
Sistemas de desinfección	Ácidos orgánicos para desinfectar e impedir el pardeamiento de la uva.	Reducen la carga microbiológica y evitan el pardeamiento. En este ensayo AA 0,5% + EDTA 0,5%, obtuvo la mejor apariencia.
Sistema de envasado	Envasado en atmósfera modificada activa.	Se presentó un sistema de envasado en atmósfera modificada activa (5% O ₂ y 5% CO ₂) para uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' en bolsas de baja permeabilidad.
Parámetros de calidad	Calidad sensorial (apariencia, textura, sabor típico y sabor extraño).	La calidad de las bayas se mantuvo en el tiempo de almacenaje, a excepción de un aumento del sabor extraño

5.1.9 Evaluación de la aplicación de radiación UV-C en uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' almacenada en atmósfera modificada pasiva a 5°C

Hipótesis

La aplicación de radiación UV-C disminuye la carga microbiana, aumenta el contenido de compuestos fenólicos y prolonga la vida útil de uva de mesa 'Crimson Seedless' desgranada y almacenada a 5°C.

Objetivo

Evaluar el efecto de la aplicación de radiación UV-C sobre la calidad sensorial, microbiológica y funcional de bayas sin pedicelo de uva de mesa 'Crimson Seedless', por al menos 20 días de almacenamiento a 5°C.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Crimson Seedless'.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de acero inoxidable acanalado, y un flujo de aire para la producción de burbujas (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de acero inoxidable de 64x60 cm (5 min).

Posteriormente, se les aplicó UV-C, a través de una cámara de radiación, como tratamiento desinfectante.

El envasado (Figura 98) se realizó en bolsas de polietileno de baja permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Las bayas envasadas se almacenaron a 5° C durante 30 d.



Figura 98. Envasado de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' en bolsas de atmósfera modificada pasiva.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 posteriores al procesamiento.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, pudriciones, parámetros físicos (color), sensoriales (apariencia, textura, sabores típico y extraño), microbiológicos (bacterias aerobias mesófilas y psicrófilas, enterobacterias, y hongos y levaduras) y funcionales (fenoles totales y capacidad antioxidante).

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado. La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 45.

Cuadro 45. Tratamientos de radiación UV-C aplicados a uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' almacenada 30 días a 5°C.

Tratamientos	Dosis UV-C (kJ m ⁻²)
1	0
2	5
3	10
4	15
5	20

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

Se observó en el Cuadro 46 que el calibre fue de 18,5 mm (diámetro ecuatorial), encontrándose dentro de los valores de calidad para exportación (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006).

Con respecto al color de la piel, se observó un tono rosado/rojo oscuro pero poco intenso, debido principalmente a que esta variedad no presenta una coloración homogénea en su superficie.

El contenido de sólidos solubles totales fue levemente superior al mínimo aceptable para la cosecha (16%). Además, se observa un porcentaje de ácido tartárico de 0,9%, obteniéndose una relación SSI/AT de 18,9 (Cuadro 46).

Cuadro 46. Caracterización de uva de mesa 'Crimson Seedless'.

Parámetros físicos^a	
Peso (g)	5,3±1,1
Diámetro ecuatorial (mm)	18,5±1,1
Diámetro polar (mm)	23,4±2,4
Firmeza (kg-f)	0,2±0,0
Color de piel	
L	31,9±2,3
C*	9,3±2,3
Hab	5,6±4,9
Parámetros químicos^b	
Sólidos solubles totales (%)	17,7±0,1
Acidez titulable (%)	0,9±0,0
pH	3,3±0,0
Sólidos solubles totales/acidez titulable	18,9±0,8

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Concentración de gases

En los días 10, 20 y 25 de almacenamiento, se encontró que aquellos tratamientos con aplicaciones de radiación UV-C entre 10 y 20 kJ m⁻² presentaron altas concentraciones de CO₂, con valores entre 9,1 y 10,0% en el día 10, y entre 7,9 y 9,4% en el día 25. Es probable, que la radiación UV-C genere un estrés en la fruta, provocando un alza en su tasa respiratoria, y por ende la acumulación de CO₂ dentro del envase, lo cual sería beneficioso para la conservación de las bayas a 5°C.

Con respecto al O₂, sólo se encontraron diferencias significativas en el día 30 de almacenamiento, donde los tratamientos con aplicaciones de radiación UV-C entre 10 y 20 kJ m⁻² presentaron bajas concentraciones, con valores entre 6,0 y 7,5% (Figura 99).

La concentración gaseosa dentro de las bolsas varió en todos los tratamientos, aumentando el CO₂ y disminuyendo el O₂. La estabilización en la concentración gaseosa se obtuvo a partir del día 5 de almacenamiento a 5°C (Figura 99).

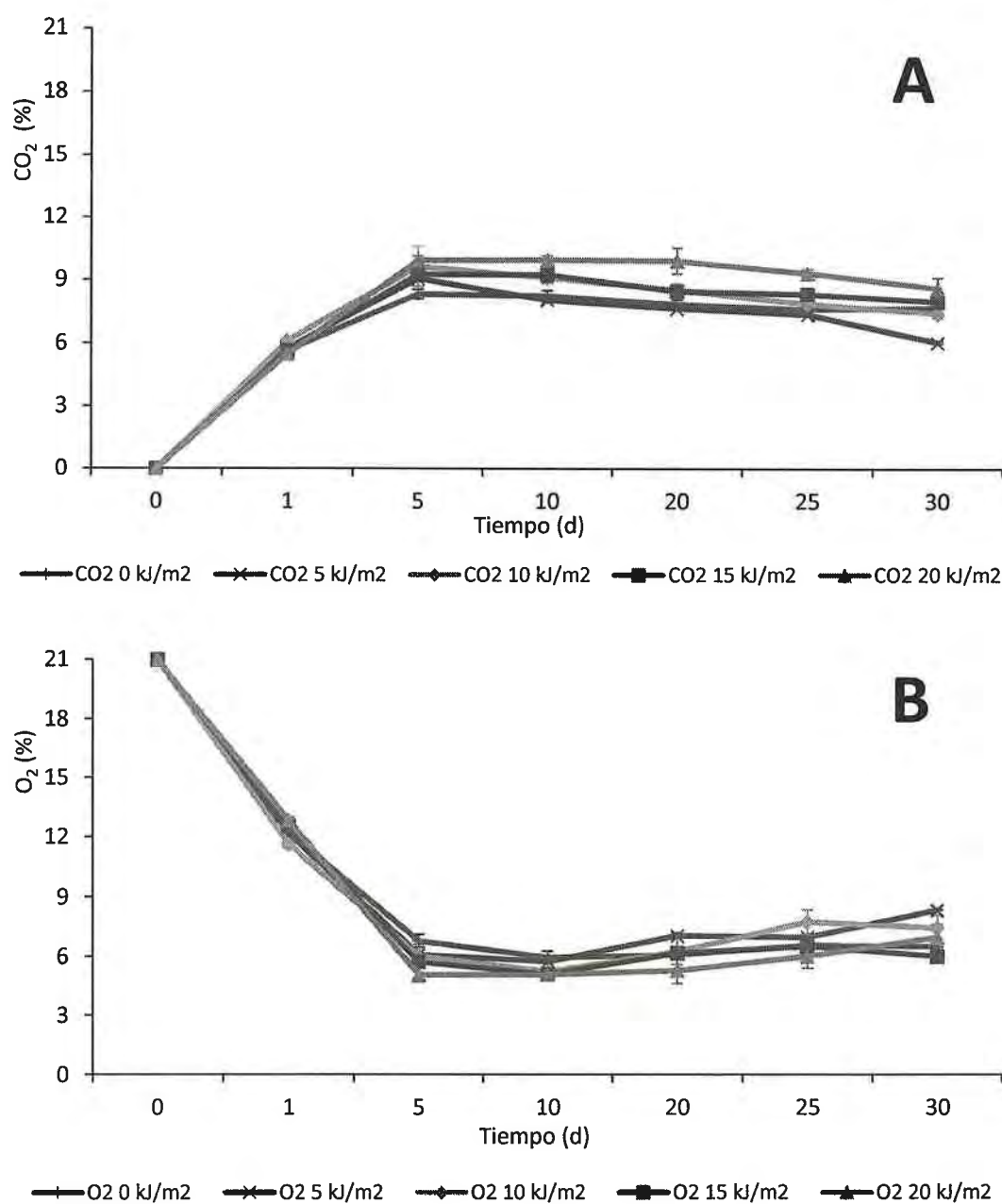


Figura 99. Porcentajes de dióxido de carbono (A) y oxígeno (B), de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' tratadas con radiación UV-C y almacenada a 5°C durante 30 días. Las barras representan el error estándar de la media (n=3).

Parámetros físicos

Color de la piel de la baya

L

Para L se obtuvieron valores entre 28,4 y 32,2; observándose bayas con una piel oscura. Este comportamiento se observó durante todo el almacenamiento a 5°C (Figura 100).

Sólo se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, los días 1 y 30 de almacenamiento, donde aquellos tratamientos con dosis de radiación UV-C entre 0 y 15 kJ m⁻² presentaron menores valores de L en comparación con una dosis de 20 kJ m⁻², fluctuando entre 28,4 y 29,7 en el día 1, y entre 29,7 y 30,7 en el día 30 (Figura 100).

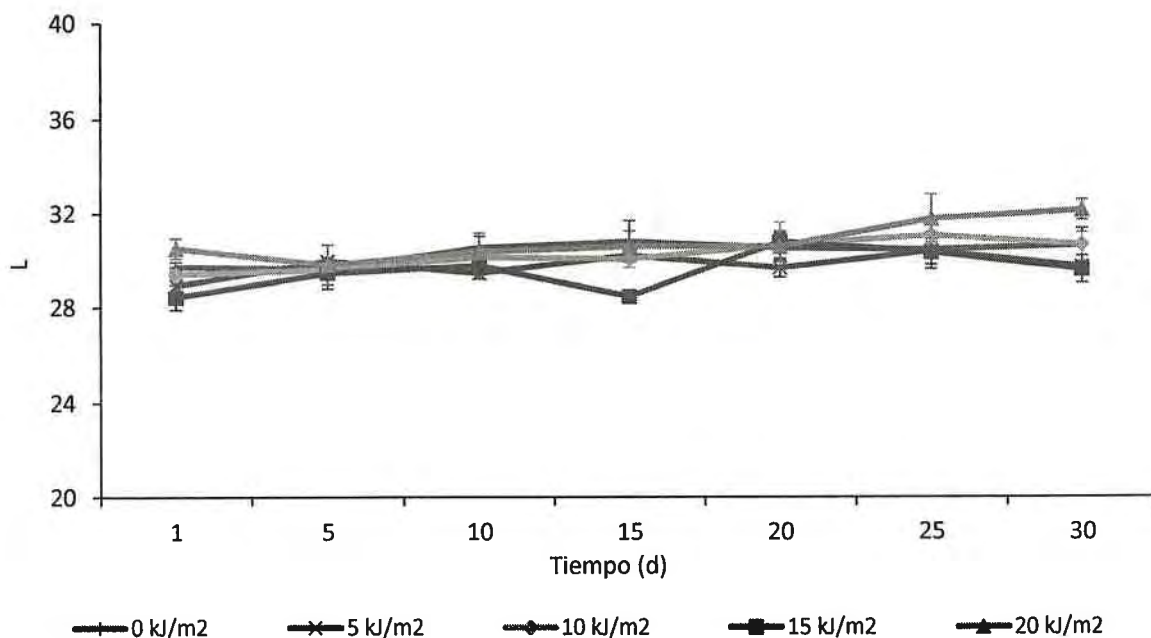


Figura 100. Valores de L de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless', tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media (n=3).

C*

Los valores de C* fluctuaron entre 6,2 y 8,5 durante el almacenamiento de las bayas, manteniéndose en el tiempo (Figura 101), por lo que el color de la piel resultó ser siempre poco intenso.

Sólo se encontraron diferencias entre tratamientos en el día 20 de almacenamiento, dónde los tratamientos con bajas dosis de radiación UV-C (0 y 5 kJ m⁻²) presentaron los colores menos intensos.

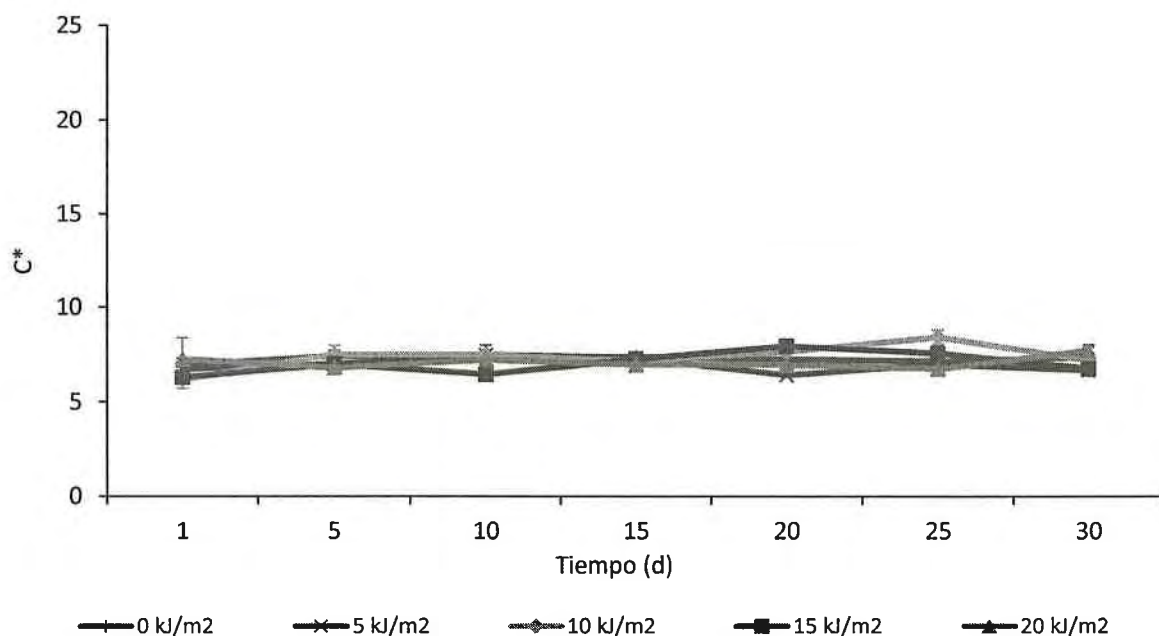


Figura 101. Valores de C* de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless', tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media (n=3).

H_{ab}

Con respecto al tono de la piel de la baya, se observó que éste se mantiene durante el almacenamiento en todos los tratamientos, con valores iniciales entre 12,8 y 15,8°, y finales entre 12,7 y 16,2° (Figura 102).

Sólo se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el día 20 de almacenamiento, donde aquellos tratamientos con dosis de radiación UV-C entre 15 y 20 kJ m⁻² presentaron tonos más rojos que los tratamientos con menores dosis.

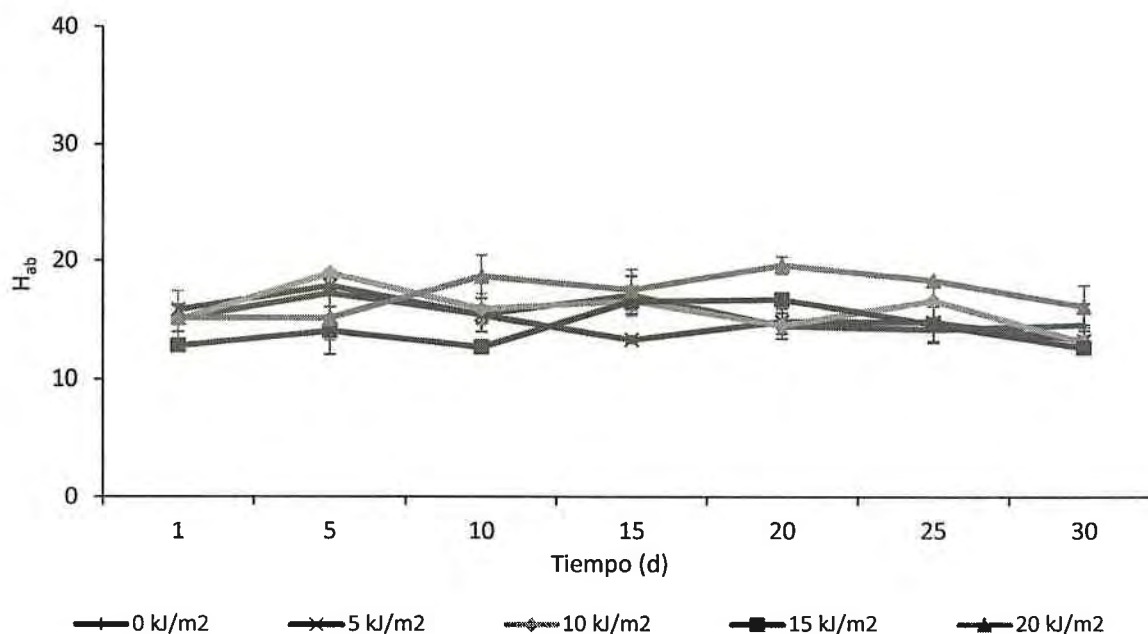


Figura 102. Valores de H_{ab} de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless', tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media (n=3).

Porcentaje de pudriciones

Los tratamientos con aplicaciones de radiación UV-C presentaron los menores porcentajes de pudriciones en nivel leve (< 25% de la baya) en comparación con el tratamiento en que no se aplicó radiación (Cuadro 47). Esto se debe principalmente a que la utilización de radiación UV-C actúa a nivel del ADN del microorganismo y puede aumentar la resistencia al ataque de patógenos (Nigro *et al.*, 1998).

Cuadro 47. Valores de porcentajes de pudriciones leves (< 25% de la baya) en uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' tratadas con radiación UV-C en el día 30 de almacenamiento a 5°C.

30 días (d)	
Tratamiento	Pudriciones (%)
0 kJ m ⁻²	5-25
5 kJ m ⁻²	5-16
10 kJ m ⁻²	5-15
15 kJ m ⁻²	5-10
20 kJ m ⁻²	0-10

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar.

Parámetros sensoriales

Apariencia

Las puntuaciones obtenidas para la apariencia fluctuaron entre 13,7 y 14,5 en el día 1, y entre 9,6 y 12,1 en el día 15 de almacenamiento (Figura 103), siendo siempre aceptables para los evaluadores.

Sólo se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el día 15 de almacenamiento, dónde aquellos tratamientos con dosis de radiación de UV-C entre 10 y 20 kJ m⁻² presentaron la mejor apariencia para los evaluadores.

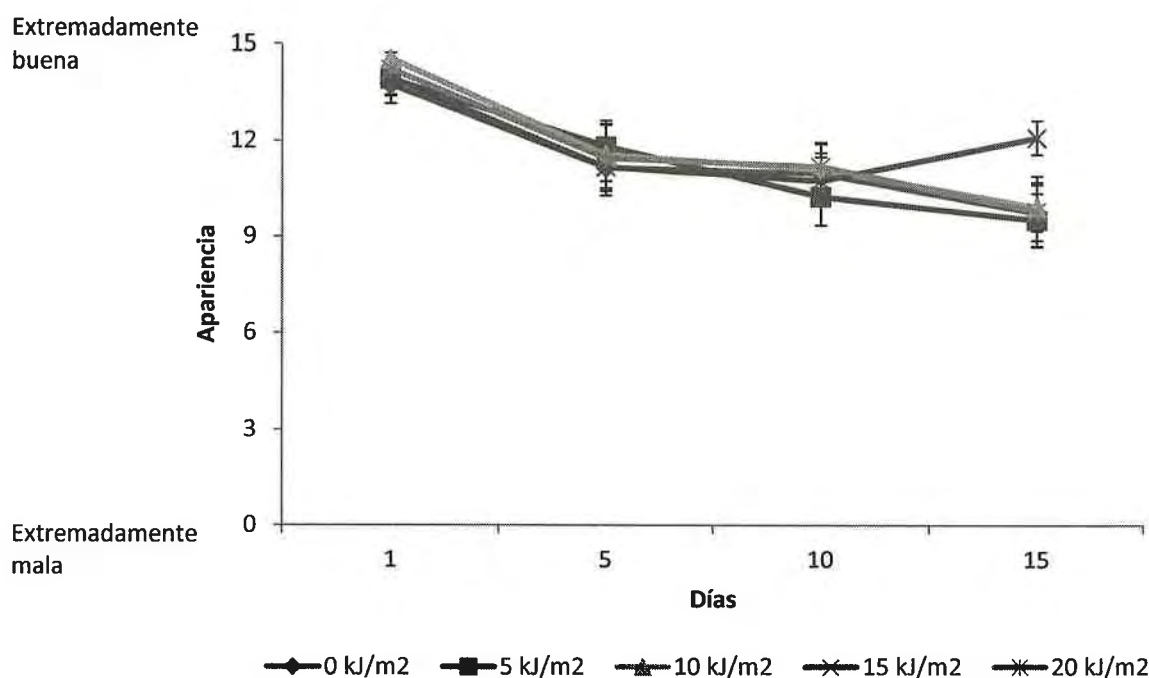


Figura 103. Valores de apariencia de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless', tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C, según su calidad sensorial. Las barras representan el error estándar de la media (n=3).

Textura

Las puntuaciones obtenidas para la textura fueron entre 9,5 y 12,1 en el día 1, y entre 7,2 y 10 en el día 15 de almacenamiento (Figura 104). No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en ningún día de evaluación.

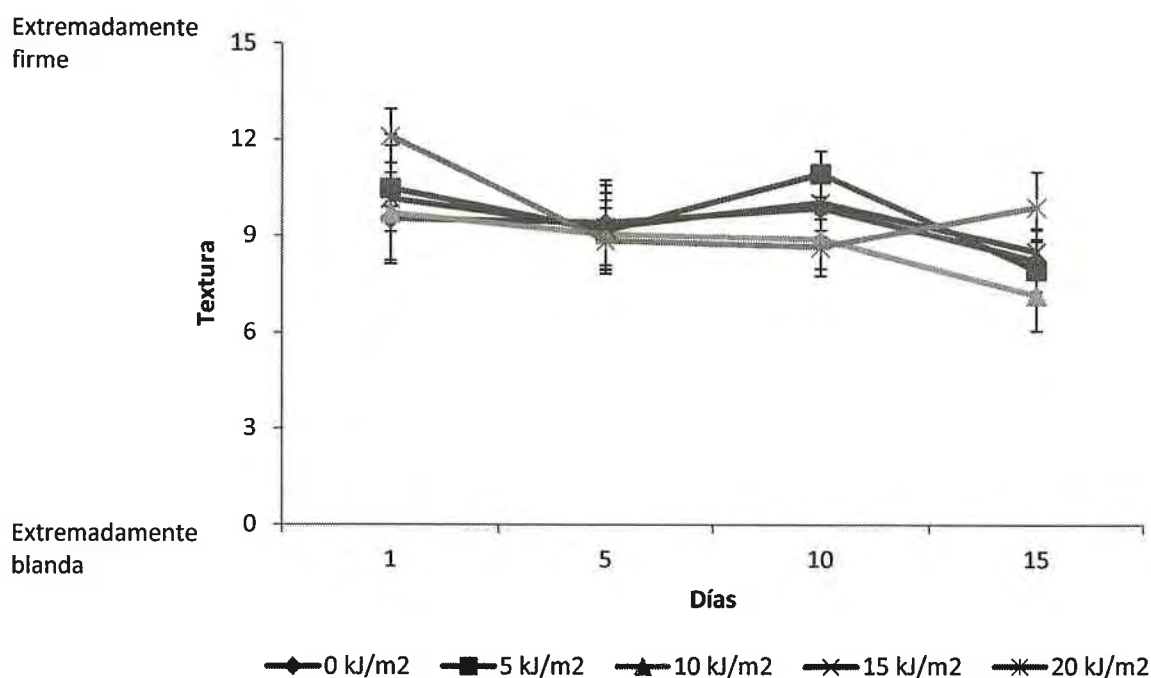


Figura 104. Valores de textura de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless', tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C, según su calidad sensorial. Las barras representan el error estándar de la media (n=3).

Sabor típico

Para el sabor típico de las uvas se obtuvieron puntuaciones entre 10,6 y 12,0 en el día 1, y entre 3,3 y 6,7 en el día 15 de almacenamiento (Figura 105).

Cabe destacar que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en ningún día de evaluación. Sin embargo, a través del almacenamiento este parámetro fue disminuyendo, siendo no aceptable para los evaluadores, luego de 15 días de almacenamiento.

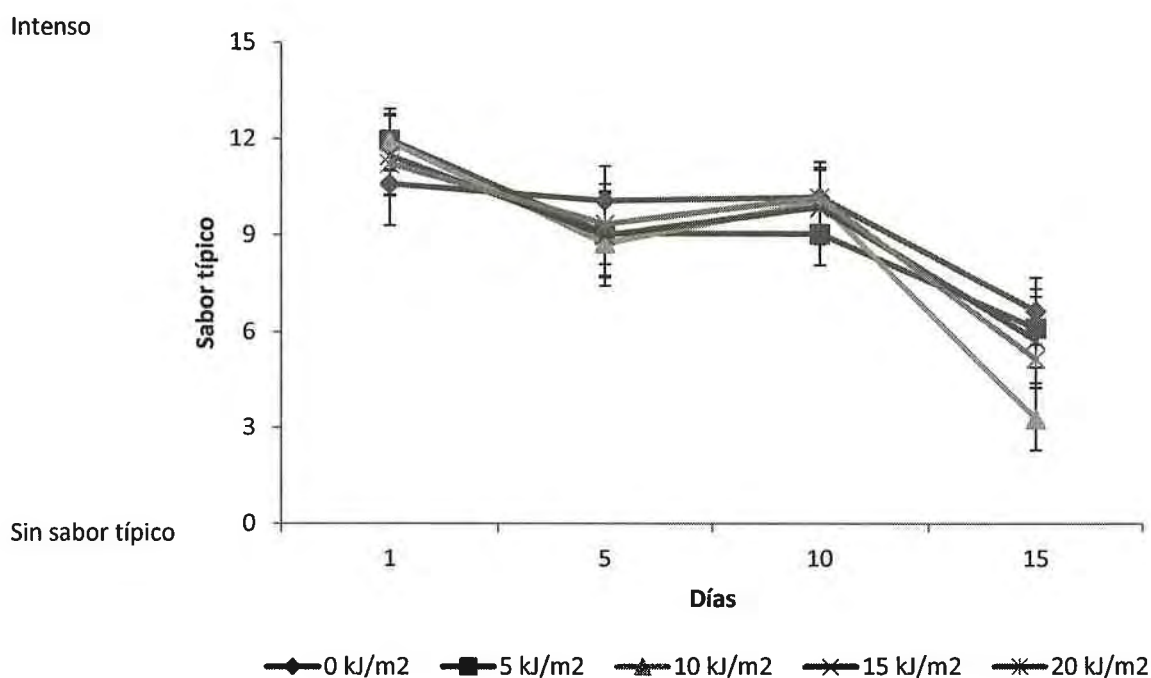


Figura 105. Valores de sabor típico de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless', tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C, según su calidad sensorial. Las barras representan el error estándar de la media (n=3).

Sabor extraño

Para el sabor extraño de las uvas se obtuvieron puntuaciones entre 0,6 y 1,7 en el día 1, y entre 6,8 y 9,6 en el día 15 de almacenamiento (Figura 106).

La aparición de sabores extraños se hizo evidente a partir del día 5, aumentando con el almacenamiento de las uvas. Cabe destacar que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en ningún día de evaluación.

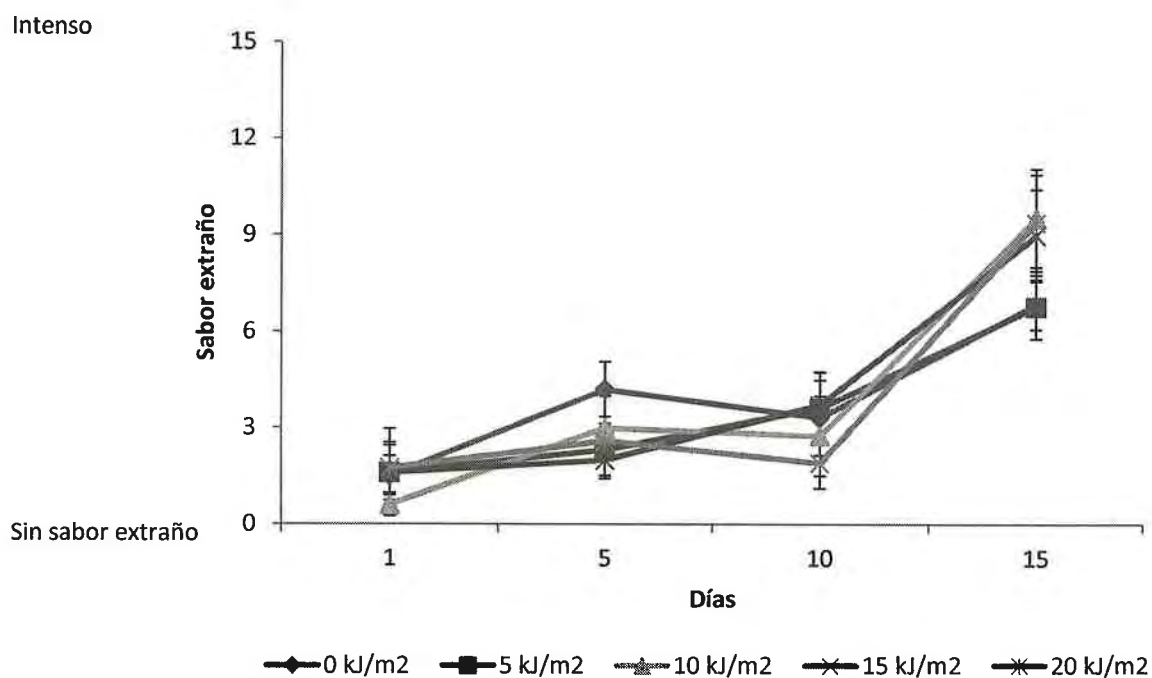


Figura 106. Valores de sabor extraño de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless', tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C, según su calidad sensorial. Las barras representan el error estándar de la media (n=3).

Recuentos microbiológicos

Aerobios mesófilos

El recuento de aerobios mesófilos se mantuvo estable durante el almacenamiento, donde los tratamientos con radiaciones UV-C entre 5 y 20 kJ m⁻² presentaron valores menores que el tratamientos sin radiación UV-C (Cuadro 48).

Cuadro 48. Recuentos de aerobios mesófilos (log ufc g⁻¹), en uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C. Los valores corresponden a la media (n=3).

Tratamientos	Tiempo de almacenamiento (d)					
	MP campo	5	10	15	20	25
0 kJ m ⁻²		2,6	2,2	3,0	2,2	2,1
5 kJ m ⁻²		1,7	1,7	1,4	1,4	1,6
10 kJ m ⁻²	3,2	1,8	1,6	1,7	1,9	1,7
15 kJ m ⁻²		1,6	1,5	1,8	1,9	1,9
20 kJ m ⁻²		1,1	<1	1,9	1,4	1,5

MP: Materia prima sin lavar.

Aerobios psicrófilos

No se observó un claro efecto de la radiación UV-C sobre el recuento de aerobios psicrófilos durante el almacenamiento de las uvas (Cuadro 49).

Cuadro 49. Recuentos de aerobios psicrófilos (log ufc g⁻¹), en uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C. Los valores corresponden a la media (n=3).

Tratamientos	Tiempo de almacenamiento (d)					
	MP campo	5	10	15	20	25
0 kJ m ⁻²		<1	1,2	1,8	1,9	2,1
5 kJ m ⁻²		1,6	1,2	1,6	1,3	1,5
10 kJ m ⁻²	2,7	1,5	1,5	1,4	2,0	2,3
15 kJ m ⁻²		1,4	1,4	1,7	1,1	1,8
20 kJ m ⁻²		1,1	1,2	<1	2,0	1,6

MP: Materia prima sin lavar.

Enterobacterias

El recuento de enterobacterias no presentó grandes variaciones durante el almacenamiento, sin embargo, los tratamientos con radiaciones UV-C entre 5 y 20 kJ m⁻² presentaron valores menores que el tratamientos sin radiación UV-C (Cuadro 50).

Cuadro 50. Recuentos de enterobacterias (log ufc g⁻¹), en uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C. Los valores corresponden a la media (n=3).

Tratamientos	Tiempo de almacenamiento (d)					
	MP campo	5	10	15	20	25
0 kJ m ⁻²		2,7	1,8	2,7	2,2	1,8
5 kJ m ⁻²		1,4	1,2	<1	1,4	1,5
10 kJ m ⁻²	2,2	1,4	<1	<1	1,6	1,7
15 kJ m ⁻²		1,3	1,1	1,1	1,4	1,4
20 kJ m ⁻²		<1	<1	1,6	1,6	1,9

MP: Materia prima sin lavar.

Hongos y Levaduras

No se observó un claro efecto de la radiación UV-C sobre el recuento de hongos y levaduras durante el almacenamiento de las uvas (Cuadro 51).

Cuadro 51. Recuentos de hongos y levaduras (log ufc g⁻¹), en uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C. Los valores corresponden a la media (n=3).

Tratamientos	Tiempo de almacenamiento (d)				
	MP campo	5	10	15	20
0 kJ m ⁻²		1,7	2,2	2,3	2,1
5 kJ m ⁻²		1,1	1,6	2,5	2,3
10 kJ m ⁻²	2,1	1,7	1,2	2,1	2,5
15 kJ m ⁻²		<1	1,4	2,0	2,2
20 kJ m ⁻²		1,3	1,9	2,2	2,2

MP: Materia prima sin lavar.

Parámetros funcionales

Fenoles totales

El contenido de fenoles totales en la pulpa no fue afectado por la radiación UV-C, encontrándose valores iniciales entre 81,5 y 86,7 µg EAG g⁻¹ peso fresco, y finales entre 51,4 y 73,4 µg EAG g⁻¹ peso fresco (Figura 107).

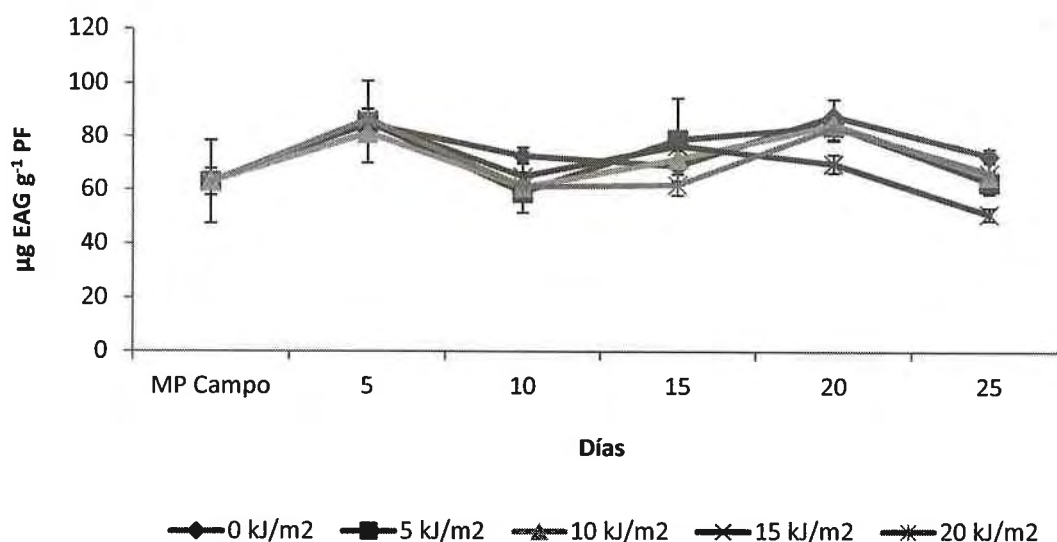


Figura 107. Fenoles totales ($\mu\text{g EAG g}^{-1} \text{PF}$) en la pulpa de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless', tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 25 días a 5°C . Las barras representan el error estándar de la media ($n=3$). MP: materia prima.

El contenido de fenoles totales en la piel presentó valores iniciales entre 2.899,4 y 3.572 EAG g^{-1} peso fresco, y finales entre 1.927,5 y 2.176,5 $\mu\text{g EAG g}^{-1}$ peso fresco (Figura 108). Dónde los tratamientos con dosis de radiación UV-C entre 0 y 10 kJ m^{-2} presentaron los menores contenidos de fenoles totales en la piel, en los días 5 y 10 de almacenamiento.

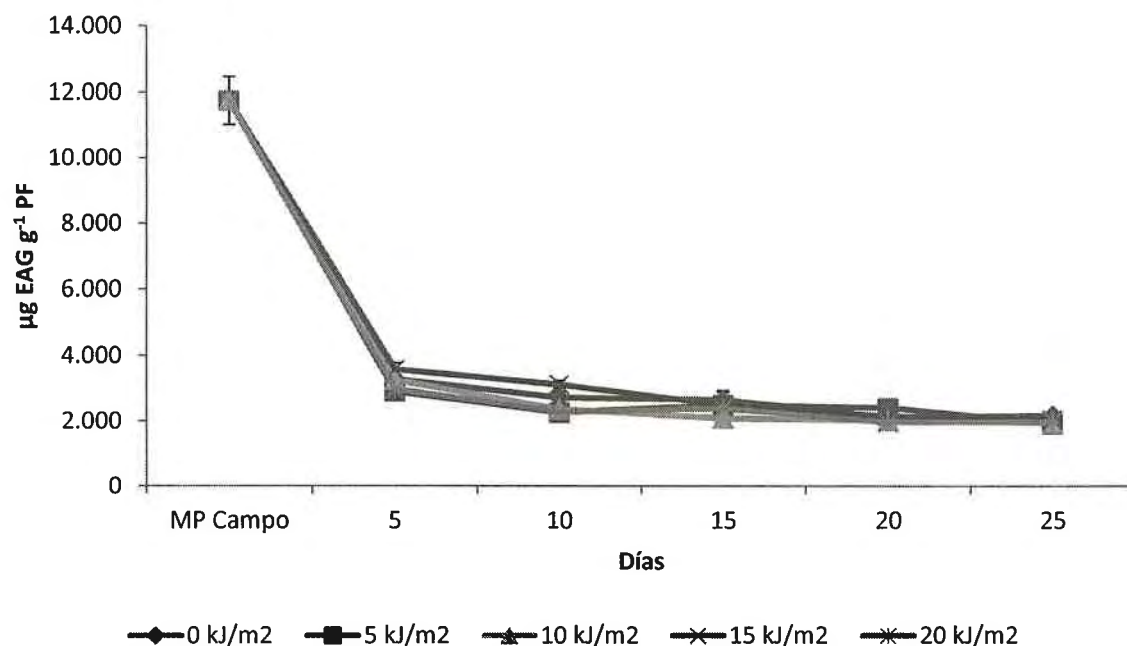


Figura 108. Fenoles totales ($\mu\text{g EAG g}^{-1} \text{PF}$) en la piel de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless', tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 25 días a 5°C . Las barras representan el error estándar de la media ($n=3$). MP: materia prima.

Capacidad antioxidante

Para la capacidad antioxidante de la pulpa se obtuvieron valores iniciales entre 10,5 y 12,7 $\mu\text{g ET g}^{-1}$ peso fresco, y finales entre 10,0 y 17,9 $\mu\text{g ET g}^{-1}$ peso fresco (Figura 109).

Sólo se encontraron diferencias significativas entre tratamientos el día 25 de almacenamiento, dónde los tratamientos con dosis de radiación UV-C entre 5 y 20 kJ m^{-2} presentaron los menores valores de capacidad antioxidante en la pulpa.

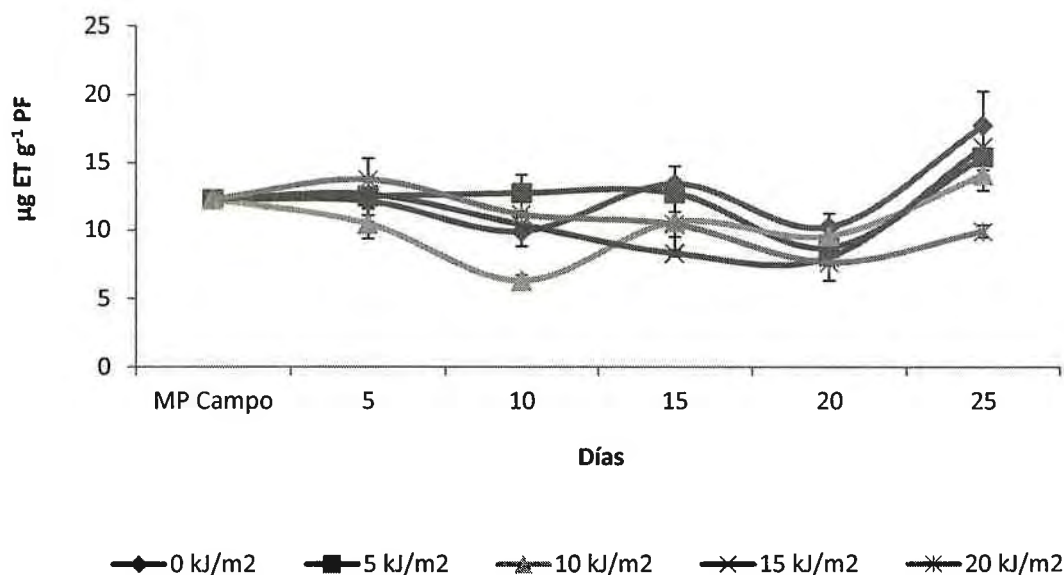


Figura 109. Valores de capacidad antioxidante ($\mu\text{g ET g}^{-1} \text{PF}$) en la pulpa de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless', tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C . Las barras representan el error estándar de la media ($n=3$). MP: materia prima.

Para la capacidad antioxidante de la piel se obtuvieron valores iniciales entre 3.214,6 y 4.285,6 $\mu\text{g ET g}^{-1}$ peso fresco, y finales entre 2.498,5 y 3.141,5 $\mu\text{g ET g}^{-1}$ peso fresco (Figura 110).

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en los días 10, 15 y 20 de almacenamiento, donde al día 20 los tratamientos con dosis de radiación UV-C entre 0 y 10 kJ m^{-2} presentaron los menores valores de capacidad antioxidante en la piel.

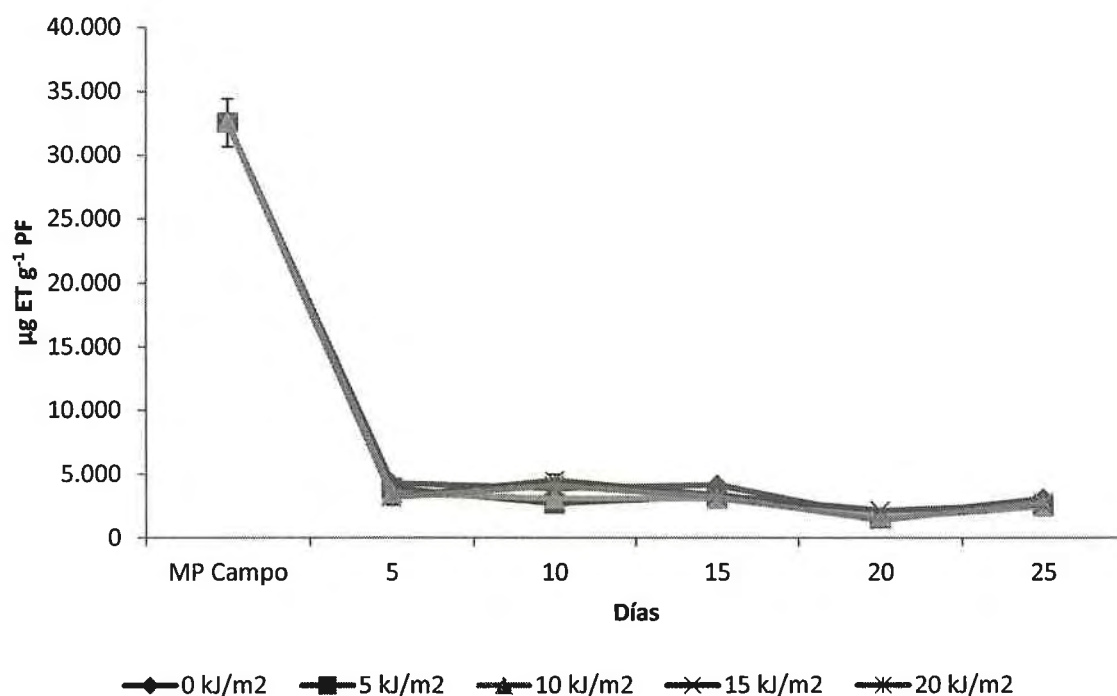


Figura 110. Valores de capacidad antioxidante ($\mu\text{g ET g}^{-1} \text{PF}$) en la piel de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless', tratadas con radiación UV-C y almacenadas durante 30 días a 5°C. Las barras representan el error estándar de la media ($n=3$). MP: materia prima.

Conclusiones

Dosis altas de radiación UV-C (10 y 20 kJ m^{-2}) aumentan la producción de CO_2 en envases de atmósfera modificada activa de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' a 5°C.

El color de la piel de uva de mesa desgranada es afectado por la aplicación de radiación UV-C, donde dosis altas (10 y 20 kJ m^{-2}) mejoran la apariencia de las bayas de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless'.

La aplicación de radiación UV-C no afecta ni la textura ni el sabor de las bayas de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless'.

La aplicación de radiación UV-C disminuye la incidencia de pudriciones en la zona de inserción del pedicelo y los recuentos de aerobios mesófilos, psicrófilos y enterobacterias en uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless'.

La aplicación de radiación UV-C en dosis mayores a 10 kJ m^{-2} aumenta el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante en la piel de las bayas de uva de mesa desgranada.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 52), señalados en la Carta Gantt de la etapa I del proyecto (Cuadro 1).

Cuadro 52. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la aplicación de radiación UV-C en uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' almacenada en atmósfera modificada pasiva a 5°C.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad de uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless' a 5°C.	Se definió la vida útil de 'Crimson Seedless' desgranada, en base a características de color, sensorial, pudriciones, funcionales y microbiológicas de la uva.
Sistemas de desinfección	Radiación UV- como desinfectante alternativo al hipoclorito de sodio para desinfectar las bayas de uva.	Reducción de aerobios mesófilos, psicrofilos y enterobacterias con la aplicación de radiación UV-C.
Sistema de envasado	Envasado en atmósfera modificada pasiva.	Se presentó un sistema de envasado (baja permeabilidad) para uva de mesa desgranada 'Crimson Seedless'.
Parámetros de calidad	Color de la piel y contenido de compuestos funcionales (fenoles totales y capacidad antioxidante) de la uva.	El color de la piel de bayas de 'Crimson Seedless' se afecta con dosis altas de radiación UV-C ($> 10 \text{ kJ m}^{-2}$) obteniendo una mejor apariencia, y mayor contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante.
	Calidad sensorial (apariencia, pardeamiento, textura, sabor típico y sabor extraño) y funcional	La calidad de las bayas se mantuvo en el tiempo de almacenamiento.

5.2. Resultados ensayos UCHILECREA

5.2.1 Evaluación de la permeabilidad del envase y temperatura de almacenamiento en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless'

Hipótesis

La utilización de envases con atmósfera modificada y bajas temperaturas de almacenamiento, prolonga la vida útil de las bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' por al menos 25 días.

Objetivos

Evaluar el efecto del uso de envases con atmósfera modificada y bajas temperaturas sobre el color, firmeza, pudriciones y pérdida de peso de bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', por al menos 25 días.

Procesamiento de la materia prima

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Thompson Seedless'. La temperatura de trabajo fue de 15°C, ya que no se contaba con las instalaciones adecuadas para el procesamiento de la fruta.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron en una solución de NaClO (100 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de plástico acanalado (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de plástico acanalada (5 min). El envasado se realizó en bolsas de polietileno de alta ($6000-8000 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) y baja permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Las bayas envasadas se almacenaron a 0, 5 y 10°C, durante 25 d.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 20 y 25 para las concentraciones de gases. En los parámetros físicos de color y firmeza, las evaluaciones se realizaron en los días 0, 6, 11, 15, 20 y 25. Finalmente, el índice de pudriciones y pérdida de peso se analizó en los días 6, 11, 15, 20 y 25.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, pudriciones, parámetros físicos (color y firmeza) y pérdida de peso.

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial (3×2), donde el primer factor correspondió a la temperatura de almacenamiento y el segundo a la permeabilidad del plástico utilizado para envasar.

La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 53.

Cuadro 53. Tratamientos aplicados a uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' en bolsas de atmósfera modificada pasiva.

Tratamiento	Permeabilidad envase	Temperatura (°C)
1	Alta	0
2	Baja	0
3	Alta	5
4	Baja	5
5	Alta	10
6	Baja	10

Alta permeabilidad: 6000-8000 mL O₂ m⁻² d⁻¹

Baja permeabilidad: 2500 mL O₂ m⁻² d⁻¹

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos o los factores evaluados, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

El calibre se presentó con un valor promedio de 18,2 mm (diámetro ecuatorial), el cual estuvo dentro de valores adecuados de exportación (calibre entre 16 y 20 mm) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006). En relación al color, se presentó una tonalidad cercana al verde-amarillo, con L intermedia y baja intensidad del color (Cuadro 54).

Cuadro 54. Caracterización de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless'.

Parámetros físicos^a

Peso (g)	5,6±1,1
Diámetro ecuatorial (mm)	18,2±1,4
Diámetro polar (mm)	27,1±2,5
Firmeza (kg-f)	0,32±0,09
Color de piel	
L	46,3±3,3
C	19,9±3,0
Hab	111,2±2,6

^a Corresponde a la media de 20 muestras $\pm$ desviación estándar

Concentración de gases

Se presentó un sostenido descenso en los valores de O₂, con valores estabilizados en el día 20 (Figura 111). En los días 20 y 25 se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en función de la temperatura y la permeabilidad de la bolsa, sin interacción entre ellos (Apéndice LIII). En ambos días, los tratamientos con la menor concentración de O₂ fueron los conformados por 5°C y bolsa de baja permeabilidad, siendo el que presentó la menor concentración el tratamiento que combinó ambos niveles (bolsa de baja permeabilidad + 5°C), con 8,4 y 9,3% respectivamente. En comparación, el tratamiento con mayores porcentajes de O₂ fue el conformado por una bolsa de alta permeabilidad y 0°C, con 17,7 y 17,1% en los mismos días.

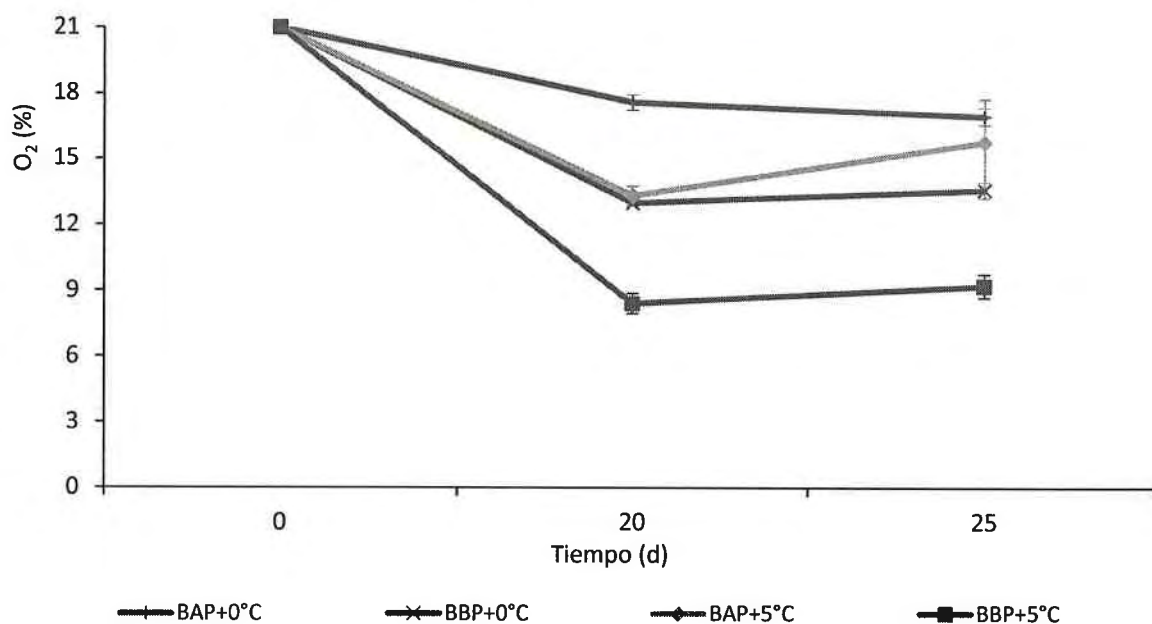


Figura 111. Porcentajes de oxígeno (O_2) en bolsas de atmósfera modificada de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

En el caso del CO_2 , los tratamientos presentaron un alza en sus valores, encontrando valores estabilizados en el día 20 (Figura 112). Al igual que en el O_2 , se encontraron diferencias entre tratamientos en función de los factores, sin interacción entre estos (Apéndice LIV). Los tratamientos con la mayor concentración de CO_2 fueron con temperaturas de $5^\circ C$ y bolsa de baja permeabilidad, encontrándose la mayor concentración de este gas en el tratamiento que combinó ambos niveles (bolsa de baja permeabilidad + $5^\circ C$), con 2,9 y 3,0% en los días 20 y 25 respectivamente. Por el contrario, el tratamiento con la menor concentración de CO_2 fue el que combinó la bolsa de alta permeabilidad y $0^\circ C$, con 0,6 y 0,7% en los mismos días.

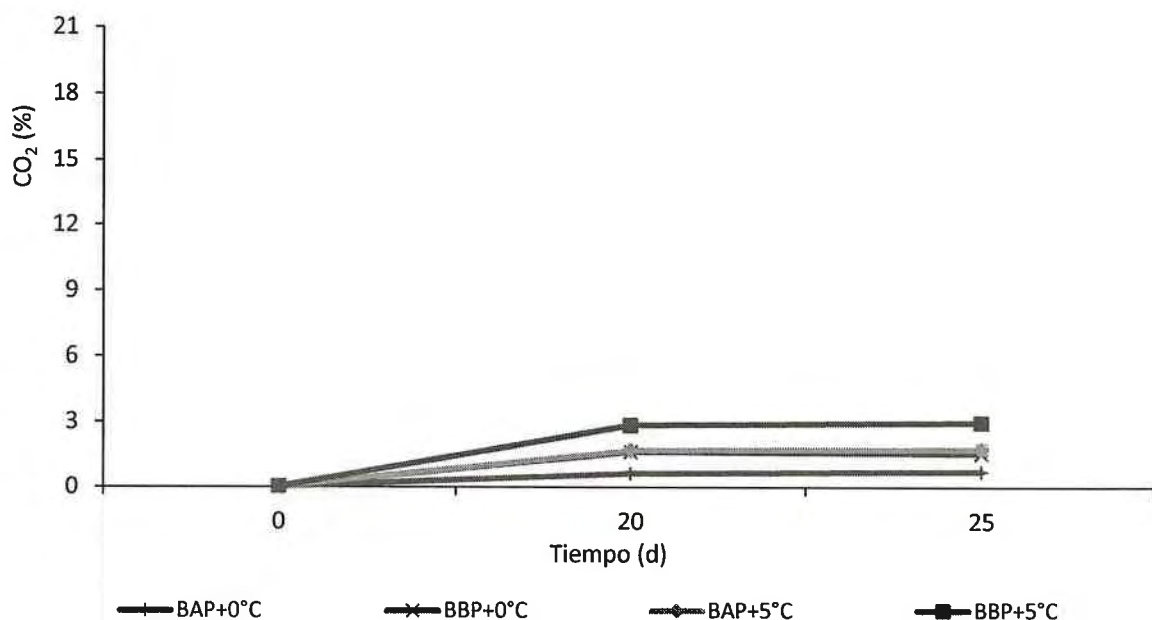


Figura 112. Porcentajes de dióxido de carbono (CO_2) en bolsas de atmósfera modificada de uva de mesa desgranada con 'Thompson Seedless' durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

En relación a los resultados de ambos gases, las menores y mayores concentraciones de O_2 y CO_2 respectivamente, en los tratamientos a 5°C en comparación con los a 0°C con el mismo tipo de bolsa, estaría siendo generado por una mayor tasa respiratoria en los primeros debido a la mayor temperatura. Al aumentar la tasa respiratoria el consumo de O_2 se ve incrementado, lo que disminuye este gas al interior de la bolsa. Esto trae consigo una mayor producción de CO_2 , que gracias a la permeabilidad diferenciada de la bolsa (más permeable al O_2 y menos al CO_2) se acumula en mayor medida que a 0°C . Sin embargo, en ninguno de los tratamientos fue posible llegar a la atmósfera esperada de 5% O_2 y 10% CO_2 , en donde 10% CO_2 actuaría inhibiendo el desarrollo del hongo *Botrytis cinerea*. Probablemente se requiera disminuir el espacio de cabeza en la bolsa, aumentando la cantidad de fruta para lograr las concentraciones deseadas.

Parámetros físicos

Color de la piel de la baya

L

Se observó una tendencia al alza de los valores durante 25 días (Figura 113). En ninguno de los días analizados se presentó interacción entre los factores. Sólo en los días 11 y 20 se presentaron diferencias entre tratamientos, en función de la permeabilidad de la bolsa (Apéndice LV). En estos días se presentó la menor L en los tratamientos con bolsas de baja permeabilidad, con un rango de valores de 44,2 a 45,9. El rango de L durante el ensayo para todos los tratamientos fue de 43,6 a 47,4.

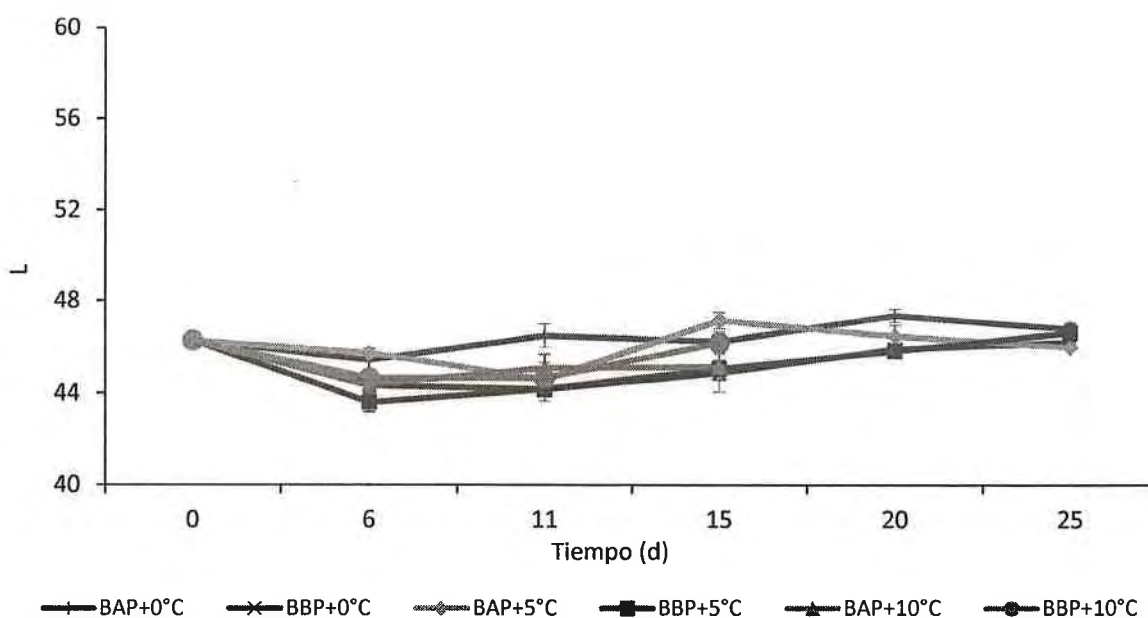


Figura 113. Valores de L en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

Los resultados no fueron concluyentes para determinar el efecto de la temperatura y la utilización de las diferentes bolsas (las que generan diferentes

concentraciones gaseosas) en el parámetro L de las bayas, debido a que si bien se presentaron diferencias entre tratamientos en dos días (11 y 20), no hubo una tendencia de un claro efecto.

C*

Los valores de C* fueron estables durante el ensayo, sin grandes variaciones (Figura 114). Se presentaron diferencias entre tratamientos hasta el día 15. En el caso del día 6 las diferencias estuvieron en función de la interacción de los factores, donde el tratamiento con la mayor C* fue la combinación de la bolsa de alta permeabilidad y 0°C (18,6). En contraste, la menor C* para este día fue la del tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 10°C (16,2). En el día 11, las diferencias entre tratamientos estuvieron en función de la temperatura y la permeabilidad de la bolsa, sin interacción entre ellos (Apéndice LVI).

En el caso de la temperatura, la mayor C* fue la de los tratamientos a 0°C (16,8 a 19,1), mientras que la menor fue la de los tratamientos a 10°C (16,0 a 16,6). Para la permeabilidad de la bolsa, la mayor C* fue la de los tratamientos con bolsas de alta permeabilidad (17,8 a 19,1). En el día 15, al igual que en el día 6, se presentó interacción entre los factores. El tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 0°C, junto al conformado con la bolsa de alta permeabilidad y 5°C, presentaron la mayor C*, con 18,9 y 19,4 respectivamente, mientras que la menor fue la de los tratamientos con bolsa de alta permeabilidad y 10°C, junto al conformado por la bolsa de baja permeabilidad y 10°C, con 16,0 y 16,6 respectivamente. En el resto de los días el rango fue de 17,5 y 18,8 para todos los tratamientos.

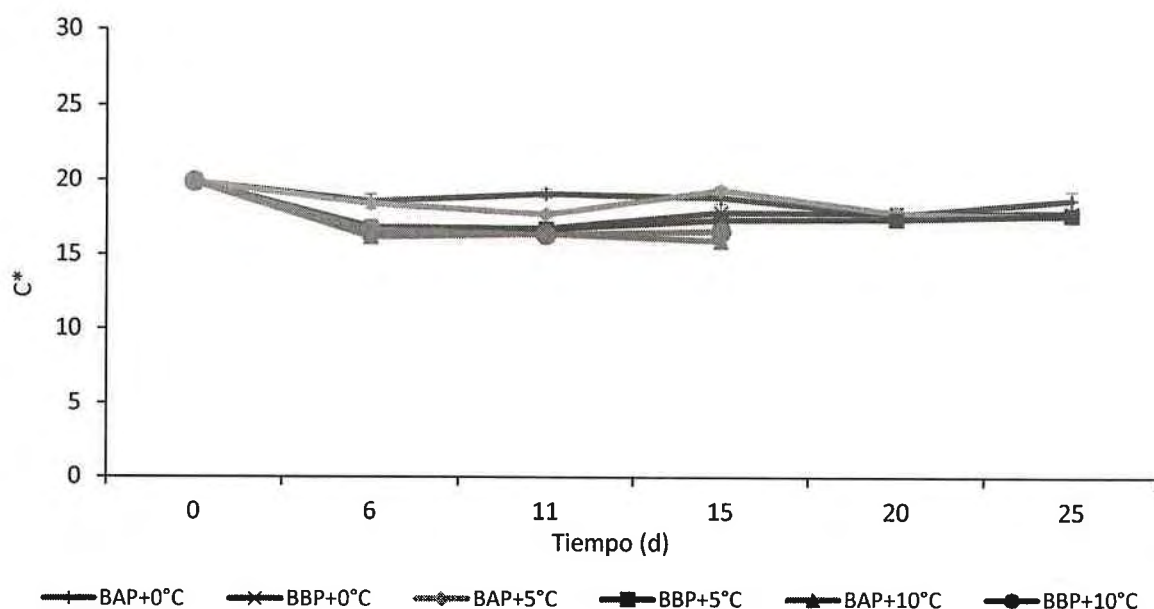


Figura 114. Valores de C^* en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

La tendencia indicó que la temperatura y la permeabilidad de la bolsa ejercieron un efecto en evitar la disminución de la saturación del color hasta el día 15, interactuando entre ellos. La temperatura más efectiva para evitar la pérdida de la saturación fue 0°C junto a la bolsa de alta permeabilidad, sin embargo las variaciones del color no fueron marcadas en el tiempo. Esto es similar a lo medido en el parámetro de L, lo que indicaría que el color no presentó una pérdida determinante como parámetro de calidad, más aún al ver que al término de 25 días los valores fueron similares a los del día 6.

H_{ab}

El valor de H_{ab} se mantuvo estable durante 25 días (Figura 115). Las diferencias entre tratamientos se presentaron hasta el día 20 con interacción entre los factores. Se observó una tendencia en donde los mayores valores de tono (tonos más verdes) fueron del tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 5°C, con un

rango durante los 25 días de 113,9 a 112,4°, seguido del tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y a 0°C, con 113,0 a 111,9° (Apéndice LVII).

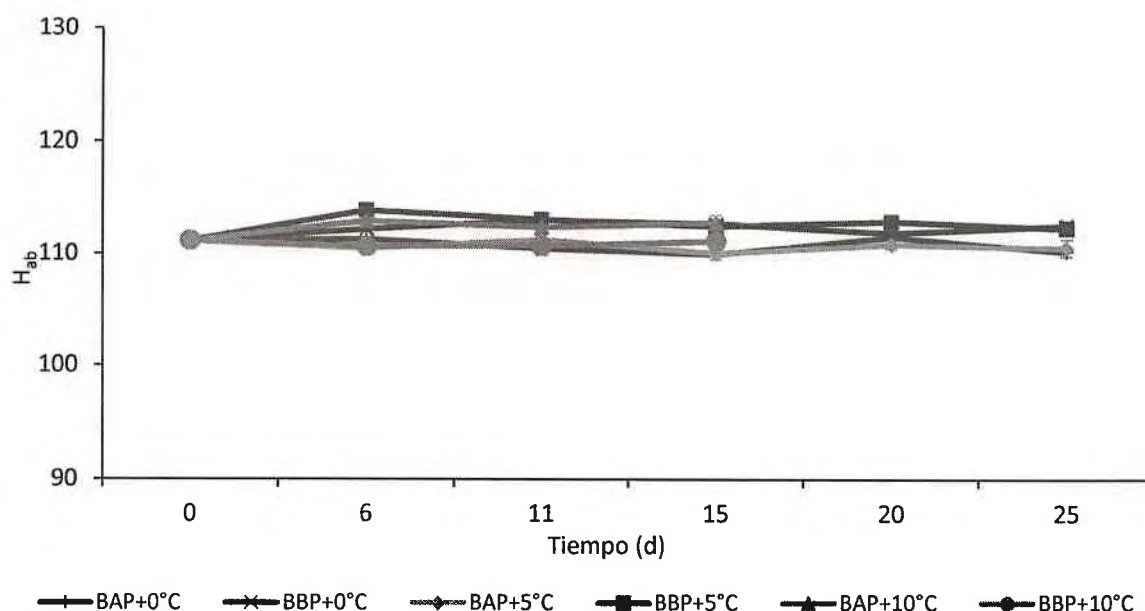


Figura 115. Valores de H_{ab} en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

Los tratamientos con bolsas de baja permeabilidad fueron más efectivos en retardar la disminución del tono, al contener concentraciones de O_2 y CO_2 más bajas y altas respectivamente, lo que disminuyó la tasa respiratoria y con esto la senescencia de las bayas. Al disminuir la senescencia, el color se mantiene más verde en comparación a los tratamientos con bolsa de alta permeabilidad, los que expresan su menor vida útil, entre otros factores, con tonalidades más amarillas al degradarse la clorofila de la piel. De la misma forma, las bajas y moderadas temperaturas (hasta 5°C) retrasaron la senescencia, no obstante, la tendencia del tono fue a mantenerse estable en el tiempo, tal como se apreció en los parámetros de L y C*.

Firmeza de la baya

Se presentó un leve descenso de la firmeza durante 25 días (Figura 116). Los resultados sólo indicaron diferencias entre tratamientos en los días 6 y 11. En el día 6 se presentaron diferencias entre tratamientos con interacción de los factores. En este día la mayor firmeza la presentó el tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 5°C ($0,33 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$). En el mismo día la menor firmeza la obtuvo el tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 10°C ($0,26 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$). En el día 11 las diferencias entre tratamientos estuvieron en función de la permeabilidad de la bolsa, con un rango de $0,27$ a $0,31 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$ para los tratamientos con bolsa de alta permeabilidad (mayor firmeza), y de $0,25$ a $0,26 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$ para los tratamientos con bolsas de baja permeabilidad (menor firmeza). En el resto de los días el rango de valores fue de $0,25$ a $0,30 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$ (Apéndice LVIII). La tendencia indicó que la firmeza no fue afectada notoriamente en el tiempo.

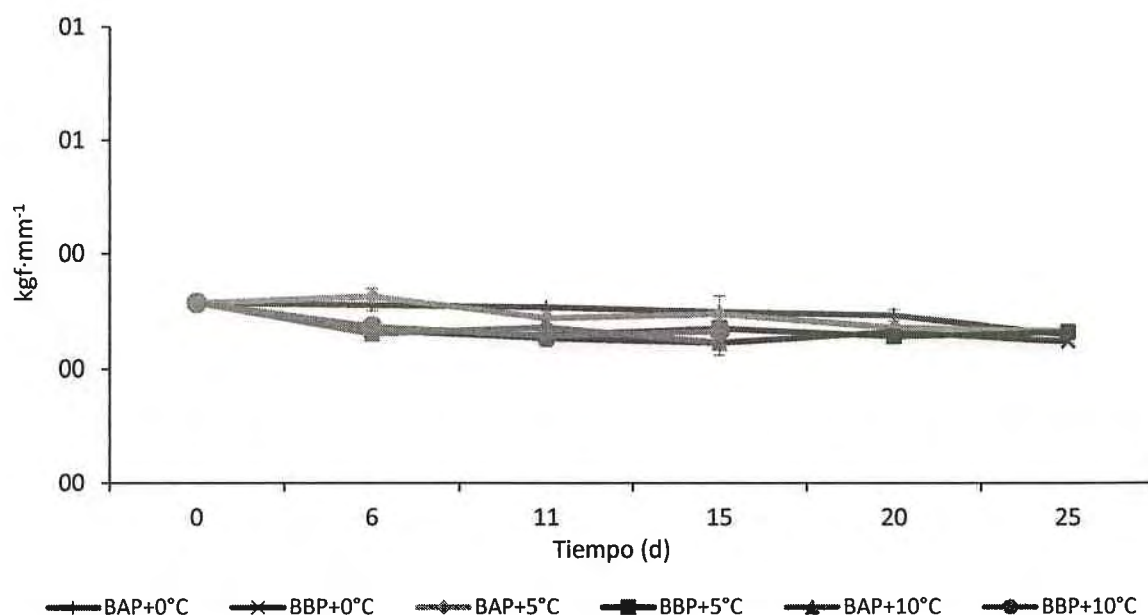


Figura 116. Valores de firmeza ($\text{kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$) en bayas de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

Pérdida de peso

Durante el almacenamiento no se observó deshidratación en las bayas de uva de mesa desgranada, por lo que no se evidenció ninguna pérdida de peso en ningún tratamiento ($< 0,2\%$).

La poca variación de este parámetro se debió a la alta humedad relativa alcanzada en los envases de atmósfera modificada, lo que disminuyó el traspaso de humedad desde las bayas hacia la atmósfera. Se sumó a esto las bajas temperaturas utilizadas durante el ensayo, no variando significativamente los valores incluso con temperaturas de 10°C .

Porcentaje de pudriciones

El porcentaje de pudriciones fue mayor en los tratamientos a 10°C , seguido por los tratamientos a 5°C , al presentar una temperatura más cerca del óptimo ($20\text{--}25^{\circ}\text{C}$) de *Botrytis cinerea*. En el caso de las permeabilidades de las bolsas, la bolsa de baja permeabilidad fue más efectiva en disminuir la incidencia de pudriciones al contener un mayor porcentaje de CO_2 (Cuadro 55).

Cuadro 55. Porcentajes de pudriciones leves ($<25\%$ de la baya), en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 25 días. Los valores corresponden a la media ($n=3$) $\pm$ desviación estándar.

	Tiempo de almacenamiento (d)				
	6	11	15	20	25
BAP + 0°C	1,9 $\pm$ 3,2	1,7 $\pm$ 2,9	4,8 $\pm$ 4,8	8,2 $\pm$ 2,8	6,4 $\pm$ 5,5
BBP + 0°C	0,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	3,4 $\pm$ 3,0	1,8 $\pm$ 3,0	1,9 $\pm$ 3,2
BAP + 5°C	3,3 $\pm$ 2,9	11,3 $\pm$ 10,9	14,3 $\pm$ 0,7	39,4 $\pm$ 9,2	85,1 $\pm$ 9,7
BBP + 5°C	3,5 $\pm$ 3,1	3,9 $\pm$ 3,3	5,5 $\pm$ 0,5	19,3 $\pm$ 10,4	48,3 $\pm$ 15,9
BAP + 10°C	3,6 $\pm$ 3,2	55,7 $\pm$ 14,5	52,4 $\pm$ 14,9	-----	-----
BBP + 10°C	0,0 $\pm$ 0,6	46,2 $\pm$ 17,8	57,2 $\pm$ 6,8	-----	-----

BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP: bolsa de baja permeabilidad.

La incidencia más alta de pudriciones se presentó en los tratamientos con bolsa de alta y baja permeabilidad, a 10°C, alcanzando un rango de 0,0 a 57,2% hasta el día 20. Luego de este período las muestras dejaron de analizarse, debido a que el nivel de pudriciones era cercano al 100% (en estos días se observó una gran cantidad de pudriciones, abarcando más de 25% por baya).

El factor temperatura causó la mayor variación en la incidencia de las pudriciones. En el caso de la bolsa de baja permeabilidad, disminuyó la presencia de pudriciones a pesar de no haber alcanzado las concentraciones reportadas como efectivas para inhibir el desarrollo de *Botrytis cinerea* (10% CO₂), como se mencionó en los parámetros de gases analizados con anterioridad. Sin embargo, las pudriciones en las bolsas fueron demasiado altas para utilizarse comercialmente (a 5°C en el día 20, sobre 20% de pudriciones por bolsa).

Conclusiones

La utilización de bolsas de baja permeabilidad (2500 mL de O₂ m⁻² d⁻¹), son más efectivas en comparación a bolsas de alta permeabilidad (6000-8000 mL de O₂ m⁻² d⁻¹), para alcanzar menores y mayores concentraciones de O₂ y CO₂ respectivamente, llegando a concentraciones de 8-14% O₂ y de 2-3% CO₂ a los 20-25 días, en comparación a los 13-17% de O₂ y 1-2% CO₂ de la bolsa de alta permeabilidad.

Para alcanzar mayores concentraciones de CO₂ que inhiban el desarrollo de pudriciones (*Botrytis cinerea*), se debe reducir el volumen de cabeza, aumentando la cantidad de fruta utilizada.

La utilización de bolsas de baja permeabilidad (8-14% O₂ y de 2-3% CO₂), junto a temperaturas de 0°C y 5°C, previenen el cambio de color a tonalidades más amarillas, siendo el tratamiento que previene en mayor medida este cambio el conformado por la bolsa de baja permeabilidad y 5°C.

La tendencia en la firmeza no indicó un efecto claro de los tratamientos en la prevención de la pérdida de este parámetro. Para todos los tratamientos se observó un descenso leve durante 25 días.

El peso de las bolsas con bayas no se vio afectado por los tratamientos utilizados durante 25 días.

La utilización de bolsas de baja permeabilidad (8-14% O₂ y de 2-3% CO₂), junto a temperaturas de 0°C y 5°C, redujeron la incidencia de pudriciones en la uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless'. Sólo con 0°C se redujeron las pudriciones bajo 10% durante 25 días.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 56), señalados en la Carta Gantt de la Etapa I del proyecto (Cuadro 1):

Cuadro 56. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la permeabilidad del envase y temperatura de almacenamiento en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless'

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' a 0, 5 y 10°C.	Se definió la vida útil de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' en base a parámetros de color, firmeza, pérdida de peso y porcentaje de pudriciones.
Sistema de envasado	Envasado en atmósfera modificada pasiva.	Se presentaron 2 sistemas de envasado (alta y baja permeabilidad) para uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' que permite comercializarla.
Parámetros de calidad	Búsqueda de tratamientos alternativos al SO ₂ .	Se controló el crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> mediante atmósfera modificada pasiva.

5.2.2 Evaluación de la permeabilidad del envase y temperatura de almacenamiento en uva de mesa desgranada 'Black Seedless'

Hipótesis

La utilización de envases de atmósfera modificada y bajas temperaturas de almacenamiento, prolonga la vida útil de las bayas de uva de mesa desgranada 'Black Seedless' por al menos 20 días.

Objetivos

Evaluar el efecto del uso de envases de atmósfera modificada y bajas temperaturas sobre el color, firmeza, pudriciones y pérdida de peso de uva de mesa desgranada 'Black Seedless', por al menos 20 días.

Procesamiento de la materia prima

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Black Seedless'. La temperatura de trabajo fue de 15°C, ya que no se contaba con las instalaciones adecuadas para el procesamiento de la fruta.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron en una solución de NaClO (100 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de plástico acanalado (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de plástico acanalada (5 min). El envasado se realizó en bolsas de polietileno de alta (6000-8000 mL O₂ m⁻² d⁻¹) y baja

permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Las bayas envasadas se almacenaron a 0, 5 y 10°C , durante 25 d.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 15 y 20 para las concentraciones de gases. En los parámetros físicos de color y firmeza, las evaluaciones se hicieron hechas en los días 0, 6, 10, 15 y 20. Finalmente, el índice de pudriciones y pérdida de peso se analizó en los días 6, 10, 15 y 20.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, pudriciones, parámetros físicos (color y firmeza) y pérdida de peso.

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial (3×2), donde el primer factor correspondió a la temperatura de almacenamiento y el segundo a la permeabilidad del plástico utilizado para envasar.

La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 57.

Cuadro 57. Tratamientos aplicados a uva de mesa desgranada 'Black Seedless' en bolsas de atmósfera modificada pasiva.

Tratamiento	Permeabilidad envase	Temperatura ($^\circ\text{C}$)
1	Alta	0
2	Baja	0
3	Alta	5
4	Baja	5
5	Alta	10
6	Baja	10

Alta permeabilidad: $6000\text{-}8000 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$

Baja permeabilidad: $2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos o los factores evaluados, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

Los resultados de 'Black Seedless', mostraron que el calibre se presentó con un valor promedio de 19,3 mm (diámetro ecuatorial), el cual estuvo dentro de valores adecuados de exportación (calibre entre 17 y 19 mm) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006). En relación al color, se presentó una tonalidad oscura, propia del color negro de la variedad, con baja L e intensidad del color (Cuadro 58).

Cuadro 58. Caracterización de uva de mesa desgranada 'Black Seedless'.

Parámetros físicos^a

Peso (g)	7,0±1,4
Diámetro ecuatorial (mm)	19,3±1,6
Diámetro polar (mm)	26,3±2,4
Firmeza (kg-f)	0,27±0,07
Color de piel	
L	21,0±2,8
C	2,3±0,7
Hab	347,4±14,6

^aCorresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

Concentración de gases

Se presentó un descenso de la concentración de O_2 , alcanzando valores estables en el día 15 (Figura 117). En el día 15 se presentaron diferencias entre tratamientos con interacción de los factores (Apéndice LIX). En este día la menor concentración de O_2 la alcanzó el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y $5^\circ C$ (11,0%). Por el contrario, las mayores concentraciones las alcanzaron el resto de tratamientos, sin diferencias significativas entre ellos (15,1 a 17,2%). En el caso del día 20, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en función de la temperatura y permeabilidad de las bolsas, sin interacción entre estos. En este día las menores concentraciones se presentaron en los tratamientos que presentaron temperaturas de $5^\circ C$ y utilizaron bolsas de baja permeabilidad. El rango de valores desde el día 15 para todos los tratamientos fue de 10,4 a 17,5% O_2 .

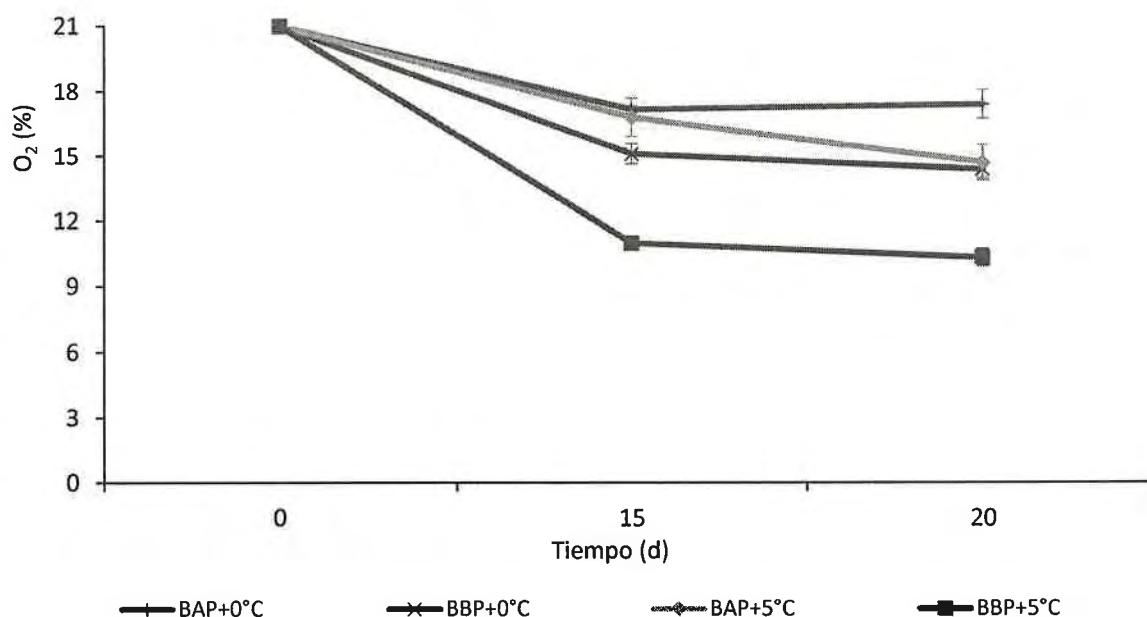


Figura 117. Porcentajes de oxígeno (O_2) en bolsas de atmósfera modificada de uva de mesa desgranada 'Black Seedless' durante 20 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

En el caso del CO₂ se presentó un alza de sus valores, encontrando valores estables desde el día 15, a excepción del tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 5°C, y en menor medida el tratamiento de bolsa de baja permeabilidad y 5°C, los que presentaron una sostenida alza hasta el día 20 (Figura 118). Las diferencias entre tratamientos tuvieron un comportamiento similar al encontrado para el O₂. En el día 15 se presentaron diferencias entre tratamientos con interacción entre los factores (Apéndice LX), alcanzando la mayor concentración el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 5°C (2,1%), mientras que las menores concentraciones las presentaron los tratamientos con bolsa de baja permeabilidad, tanto a 5°C como a 0°C (0,9% en ambos tratamientos).

En el caso del día 20, se presentaron diferencias entre tratamientos en función de la temperatura y permeabilidad de la bolsa, sin interacciones entre ellos. En este día las mayores concentraciones se presentaron en los tratamientos a 5°C y en los que utilizaron bolsas de baja permeabilidad. El rango de valores desde el día 15 para todos los tratamientos fue de 0,7 a 2,6% CO₂.

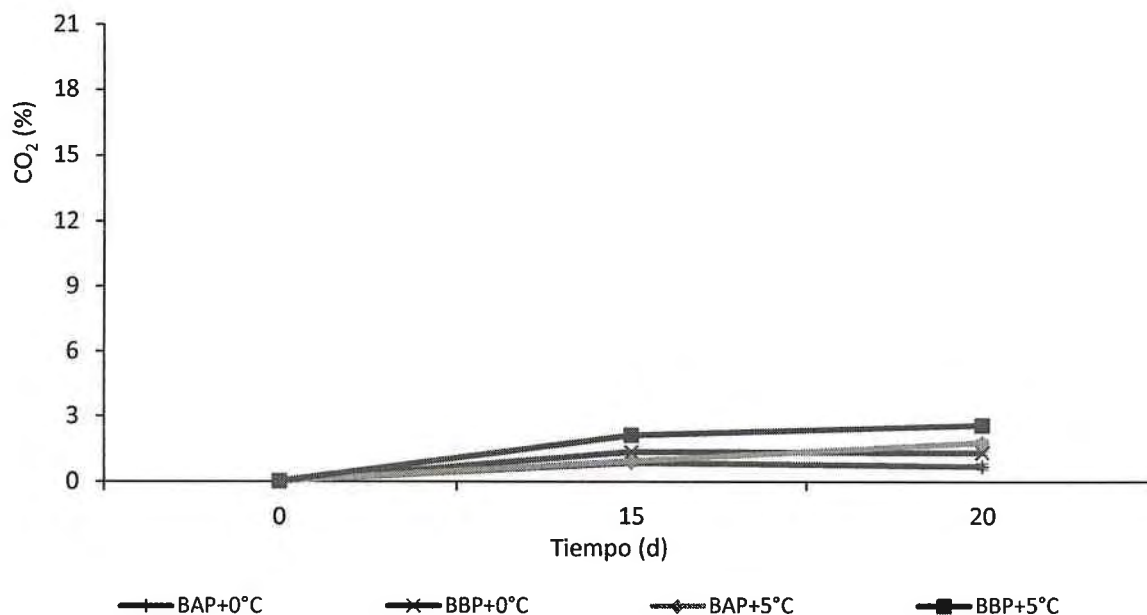


Figura 118. Porcentajes de dióxido de carbono (CO_2) en bolsas de atmósfera modificada de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

En relación a ambos gases, los resultados fueron similares a los encontrados en 'Thompson Seedless'. Las menores y mayores concentraciones de O_2 y CO_2 respectivamente, en los tratamientos a 5°C en comparación con los a 0°C con el mismo tipo de bolsa, estaría generado por una mayor tasa respiratoria en los primeros debido a la mayor temperatura. Finalmente, al igual que 'Thompson Seedless', en ninguno de los tratamientos fue posible llegar a la atmósfera esperada de 5% O_2 y 10% CO_2 , en donde 10% CO_2 actuaría inhibiendo el desarrollo del hongo *Botrytis cinerea*. Probablemente se requiera disminuir el espacio de cabeza en la bolsa, aumentando la cantidad de fruta para lograr las concentraciones deseadas.

Parámetros físicos

Color de la piel de la baya

L

Se presentó una sostenida alza durante 20 días para este parámetro (Figura 119). El análisis indicó que hasta el día 15 se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en función de la temperatura (Apéndice LXI). En los días 6 y 10, los tratamientos a 10°C presentaron la mayor L (22,4 a 24,1) en comparación con los tratamientos a 5°C (21,0 a 22,9) y 0°C (20,3 a 22,3). En el día 15, por el alto nivel de pudriciones presente en los tratamientos a 10°C se eliminaron las muestras, siendo los tratamientos a 5°C los de mayor L (23,6 a 24,1) en comparación a 0°C (22,0 a 22,1). Finalmente, en el día 20 se retiraron las muestras a 5°C por el alto nivel de pudriciones, no presentándose diferencias significativas entre los tratamientos a 0°C (21,7 a 22,0).

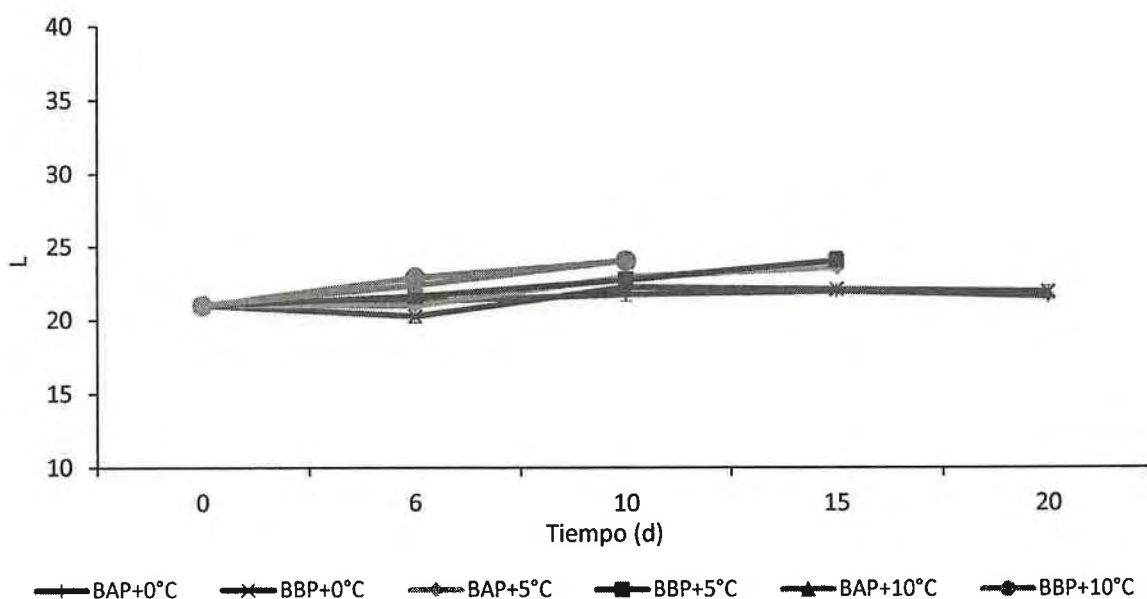


Figura 119. Valores de L de uva de mesa desgranada 'Black Seedless' durante 20 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos, sólo la temperatura sería efectiva para reducir la pérdida de color (aclaramiento de las bayas) durante 20 días para esta variedad. La utilización de bolsas con las permeabilidades señaladas para este ensayo, no tendría incidencia alguna en este parámetro. La utilización de una temperatura de 10°C disminuye en menor medida la tasa respiratoria de las bayas que temperaturas más bajas, siendo 0°C la que más reduce el metabolismo de la fruta. Al reducirse la tasa metabólica, los procesos fisiológicos propios de la senescencia, tales como la pérdida de color (mayor L indica más claridad), se ven disminuidos.

C*

Se presentó un descenso de los valores de C* hasta el día 6, para mantenerse estable en el tiempo, a excepción del tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 0°C, el cual mostró una leve alza hasta el día 20 (Figura 120). En el día 6 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, mientras que en los días 10 y 15 se presentaron diferencias con interacción de los factores (Apéndice LXII). En el día 15 el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 0°C, junto al tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 5°C (sin diferencias significativas) se presentaron con la mayor saturación (1,9 en ambos tratamientos) en comparación al resto de tratamientos, los que tampoco presentaron diferencias entre ellos (1,5). Finalmente, en el día 20 (Apéndice LXIII) el tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 0°C presentó la menor saturación (1,7), en comparación al tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 0°C (2,2).

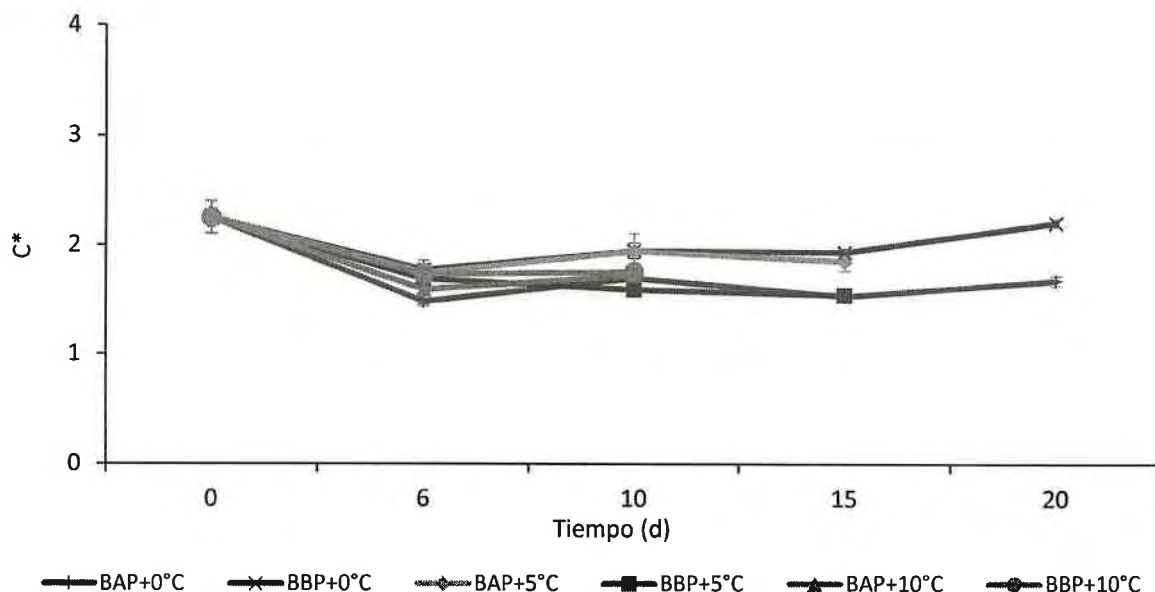


Figura 120. Valores de saturación (C^*) de uva de mesa desgranada 'Black Seedless' durante 20 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

Los resultados mostraron, a diferencia de L, que la saturación o el grado de intensidad del color sí son afectados por la interacción de la temperatura y las concentraciones gaseosas dentro de las bolsas. En relación al mejor tratamiento, este sería el conformado por una bolsa de baja permeabilidad y 0°C, previniendo el aumento de la tasa respiratoria y con esto la pérdida de intensidad del color.

H_{ab}

Se presentó una tendencia en todos los tratamientos a mantenerse con valores estables durante 20 días (Figura 121). En los días 6 y 10 se presentaron diferencias entre tratamientos en función de la temperatura (Apéndice LXIV). En ambos días los tratamientos a 10°C presentaron los tonos más bajos (314,9 a 322,2°). Los tonos más altos en el día 6 fueron de los tratamientos a 5°C (321,8 a 329,4°), mientras que en el día 10 fueron de los tratamientos a 0°C (331,0 a 331,3°). En el día 15 se presentaron diferencias entre tratamientos con interacción de los factores. En este día el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 5°C

presentó el menor tono ($317,4^{\circ}$), mientras que los valores más altos lo presentaron el resto de los tratamientos, sin diferencias significativas entre ellos ($327,3$ a $328,5^{\circ}$). Finalmente, en el día 20 no se presentaron diferencias entre tratamientos ($331,7$ a $336,3$).

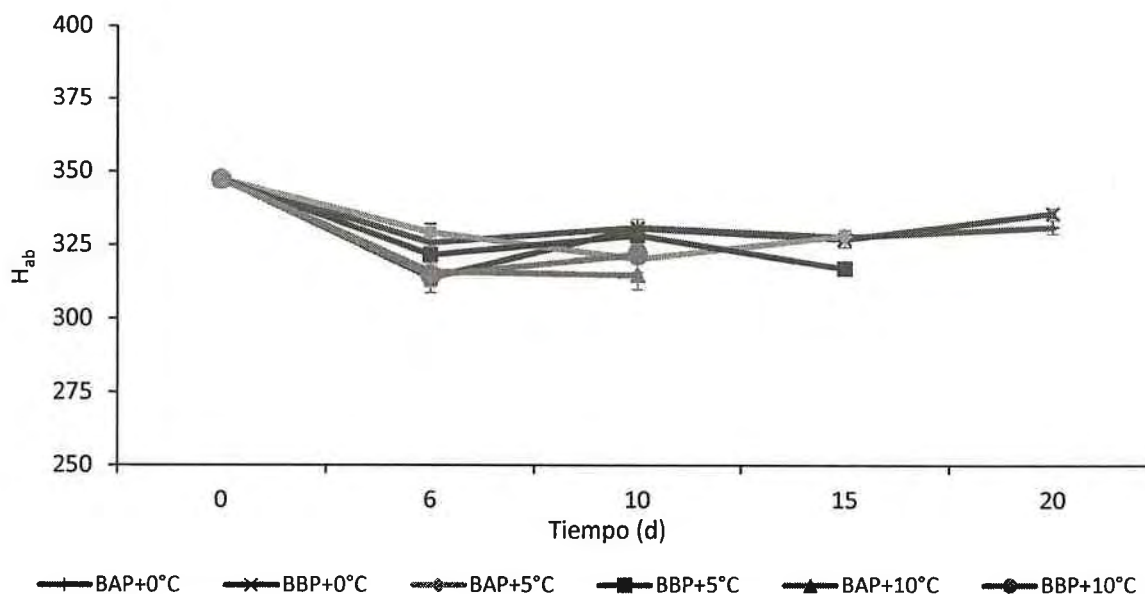


Figura 121. Valores de H_{ab} de uva de mesa desgranada 'Black Seedless' durante 20 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

Se constató que al igual que en L, el principal efecto en la prevención de la pérdida de tono fue la temperatura, sólo existiendo interacción entre los factores en el día 20.

Firmeza de la baya

Se presentó un marcado descenso en los valores de firmeza durante 20 días (Figura 122). En el día 6 se presentaron diferencias entre tratamientos, con interacción entre los factores (Apéndice LXV). En este día el tratamiento con mayor firmeza fue el conformado por la bolsa de baja permeabilidad junto a 5°C . En el día 10 se presentaron diferencias entre tratamientos en función de la

temperatura, con los tratamientos de mayor firmeza a 5°C (0,20 a 0,22 kgf·mm⁻¹). En el resto de los días no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, alcanzando un rango de 0,18 a 0,19 kgf·mm⁻¹.

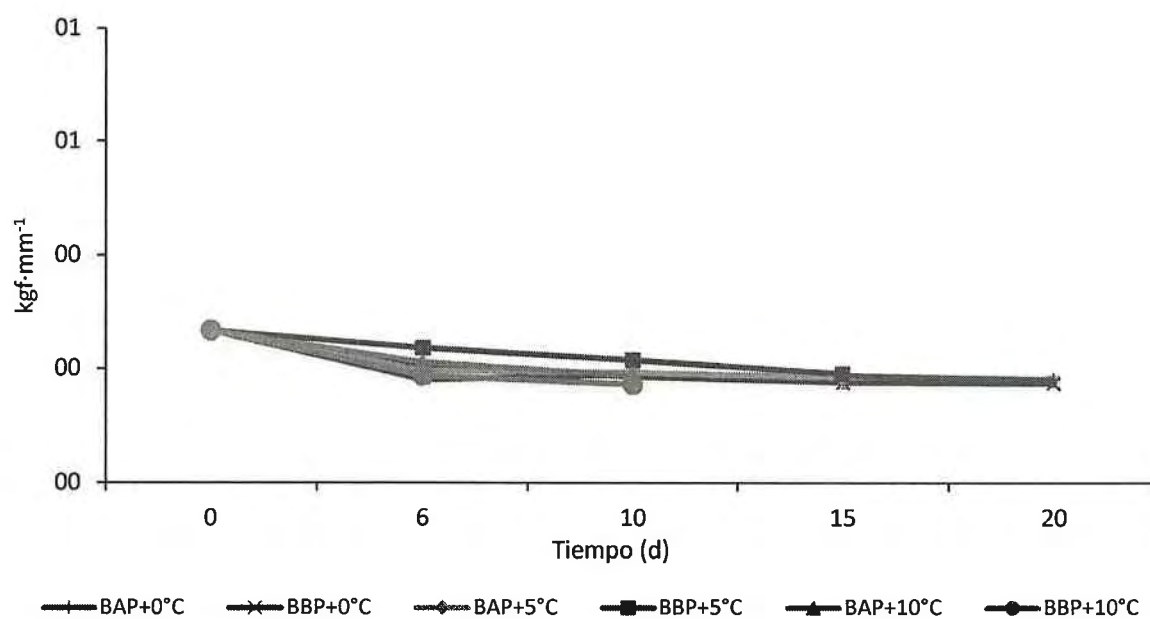


Figura 122. Valores de firmeza (kgf·mm⁻¹) de uva de mesa desgranada 'Black Seedless' durante 20 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

Si bien se presentaron diferencias entre tratamientos para este parámetro, estas no indicaron una tendencia clara, con todos los tratamientos manteniendo un descenso marcado.

Pérdida de peso

Al igual que en el ensayo anterior con uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', en el ensayo con 'Black Seedless' no se evidenció pérdida de peso en ningún tratamiento (< 0,2%).

Porcentaje de pudriciones

De la misma forma que en el ensayo de 'Thompson Seedless', el porcentaje de pudriciones fue mayor en los tratamientos a 10°C, seguido por los tratamientos a 5°C, al presentar una temperatura más cercana al óptimo (20-25°C) de *Botrytis cinerea*. En relación a las permeabilidades de las bolsas, a diferencia de lo ocurrido en 'Thompson Seedless', no se observó una disminución de las pudriciones con el uso de la bolsa de baja permeabilidad en comparación con la de alta permeabilidad (Cuadro 58), a pesar de contener un mayor porcentaje de CO₂.

Cuadro 58. Rango de porcentajes de pudriciones leves (<25% de la baya), en uva de mesa desgranada 'Black Seedless' durante 20 días. Los valores corresponden a la media (n=3) ± desviación estándar.

	Tiempo de almacenamiento (d)			
	6	10	15	20
BAP + 0°C	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
BBP + 0°C	0,0±0,0	0,0±0,0	2,0 ±3,4	6,3±6,3
BAP + 5°C	4,0±3,5	6,3±6,3	40,1±3,3	100,0±0,0
BBP + 5°C	4,3±3,7	10,3±9,2	53,5±11,9	96,1±6,8
BAP + 10°C	12,6±6,0	93,9±6,3	-----	-----
BBP + 10°C	18,0±0,6	76,9±28,8	-----	-----

BAP: bolsa de alta permeabilidad. BBP: bolsa de baja permeabilidad.

Hasta el día 10 se analizaron las muestras a 10°C, debido a que el nivel de pudriciones sobre este periodo fue cercano al 100%(en estos días se observó una gran cantidad de pudriciones abarcando más de 25% de la baya). Probablemente son necesarias mayores concentraciones de CO₂ para inhibir eficazmente el desarrollo de *Botrytis cinerea*.

Conclusiones

La utilización de bolsas de baja permeabilidad ($2500 \text{ mL de O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), fue más efectiva en comparación a bolsas de alta permeabilidad ($6000\text{-}8000 \text{ mL de O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) para alcanzar menores y mayores concentraciones de O_2 y CO_2 respectivamente, llegando a concentraciones de 10-17% O_2 y de 1-3% CO_2 a los 15-20 días, en comparación a los 15-17% de O_2 y 1-2% CO_2 de la bolsa de alta permeabilidad.

Para alcanzar mayores concentraciones de CO_2 que inhiban el desarrollo de pudriciones (*Botrytis cinerea*), se debe reducir el volumen de cabeza, aumentando la cantidad de fruta utilizada.

La utilización de temperaturas de 0 y 5°C , previene la pérdida de color en las bayas de 'Black Seedless', siendo 0°C la que previene en mayor medida esta pérdida de color.

La firmeza no indicó un efecto claro de los tratamientos en la prevención de la disminución de este parámetro. Para todos los tratamientos se observó un descenso marcado durante 20 días.

El peso de las bolsas con bayas no se ve afectado por los tratamientos utilizados durante 20 días.

El uso de bajas temperaturas (0 y 5°C) reduce la incidencia de pudriciones en las bayas de uva 'Thompson Seedless', sin embargo sólo a 0°C se mantiene en valores bajo 10% durante 20 días. Las concentraciones gaseosas de las diferentes bolsas no fueron eficaces para inhibir la incidencia de pudriciones en las bayas de uva.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 59), señalados en la Carta Gantt de la Etapa I del proyecto (Cuadro 1):

Cuadro 59. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la permeabilidad del envase y temperatura de almacenamiento en uva de mesa desgranada 'Black Seedless'.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad en uva de mesa desgranada 'Black Seedless' a 0, 5 y 10°C.	Se definió la vida útil de uva de mesa desgranada 'Black Seedless' en base a parámetros de color, firmeza, pérdida de peso y porcentaje de pudriciones.
Sistema de envasado	Envasado en atmósfera modificada pasiva.	Se presentaron 2 sistemas de envasado (alta y baja permeabilidad) para uva de mesa desgranada 'Black Seedless' que permite comercializarla.
Parámetros de calidad	Búsqueda de tratamientos alternativos al SO ₂ .	Se controló el crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> mediante atmósfera modificada pasiva.

5.2.3 Evaluación de la permeabilidad del envase y temperatura de almacenamiento en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless'

Hipótesis

La utilización de envases de atmósfera modificada y bajas temperaturas de almacenamiento, prolonga la vida útil de las bayas de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' por al menos 25 días.

Objetivos

Evaluar el efecto del uso de envases de atmósfera modificada y bajas temperaturas sobre el color, firmeza, pudriciones y pérdida de peso de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', por al menos 25 días.

Procesamiento de la materia prima

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Flame Seedless'. La temperatura de trabajo fue de 15°C, ya que no se contaba con las instalaciones adecuadas para el procesamiento de la fruta.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron en una solución de NaClO (100 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de plástico acanalado (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de plástico acanalada (5 min). El envasado se realizó en bolsas de polietileno de alta (6000-8000 mL O₂ m⁻² d⁻¹) y baja

permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Las bayas envasadas se almacenaron a 0, 5 y 10°C , durante 25 d.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 11, 15, 20 y 25 para las concentraciones de gases. En los parámetros físicos de color y firmeza, las evaluaciones se hicieron en los días 0, 5, 11, 15, 20 y 25. Finalmente, el índice de pudriciones y pérdida de peso se analizó en los días 5, 11, 15, 20 y 25.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, pudriciones y parámetros físicos (color y firmeza) y pérdida de peso.

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial (3×2), donde el primer factor correspondió a la temperatura de almacenamiento y el segundo a la permeabilidad del plástico utilizado para envasar.

La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 60.

Cuadro 60. Tratamientos aplicados a uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' en bolsas de atmósfera modificada pasiva.

Tratamiento	Permeabilidad envase	Temperatura ($^\circ\text{C}$)
1	Alta	0
2	Baja	0
3	Alta	5
4	Baja	5
5	Alta	10
6	Baja	10

Alta permeabilidad: $6000\text{--}8000 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$

Baja permeabilidad: $2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos o los factores evaluados, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

El calibre se presentó con un valor promedio de 18,0 mm (diámetro ecuatorial), el cual estuvo dentro de valores adecuados de exportación (calibre entre 18 y 21 mm) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006). En relación al color, se presentó una tonalidad marcadamente roja, con baja L e intensidad del color (Cuadro 61).

Cuadro 61. Caracterización de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless'.

Parámetros físicos^a

Peso (g)	4,3±0,6
Diámetro ecuatorial (mm)	18,0±0,9
Diámetro polar (mm)	19,1±0,9
Firmeza (kg-f)	0,26±0,05
Color de piel	
L	26,5±2,9
C	12,9±3,5
Hab	20,1±7,8

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

Concentración de gases

Se constató un descenso de la concentración de O₂ durante 25 días (Figura 123). En los días 11, 15 y 20 se presentaron diferencias entre tratamientos en función de la permeabilidad de la bolsa, con un rango en los tratamientos con bolsas de

baja permeabilidad de 5,9 a 14,4%, mientras que los tratamientos con bolsa de alta permeabilidad alcanzaron valores de 13,2 a 18,4% (Apéndice LXVI). En el día 20, adicionalmente, se presentaron diferencias entre tratamientos en función de la temperatura, con los tratamientos a 5°C (5,9 a 15,3%) con las menores concentraciones de O₂ en comparación a 0°C (12,9 a 18,4%). Finalmente, en el día 25 (Apéndice LXVII) el tratamiento conformado por la bolsa de baja permeabilidad y 0°C presentó la menor concentración de O₂ (11,9%), en comparación al tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 0°C (15,6%).

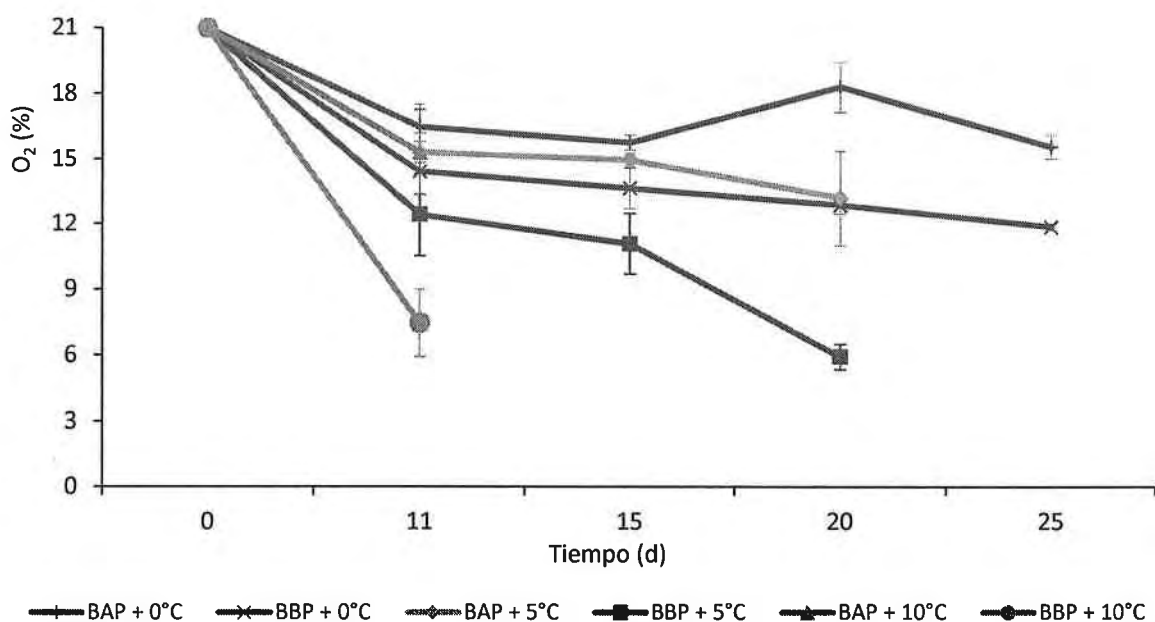


Figura 123. Porcentajes de oxígeno (O₂) en bolsas de atmósfera modificada en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

En el caso del CO₂, se presentó un alza sostenida de sus valores durante 25 días (Figura 124). Se presentaron diferencias entre tratamientos con interacción de los factores hasta el día 15 (Apéndice LXVIII). En el día 11 el tratamiento con el mayor porcentaje de CO₂ fue el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 10°C (5,8%), mientras que para el mismo día, las menores concentraciones las

presentaron los tratamientos con bolsa de alta permeabilidad a 0 y 5°C, sin diferencias significativas entre ellos (1,1 a 1,4%). En el día 15, el tratamiento con la mayor concentración de CO₂ fue el conformado por la bolsa de baja permeabilidad y 5°C, mientras que la menor concentración la alcanzó el tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 0°C. En el día 20, se presentaron diferencias entre tratamientos en función de la temperatura y permeabilidad de la bolsa. En el caso de la temperatura, la mayor concentración se alcanzó en los tratamientos a 5°C (2,2 a 4,1%) en comparación a 0°C (0,7 a 1,8%). Para la permeabilidad de la bolsa, los tratamientos que utilizaron bolsas de bajas permeabilidades presentaron las mayores concentraciones (1,8 a 4,1%), en comparación a los tratamientos que utilizaron bolsas de altas permeabilidades (0,7 a 2,2%). Finalmente, en el día 25 (Apéndice LXIX) el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 0°C presentó la mayor concentración de CO₂ (2,1%), en comparación al tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 0°C (1,1%).

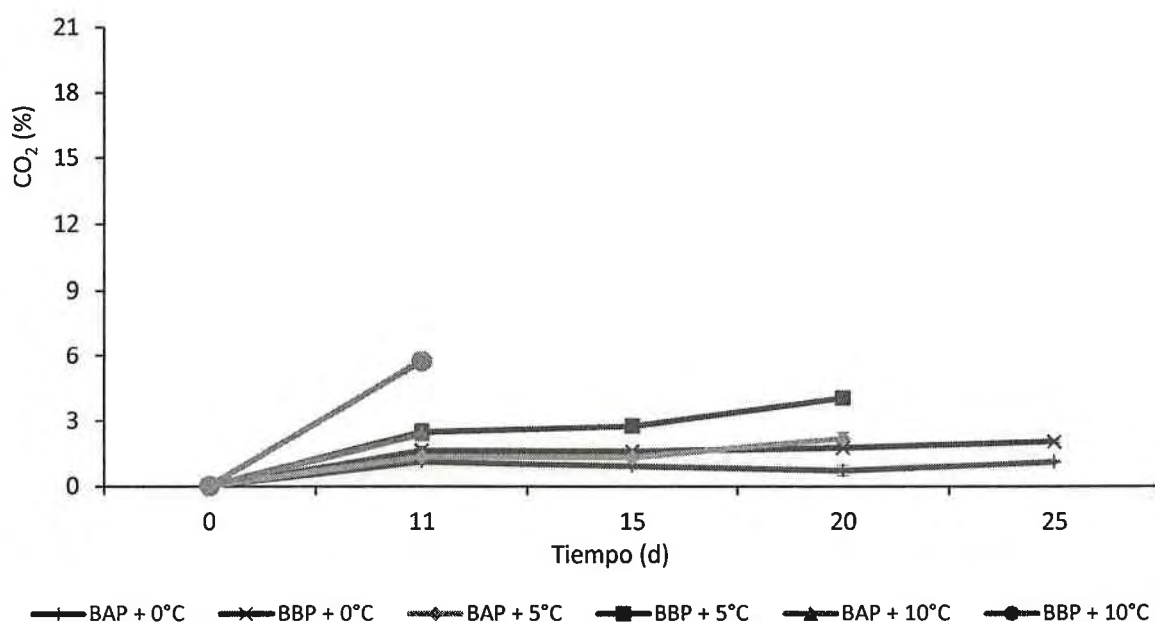


Figura 124. Porcentajes de dióxido de carbono (CO₂) en bolsas de atmósfera modificada de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

En relación a ambos gases, los resultados fueron similares a los encontrados en 'Thompson Seedless' y 'Black Seedless', sin embargo, en el caso del O₂ no se encontraron diferencias marcadas en las concentraciones en función de la temperatura hasta el día 20. En este caso, lo más determinante para las diferencias en las concentraciones de este gas entre los distintos tratamientos, fue el uso de bolsas con permeabilidades diferentes, siendo la bolsa de baja permeabilidad la más efectiva para aumentar las concentraciones de CO₂ y disminuir las de O₂. Finalmente, al igual que en el resto de variedades utilizadas, en ninguno de los tratamientos fue posible llegar a la atmósfera esperada de 5% O₂ y 10% CO₂, en donde 10% CO₂ actuaría inhibiendo el desarrollo del hongo *Botrytis cinerea*. Probablemente se requiera disminuir el espacio de cabeza en la bolsa, aumentando la cantidad de fruta para lograr las concentraciones deseadas.

Parámetros físicos

Color de la piel de la baya

L

Se presentó un sostenido aumento de la L durante 25 días para este parámetro (Figura 125). En el día 5 se presentaron diferencias entre tratamientos con interacción de los factores (Apéndice LXX). En este día los tratamientos con la mayor L fueron el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 10°C, junto al tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 0°C, sin diferencias significativas entre ellos (27,1 a 27,9). Por el contrario, el tratamiento con la menor L fue el que contó con una bolsa de alta permeabilidad y 5°C (29,2). En los días 11 y 15 se encontraron diferencias entre tratamientos en función de la temperatura. En ambos días las mayores L las presentaron los tratamientos a 5°C (29,3 a 29,8), mientras que las menores L las presentaron los tratamientos a 0°C (27,2 a 27,8). Adicionalmente, en el día 11 los tratamientos a 10°C no se diferenciaron con los que estuvieron a 0°C, siendo parte de los tratamientos con menores L (27,6 a

28,0). Finalmente, en el día 20 no se encontraron diferencias entre tratamientos, mientras que en el día 25 el tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 0°C presentó la menor L (28,0), en comparación al tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 0°C (29,0).

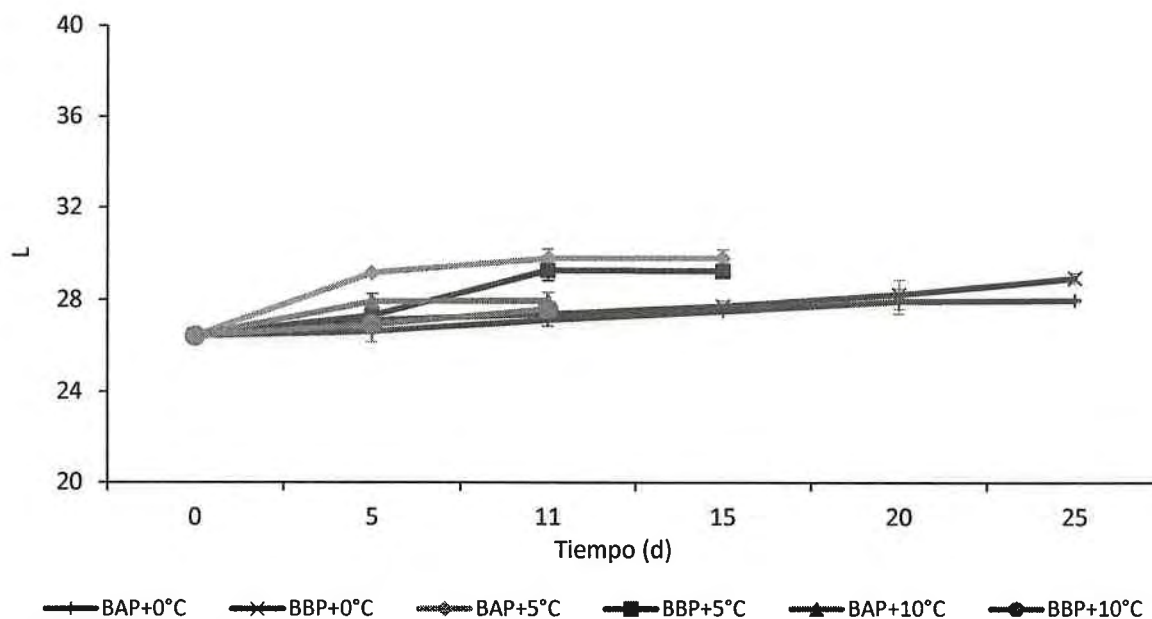


Figura 125. Valores de L en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

Si bien el día 5 se detectó diferencias con interacción de los factores, la tendencia indicó un mayor efecto en la prevención de la pérdida de L con la utilización de bajas temperaturas, en donde 0°C sería más efectivo que 5°C. Esto estaría causado por una reducción en su tasa metabólica, y con esto de los procesos de senescencia, tales como la pérdida de color.

C*

Los valores de saturación permanecieron estables durante 25 días, a excepción de una leve alza sostenida del tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 5°C

(Figura 126). Sólo se presentaron diferencias entre tratamientos con interacción de los factores en el día 11 (Apéndice LXXI). En este día el tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 5°C presentó la mayor saturación (14,3), mientras que la menor saturación la presentó el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 5°C (11,2). En el día 15, se presentaron diferencias en función de la temperatura y permeabilidad de la bolsa. Los tratamientos con bolsa de alta permeabilidad presentaron la mayor C (13,4 a 15,8), en comparación a los tratamientos con bolsas de baja permeabilidad (13,0 a 13,5). En el caso de la temperatura, los tratamientos a 5°C presentaron la mayor C* (13,5 a 15,8), en comparación a los a 0°C (13,2 a 14,7). Finalmente, en los días 20 y 25 no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, con un rango de valores de 13,5 a 14,3.

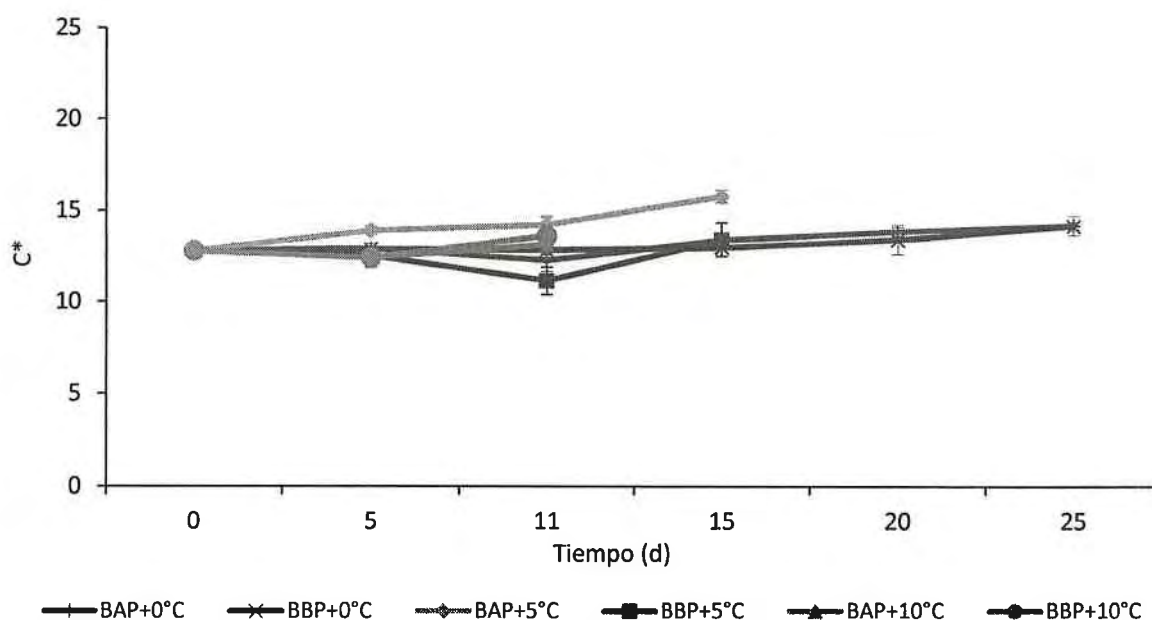


Figura 126. Valores de C* en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

H_{ab}

Se presentó una sostenida alza en los valores de tono durante los 25 días (Figura 127). En el día 5 se presentaron diferencias significativas en función de la permeabilidad de la bolsa, en donde los tratamientos con bolsas de alta permeabilidad presentaron los valores más altos (22,0 a 25,5°), en comparación a los tratamientos con bolsas de baja permeabilidad (21,5 a 21,9°). En el caso de los días 11 y 15, se presentaron diferencias entre tratamientos en función de la temperatura (Apéndice LXXII). En estos días los tratamientos a 5°C presentaron los mayores tonos (25,5 a 30,1°), mientras que en el día 11 los menores tonos los presentaron los tratamientos a 10°C (21,1 a 22,5°), y en el día 15 los tratamientos a 0°C (24,5 a 27,1°). Finalmente, en los días 20 y 25 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, con un rango de valores de 26,2 a 27,8°.

Los resultados mostraron, al igual que en la L, un efecto de la temperatura en los días 11 y 15. Los tratamientos a 0°C fueron más eficaces para reducir la pérdida de tono que a 5°C, probablemente al reducir su tasa respiratoria.

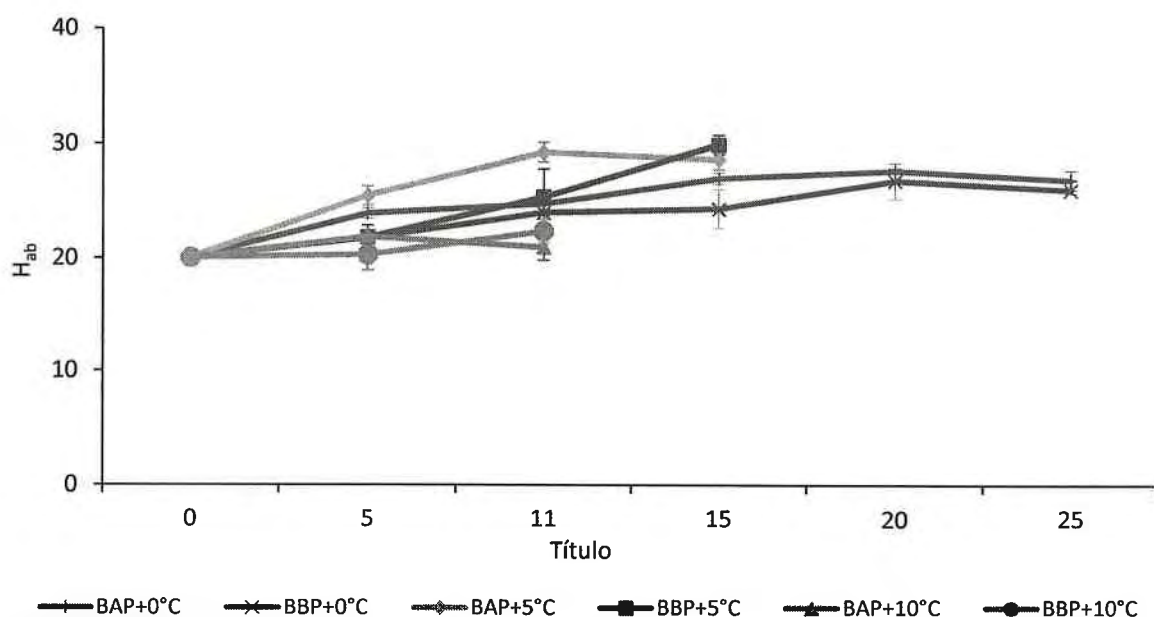


Figura 127. Valores de tono (H_{ab}) en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

Firmeza de la baya

La firmeza presentó una tendencia a mantenerse con valores estables desde el día 5 (Figura 128). En los días 5 y 11 se presentaron diferencias estadísticas con interacción de los factores (Apéndice LXXIII). En ambos días el tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 5°C presentó la mayor firmeza ($0,32 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$ en ambos), junto con el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 0°C en el día 5 ($0,32 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$).

En el día 5, los tratamientos con bolsa de alta y baja permeabilidad a 10°C, junto con el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 5°C, presentaron la menor firmeza ($0,27$ a $0,28 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$). En el día 11, el tratamiento con bolsa de baja permeabilidad y 5°C presentó la menor firmeza ($0,25 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$), seguido de los tratamientos con bolsas de alta y baja permeabilidad a 10 °C ($0,26$ a $0,27 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$).

En los días 15 y 25 no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, mientras que en el día 20 se presentaron diferencias entre tratamientos (Apéndice LXXIV), en donde el tratamiento con bolsa de alta permeabilidad y 0°C presentó el mayor valor ($0,32 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$), en comparación del tratamiento a la misma temperatura y con bolsa de baja permeabilidad ($0,29 \text{ kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$).

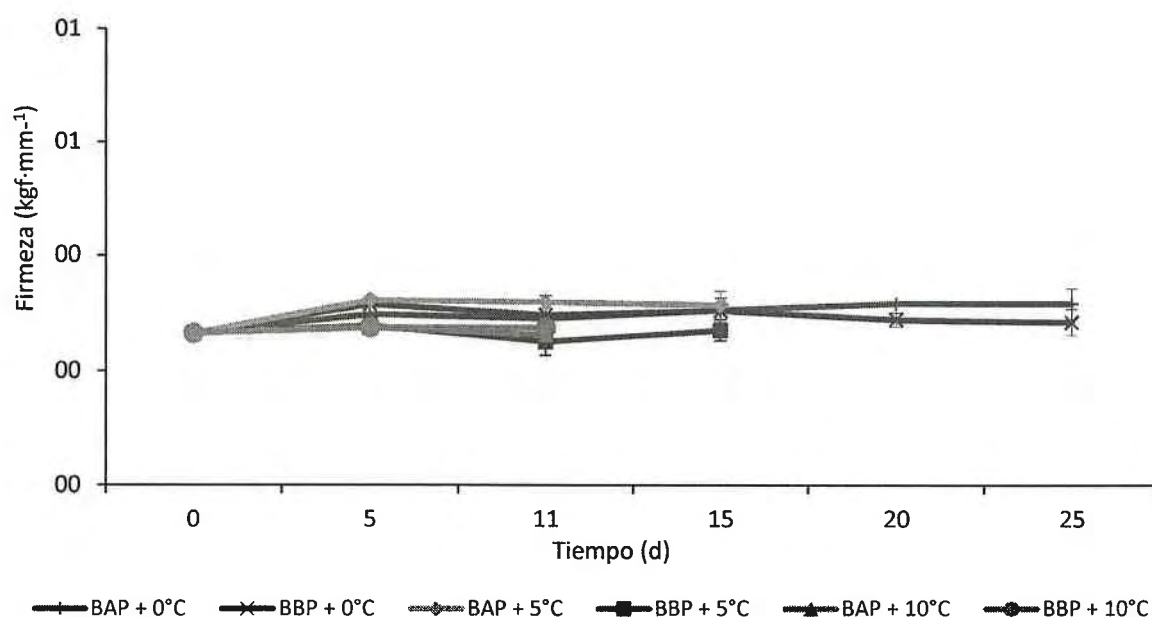


Figura 128. Valores de firmeza ($\text{kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$) en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días. Las barras representan el error estándar de la media. BAP: bolsa de alta permeabilidad; BBP bolsa de baja permeabilidad.

Los resultados indicaron que la firmeza fue afectada por la interacción de las concentraciones gaseosas alcanzadas con las diferentes permeabilidades de bolsa, y con las bajas temperaturas (0 y 5°C) durante los primeros días (11 días). La temperatura de 0°C y la utilización de las concentraciones alcanzadas con la bolsa de alta permeabilidad fueron más efectivas en prevenir la pérdida de la firmeza.

Pérdida de peso

Al igual que en los ensayos anteriores no se evidenció pérdida de peso en ningún tratamiento ($< 0,2\%$).

Porcentaje de pudriciones

De la misma forma que en el resto de variedades analizadas, el porcentaje de pudriciones fue mayor en los tratamientos a 10°C , seguido por los tratamientos a 5°C , al presentar una temperatura más cercana al óptimo ($20\text{-}25^{\circ}\text{C}$) de *Botrytis cinerea*. En relación a las permeabilidades de las bolsas, al igual que en 'Black Seedless', no se observó una disminución de las pudriciones con el uso de la bolsa de baja permeabilidad en comparación a la de alta permeabilidad (Cuadro 62), a pesar de contener un mayor porcentaje de CO_2 .

Cuadro 62. Valores de pudriciones leve (menor a 25% por baya) en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 25 días. Los valores corresponden a la media ($n=3$) $\pm$ desviación estándar.

	Tiempo de almacenamiento (d)				
	5	11	15	20	25
BAP + 0°C	$0,0\pm0,0$	$0,0\pm0,0$	$0,0\pm0,0$	$1,2\pm2,1$	$7,6\pm2,3$
BBP + 0°C	$0,0\pm0,0$	$0,0\pm0,0$	$1,5\pm2,5$	$0,0\pm0,0$	$1,5\pm2,5$
BAP + 5°C	$0,0\pm0,0$	$0,0\pm0,0$	$5,9\pm2,8$	$88,9\pm6,4$	-----
BBP + 5°C	$1,6\pm2,8$	$1,5\pm2,5$	$9,0\pm4,3$	$79,3\pm16,0$	-----
BAP + 10°C	$1,8\pm3,0$	$61,4\pm12,3$	$96,7\pm5,8$	-----	-----
BBP + 10°C	$3,0\pm2,6$	$60,4\pm13,6$	$95,1\pm4,8$	-----	-----

BAP: bolsa de alta permeabilidad. BBP: bolsa de baja permeabilidad.

Hasta el día 15 se analizaron las muestras a 10°C , debido a que el nivel de pudriciones sobre este periodo fue cercano al 100%(en estos días se observó una gran cantidad de pudriciones abarcando más de 25% de la baya). Probablemente

son necesarias mayores concentraciones de CO₂ para inhibir eficazmente el desarrollo de *Botrytis cinerea*.

Conclusiones

La utilización de bolsas de baja permeabilidad (2500 mL de O₂ m⁻² d⁻¹), son más efectivas en comparación a las bolsas de alta permeabilidad (6000-8000 mL de O₂ m⁻² d⁻¹), para alcanzar menores y mayores concentraciones de O₂ y CO₂ respectivamente, llegando a concentraciones de 6-14% O₂ y de 2-6% CO₂ a los 11-25 días, en comparación a los 13-18% de O₂ y 1-2% CO₂ de la bolsa de alta permeabilidad.

Para alcanzar mayores concentraciones de CO₂ que inhiban el desarrollo de pudriciones (*Botrytis cinerea*), se debe reducir el volumen de cabeza, aumentando la cantidad de fruta utilizada.

La utilización de temperaturas de 0°C y 5°C, previene la pérdida de color en las bayas de 'Flame Seedless', siendo 0°C la que previene en mayor medida esta pérdida de color.

La pérdida de firmeza es inhibida por la interacción de las concentraciones gaseosas alcanzadas con las diferentes permeabilidades de bolsa, y con las bajas temperaturas (0 y 5°C) durante los primeros días (11 días). La temperatura de 0°C y la utilización de las concentraciones alcanzadas con la bolsa de alta permeabilidad son más efectivas en prevenir la pérdida de la firmeza.

El peso de las bolsas con bayas no se ve afectado por los tratamientos utilizados durante 25 días.

El uso de bajas temperaturas (0 y 5°C) reduce la incidencia de pudriciones en las bayas de uva 'Thompson Seedless', sin embargo sólo a 0°C se mantiene en valores bajo 10% durante 25 días. Las concentraciones gaseosas de las diferentes

bolsas no fueron eficaces para inhibir la incidencia de pudriciones en las bayas de uva.

Objetivos Cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 63), señalados en la Carta Gantt de la Etapa I del proyecto (Cuadro 1):

Cuadro 63. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la permeabilidad del envase y temperatura de almacenamiento en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless'.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Diseño del producto	Caracterizar y definir los parámetros de calidad en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' a 0, 5 y 10°C.	Se definió la vida útil de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' en base a parámetros de color, firmeza, pérdida de peso y porcentaje de pudriciones.
Sistema de envasado	Envasado en atmósfera modificada pasiva.	Se presentaron 2 sistemas de envasado (alta y baja permeabilidad) para uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' que permite comercializarla.
Parámetros de calidad	Búsqueda de tratamientos alternativos al SO ₂ .	Se controló el crecimiento de <i>Botrytis cinerea</i> mediante atmósfera modificada pasiva.



INFORME TÉCNICO TOMO II

**Desarrollo del proceso productivo de uva de mesa
desgranada, fresca, enfriada y envasada en atmósfera
modificada para consumo directo y de calidad exportable**

PROYECTO FIC 33-03-216 ATACAMA UVA DE MESA

Proyecto financiado con recursos del Fondo de Innovación para la Competitividad
del Gobierno Regional de Atacama

COPIAPÓ-SANTIAGO, CHILE

JUNIO 2013

CAPÍTULO VI

ETAPA II: OBTENCIÓN DEL PRODUCTO FINAL Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO

6.1. Resultados ensayos UCHILECREA

6.1.1 Evaluación de la calidad de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' tratada con antipardeantes y almacenada en atmósfera modificada activa y refrigeración

Hipótesis

El uso combinado de soluciones antipardeantes y bajas temperaturas, junto a un envase de atmósfera modificada activa, prolonga la vida útil de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' por al menos 32 días.

Objetivos

Evaluar el efecto del uso de las soluciones antipardeantes y bajas temperaturas, sobre la concentración de gases, color, firmeza, porcentaje de pudriciones, parámetros químicos y sensoriales uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', por al menos 32 días y en envases de atmósfera modificada activa.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Flame Seedless'. La temperatura de trabajo fue de 10°C.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron en una solución de NaClO (100 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un

recipiente de plástico acanalado (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de plástico acanalada (5 min). El envasado (Figura 129) se realizó en bolsas de polietileno de baja permeabilidad (2500 mL O_2 m⁻² d⁻¹), con una inyección de gases de 8% O_2 y 0% CO_2 . Las bayas envasadas se almacenaron a 0 y 5°C durante 32 d.



Figura 129. Envasado de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', en bolsas de atmósfera modificada activa.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 6, 13, 18, 26 y 32 para las concentraciones de gases. En los parámetros físicos de color y firmeza, las evaluaciones fueron hechas en los días 0, 6, 13, 18, 22, 26 y 32. El índice de pudriciones se analizó en los días 6, 13, 18, 22, 26 y 32. Los parámetros químicos se evaluaron en los días 0, 18 y 32. Finalmente, en los parámetros sensoriales las evaluaciones fueron hechas en los días 8, 20, 25 y 33.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, parámetros físicos (color y firmeza), parámetros químicos (SST y AT), pudriciones y evaluaciones sensoriales.

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial (4x2), donde el primer factor correspondió al agente antipardeciente y el segundo a la temperatura de almacenamiento.

La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 64.

Cuadro 64. Tratamientos utilizados en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', en bolsas de atmósfera modificada activa.

Tratamiento	Solución antipardeciente	Temperatura (°C)
1	0 AC+0 CC+0 EDTA	0
2	0 AC+0 CC+0 EDTA	5
3	1 AC+1 CC+0 EDTA	0
4	1 AC+1 CC+0 EDTA	5
5	1 AC+0 CC+1 EDTA	0
6	1 AC+0 CC+1 EDTA	5
7	0,5 AC+0,5 CC+0,5 EDTA	0
8	0,5 AC+0,5 CC+0,5 EDTA	5

AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos o los factores evaluados, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

Los resultados para la caracterización de la uva 'Flame Seedless', fueron similares a los encontrados en los ensayos 4, 5 y 6 del Capítulo V.

En relación al color, se observó una tonalidad marcadamente roja, con baja luminosidad e intensidad del color (Cuadro 65). El porcentaje de sólidos solubles totales fue superior al mínimo de cosecha (17,9% en la caracterización en comparación al mínimo de cosecha de 16%). El calibre alcanzó un valor promedio de 16,5 mm (diámetro ecuatorial), el que estuvo debajo de valores adecuados de exportación a diferencias de los ensayos 4, 5 y 6 del Capítulo IV (calibre entre 18 y 21 mm) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006).

Cuadro 65. Caracterización de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless'.

Parámetros físicos^a	
Peso (g)	5,0±0,2
Diámetro ecuatorial (mm)	16,5±0,4
Diámetro polar (mm)	17,8±0,5
Firmeza (kg-f)	0,35±0,0
Color de piel	
L	30,9±0,9
C*	13,4±0,9
H _{ab}	51,8±3,6
Parámetros químicos^b	
Sólidos solubles totales (%)	17,9±0,1
Acidez titulable (%)	0,45±0,0
pH	3,7±0,0
Sólidos solubles totales/acidez titulable	39,5 ±0,8

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar.

^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar.

Concentración de gases

Los porcentajes de O₂ y CO₂ disminuyeron e incrementaron respectivamente hasta el día 6, para posteriormente estabilizarse (Figura 130). El valor inicial para

todos los tratamientos fue de 8% O₂ y 0% CO₂, mientras que la estabilización se mantuvo entre 3,0-5,2% O₂ y 3,7-6,9% CO₂.

En el caso del O₂, tanto las soluciones antipardeantes como las temperaturas fueron significativas en los días 13, 18 y 32, sin tendencia a interactuar (Apéndice LXXV). En los días mencionados, 5°C obtuvo las mayores concentraciones significativas de O₂ (4,2-4,0%) en comparación a 0°C (3,6-3,2%). Las soluciones antipardeantes no presentaron una tendencia clara en el tiempo (4,4-3,1%). En el resto de los días (6 y 26) no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

En cuanto al CO₂, la tendencia indicó interacción entre las soluciones antipardeantes y las temperaturas (Apéndice LXXVI). Respecto a esta interacción, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en los días 6, 18, 26 y 32, sin embargo la tendencia estadística no fue clara, con un rango de valores de 6,9 a 3,7%. A pesar de esto, se observó que los tratamientos a 0°C presentaron un menor porcentaje de CO₂ en comparación a los tratamientos a 5°C.

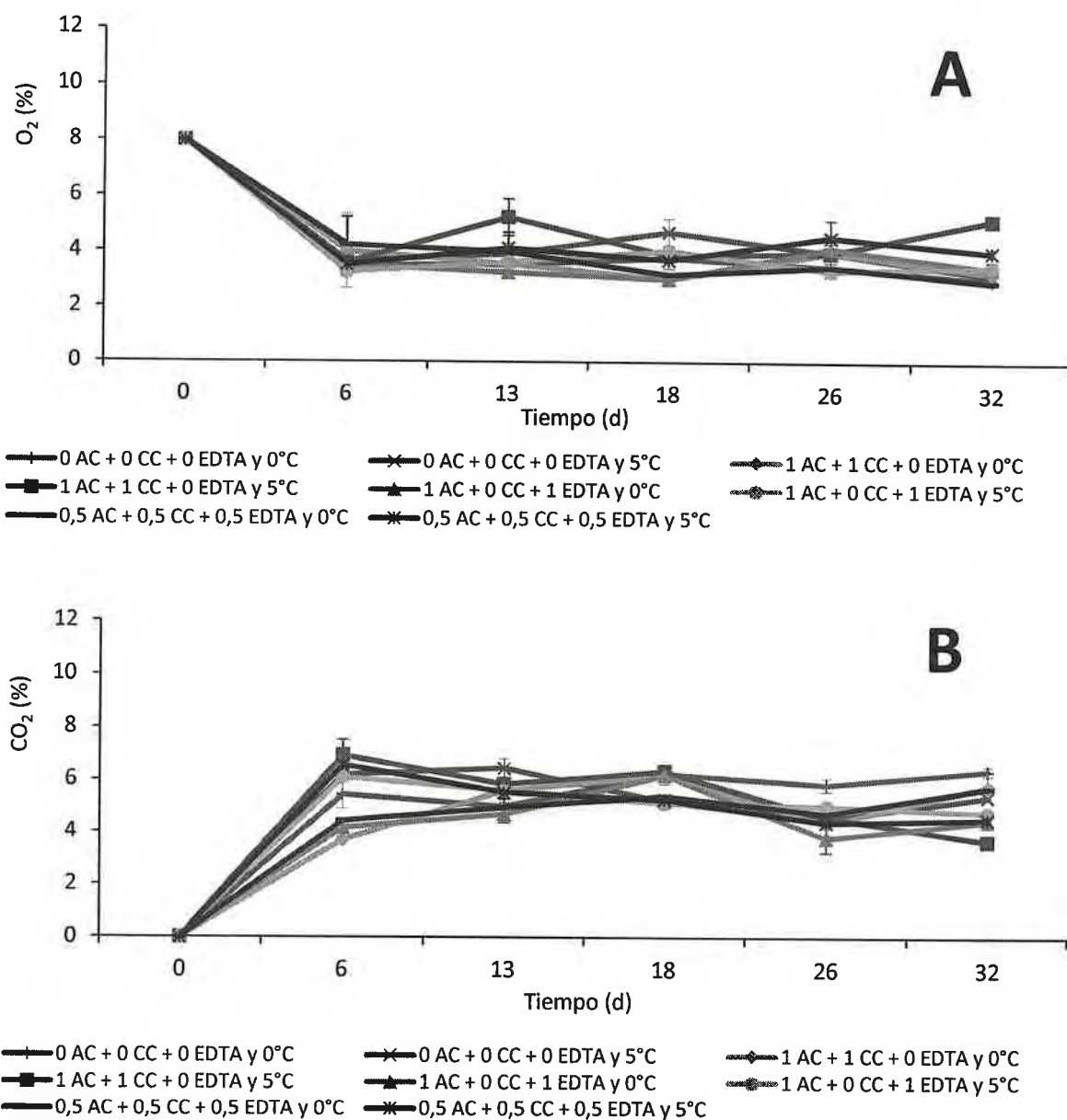


Figura 130. Porcentajes de oxígeno (A) y dióxido de carbono (B) en bolsas de atmósfera modificada activa, de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 32 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Los resultados indicaron que los tratamientos a 0°C alcanzaron una menor concentración de CO₂, en comparación a 5°C. Esto sucedería ya que a mayor temperatura (5°C en comparación a 0°C) la tasa de respiración aumenta, incrementándose la emisión de CO₂ (Sandhya, 2010).

El efecto de las soluciones antipardeantes no presentó una tendencia clara, por lo que no sería un agente importante en los resultados obtenidos.

El tipo de bolsa utilizado permitió alcanzar concentraciones cercanas a las reportadas como beneficiosas para inhibir el desarrollo de pudriciones (5% O₂ y 10% CO₂), lo que lograría reducir su incidencia (Kader, 2007). Además de esto, el pardeamiento enzimático producido durante el desgrane, puede ser retrasado por el uso de bajos niveles de oxígeno como los alcanzados en estos envases (Gorny, J.R., 2003).

Parámetros físicos

Color de la piel de la baya

L

Los valores de L se mantuvieron estables durante 32 días para la uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' (Figura 131).

Se detectaron diferencias significativas entre tratamientos tanto en función de la solución antipardeante, como de su interacción con la temperatura (Apéndice LXXVII). En el primer caso, en los días 6, 22 y 26 los tratamientos con 1% AC + 0% CC + 1% EDTA y 0,5% AC + 0,5% CC + 0,5% EDTA presentaron los mayores valores de L, sin diferencias significativas entre ellos en los días 6 y 26 (32,4-33,5). En los mismos días (6, 22 y 26), 1% AC + 1% CC + 0% EDTA alcanzó la menor L (30-31,1).

En el caso de la interacción de los factores, estas se presentaron en los días 13, 18 y 32. La tendencia indicó que 1% AC + 1% CC + 0% EDTA y 5°C presentó las menores luminosidades (29,6-29,9), mientras que las mayores las presentaron 1% AC + 0% CC + 1% EDTA + 0°C y 0,5% AC + 0,5% CC + 0,5% EDTA + 5°C.

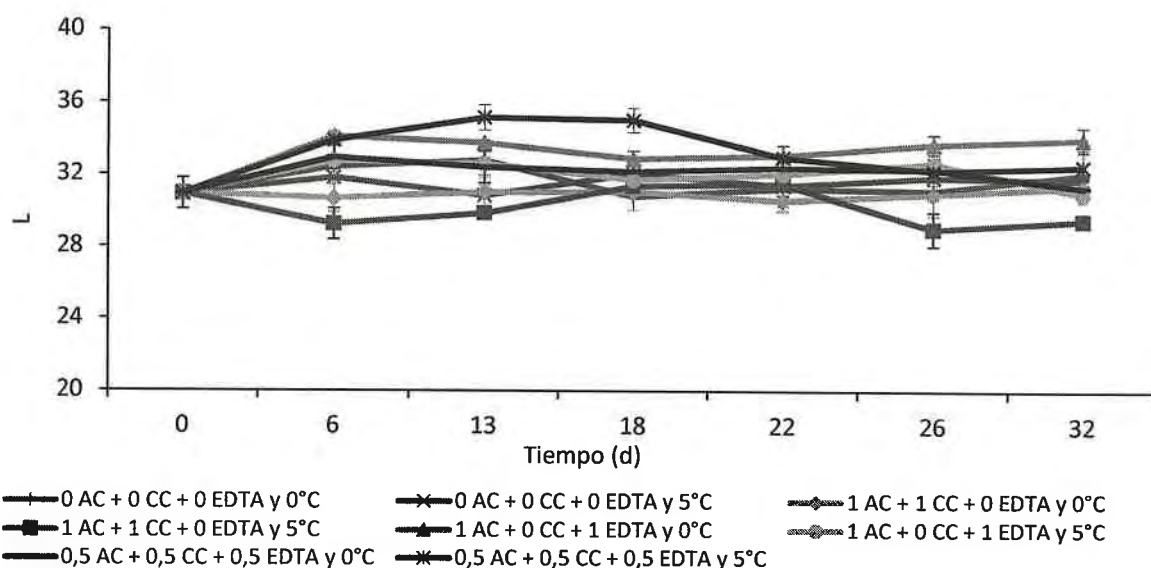


Figura 131. Valores de L en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 32 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

De los resultados se desprende que la L, la que es un indicador del pardeamiento y decrece con el tiempo en almacenaje (Jandric *et al.*, 2010), no varió notoriamente durante 32 días siendo este un parámetro estable. Esto estaría asociado a que los cambios de color en la zona de unión pedicelo-baya, asociado al pardeamiento, estarían camuflados por el color rojo oscuro de la variedad Flame Seedless, lo que explicaría la heterogeneidad de los resultados. A pesar de esto, fue posible distinguir efectos positivos en la prevención del oscurecimiento de las bayas de los tratamientos 1% AC + 0% CC + 1% EDTA y 0,5% AC + 0,5% CC + 0,5% EDTA. La temperatura no mostró variaciones significativas en la L de las bayas entre 0 y 5°C.

Los efectos positivos del AC y el EDTA, estarían dados por su efecto en la inhibición de la principal enzima causante del pardeamiento (polifenol oxidasa), actuando por diferentes métodos. Mientras que el AC es un acidulante y quelante (Sapers, 1993; Qi y Hu, 2011), EDTA es un quelante (Miyawaki, 2006). La unión

de un acidulante y quelante como el AC, potenciado por EDTA como quelante, serían efectivos en reducir el pardeamiento analizado mediante la L. En muchos casos, la actividad mejorada de esos agentes combinados es aditiva o sinérgica (Santerre *et al.*, 1988; Rocha y Morais, 2005).

Adicionalmente, el envasado bajo atmósfera modificada activa combinado con antipardeantes extendería aún más la vida útil de las bayas, al retardar las reacciones de pardeamiento (Jandric *et al.*, 2010).

C*

Al igual que en la L, los valores de C* se mantuvieron estables durante 32 días para la uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' (Figura 132).

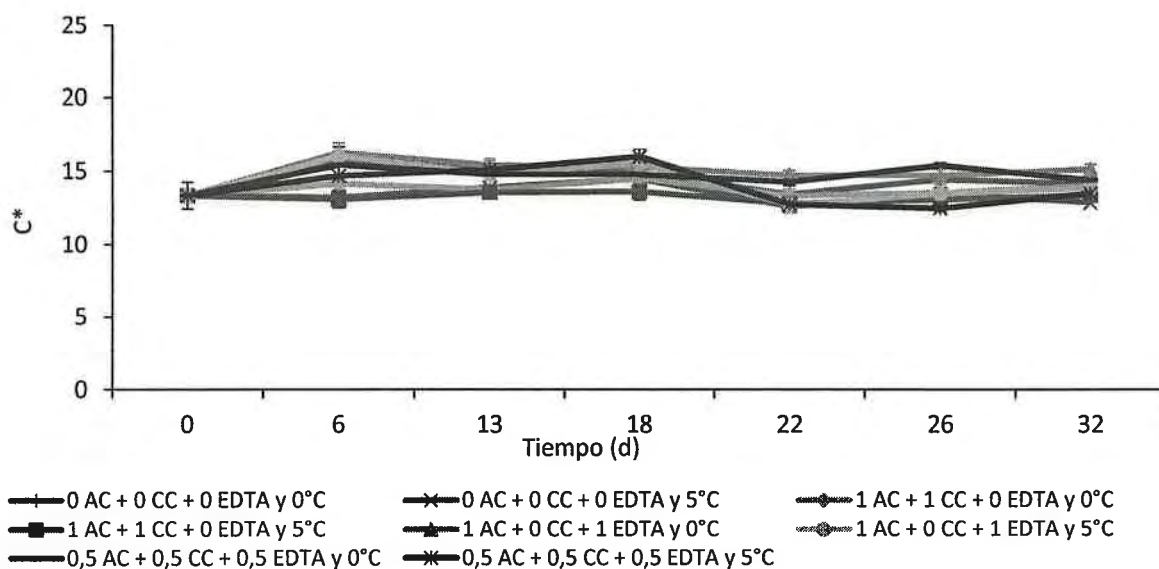


Figura 132. Valores de C* en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 32 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

C* mostró un efecto significativo de las temperaturas en la mayoría de los días analizados (6, 22, 26 y 32), mientras que las soluciones antipardeantes indicaron

diferencias entre tratamientos en los días 6, 13 y 32 (Apéndice LXXVIII). No obstante, las diferencias encontradas no fueron coherentes con lo encontrado en la L, no lográndose detectar una tendencia clara en el tiempo, con un rango de 12,5 a 16,3 de C*.

H_{ab}

Al igual que en L y C*, los valores de H_{ab} se mantuvieron estables durante 32 días para la uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' (Figura 133).

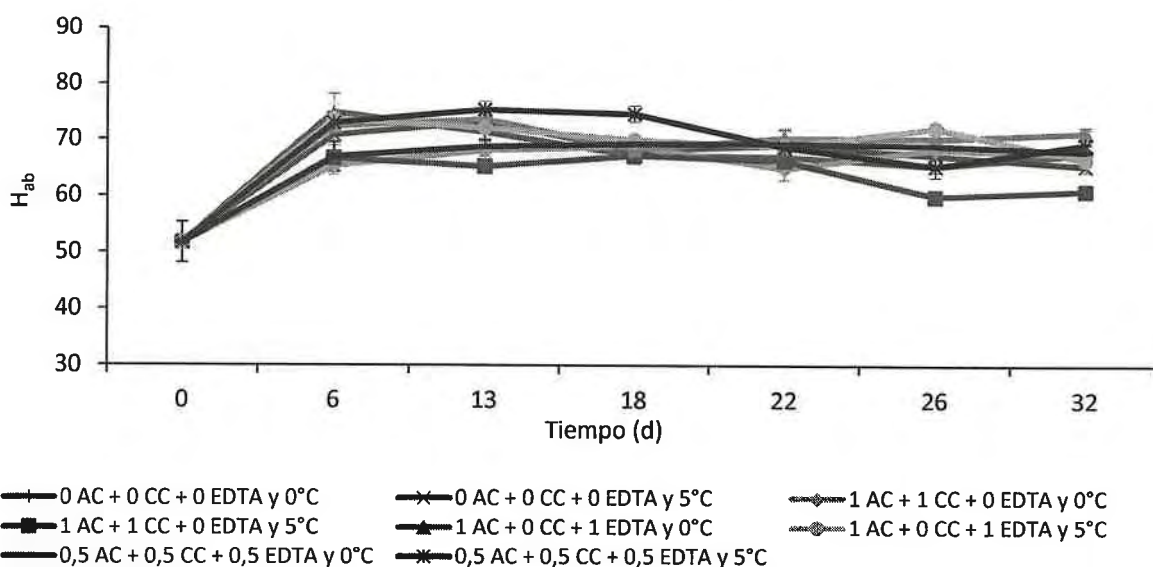


Figura 133. Valores de H_{ab} en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 32 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

En la mayoría de los días analizados (6, 13 y 18) se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en función de la solución antipardeante (Apéndice LXXIX), lo que indicaría que este factor sería el más importante en términos de tono del color, al no presentarse una tendencia en el tiempo ni de la temperatura, ni de la interacción de los factores.

En los días 6 y 13 el tratamiento con 1% AC + 0% CC + 1% EDTA presentó los mayores tonos significativos (73 y 72,9° respectivamente), mientras que en el día

18 obtuvo el segundo mayor tono (62,9°). En los días 6 y 13, el tratamiento con 1% AC + 1% CC + 0% EDTA presentó los menores tonos significativos (66,1 y 66,7° respectivamente). En el día 26 se presentaron diferencias entre tratamientos con interacción de los factores, sin ser esto una tendencia en el tiempo. Sin embargo, sus resultados revelaron que 1% AC + 0% CC + 1% EDTA con 0 y 5°C, alcanzó los mayores valores de tono (70,4-72,3°), siendo 1% AC + 1% CC + 0% EDTA a 5°C el tratamiento con el menor tono significativo (60,1°), corroborando los resultados obtenidos en los días anteriores para las soluciones antipardeantes, respecto a la efectividad de 1% AC + 0% CC + 1% EDTA como solución antipardeante.

Los buenos resultados obtenidos por 1% AC + 0% CC + 1% EDTA indicaría que al igual que en la L, estaría previniendo el pardeamiento de las bayas en la zona de unión pedicelo-baya, ya que el tono es un indicador del pardeamiento y decrece con el tiempo en almacenaje, descenso que fue menor con esta solución antipardeante (Jandric et al., 2010) (Figura 134).

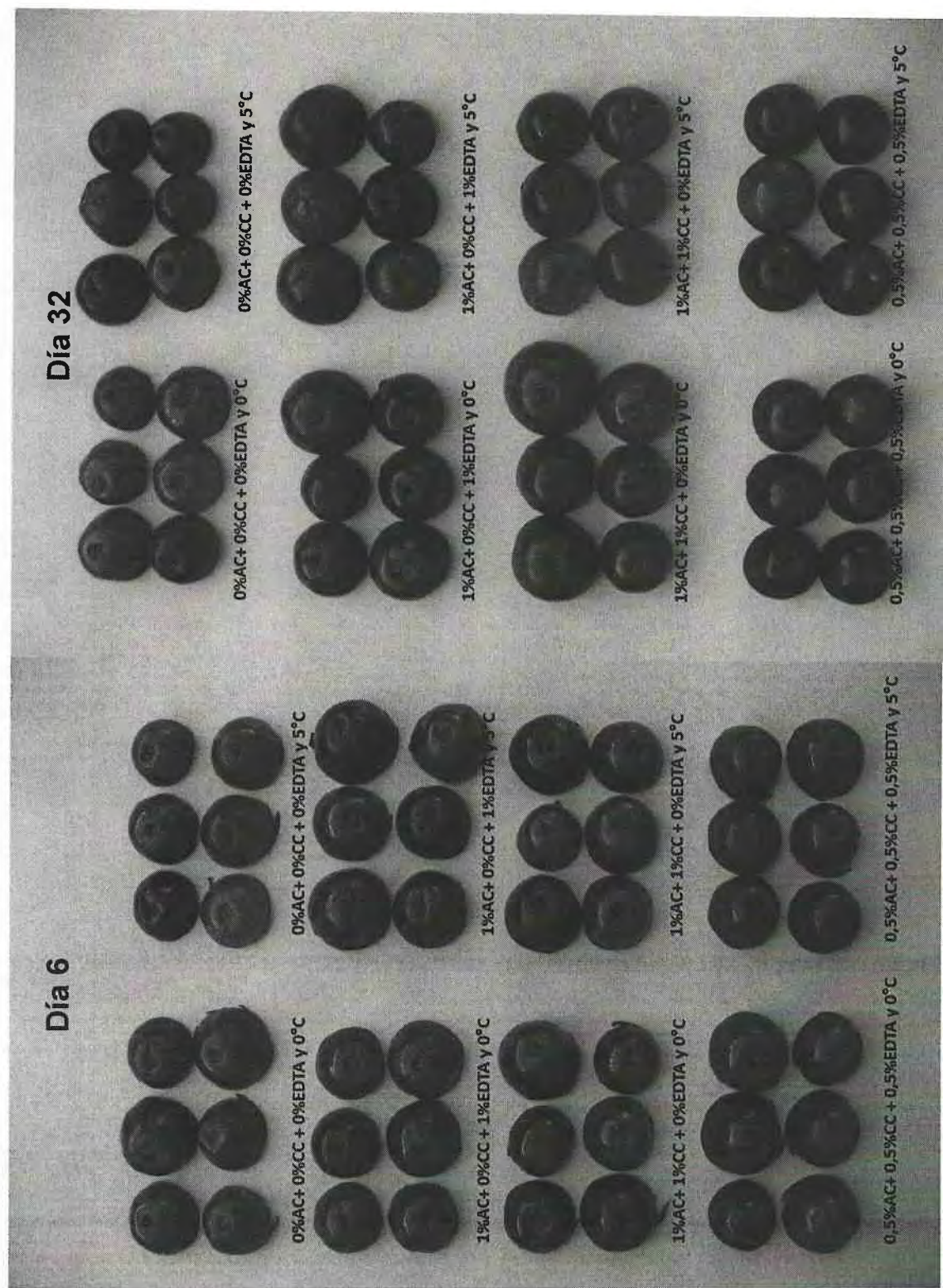


Figura 134. Apariencia de bayas de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' tratadas con agentes antipardeantes y almacenadas en atmósfera modificada activa (8% O₂ + 0% CO₂) durante 32 días. AC: ácido cítrico, CC: cloruro de calcio, EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Firmeza de la baya

Este parámetro permaneció estable durante 32 días (Figura 135). La tendencia indicó que la temperatura y las soluciones antipardeantes interactuaron para generar diferencias significativas entre tratamientos (días 6, 13, 18, 22 y 32) (Apéndice LXXX). El tratamiento con 1% AC + 0% CC + 1% EDTA y 0°C fue el que alcanzó la mayor firmeza significativas en los días 6, 13, 18, 22 y 32 (0,39-0,34 $\text{kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$). El resto de tratamientos no mostraron una tendencia que indicara cuál afectaron negativamente este parámetro, presentando un rango de 0,37-0,25 $\text{kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$.

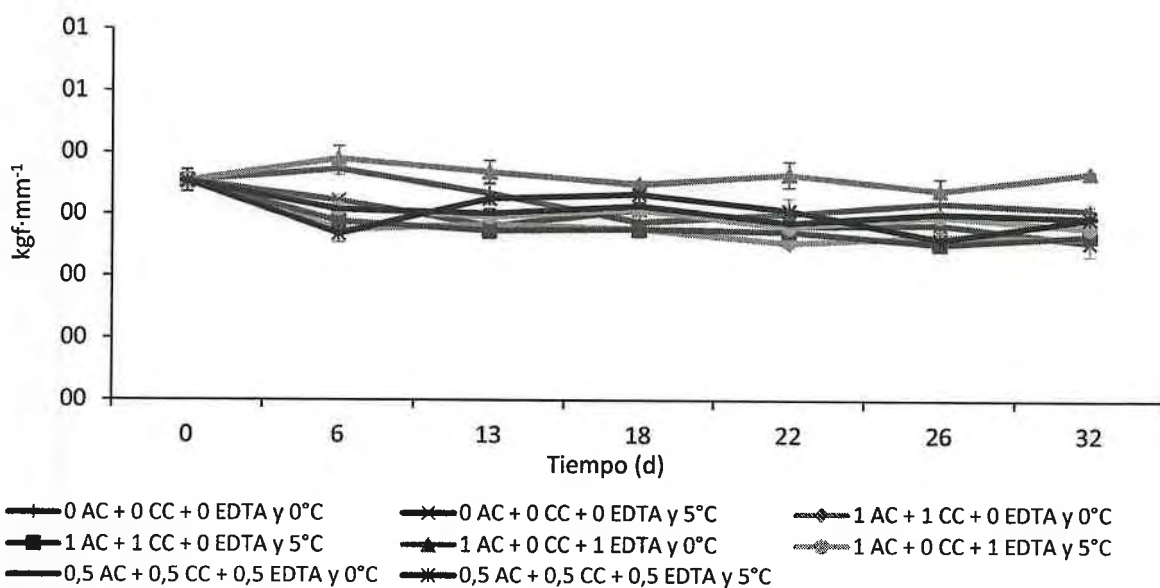


Figura 135. Valores de firmeza ($\text{kgf}\cdot\text{mm}^{-1}$) en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 32 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Los resultados mostraron que 1% AC + 0% CC + 1% EDTA y 0°C sería el tratamiento que mejor conservaría la firmeza de las bayas. Esto tendría sustento en una baja temperatura (0°C) que permite disminuir la tasa respiratoria (Sandhya, 2010), y con esto, retrasar la pérdida de firmeza asociada a ella (Watada y Qi, 1999). En cuanto a la utilización de cloruro de calcio para mejorar la firmeza, esta

no fue efectiva en ninguno de los tratamientos utilizados, a diferencia de los descrito en la literatura (Toivonen, 2008).

Parámetros químicos

SST

Los SST se mantuvieron estables durante 32 días (Figura 136). Los resultados no mostraron una tendencia que indicará efectos claros de los tratamientos sobre este parámetro, alcanzando un rango de 17,1 a 14,6% de SST (Apéndice LXXXI).

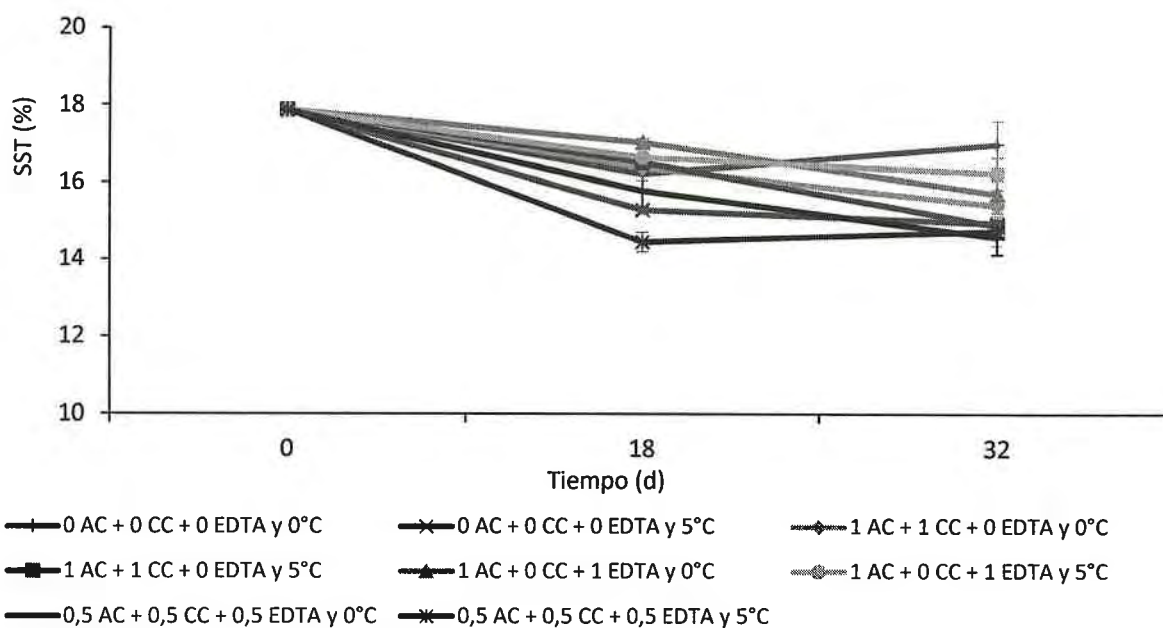


Figura 136. Porcentajes de sólidos solubles totales (SST) en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 32 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

AT

En el caso de la acidez titulable (AT) se presentó un leve descenso de sus valores, con un rango de 0,57 a 0,32% de AT (Figura 137). Al igual que en los SST, no se presentó un efecto claro de los tratamientos (Apéndice LXXXII).

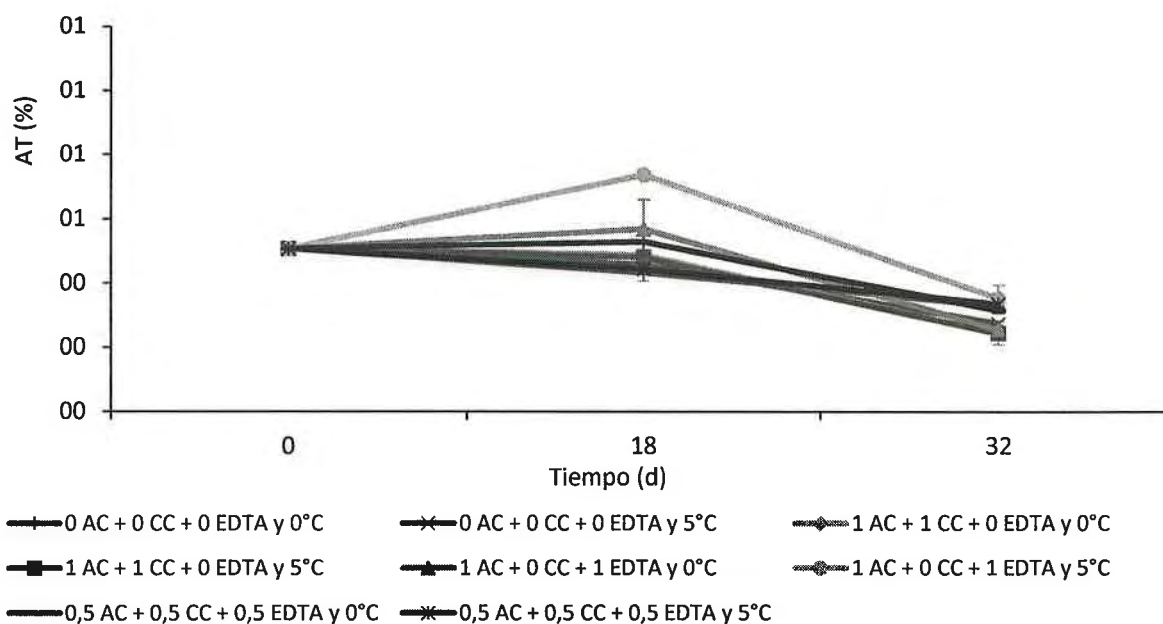


Figura 137. Porcentajes de acidez titulable (AT) en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 32 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

La estabilidad de los valores de SST y AT, indicaría que no fueron afectados significativamente por el tiempo de almacenaje ni los tratamientos empleados. Esto probablemente estaría asociado a las bajas temperaturas de conservación (0 y 5°C), que reduce el metabolismo de las bayas, reduciendo la tasa respiratoria y degradación de azúcares y ácidos (Sandhya, 2010), junto a la alta humedad relativa y baja tasa respiratoria que es posible alcanzar, al disminuir las concentraciones de O₂ producto de la atmósfera modificada activa (Jandric *et al.*, 2010).

Porcentaje de pudriciones

Las pudriciones en las bayas de 'Flame Seedless', en caso de presentarse, fueron leves abarcando menos del 25% de las bayas.

Todos los tratamientos se mantuvieron hasta el día 22 con un rango de 0 a 5%. En los días 26 y 32, los tratamientos a 0°C se mantuvieron con 0%. En el caso de los tratamientos a 5°C en el mismo período de tiempo, el tratamiento con 1% AC + 1% CC + 0% EDTA presentó el menor porcentaje de pudriciones, con un rango de 0 a 9,1%. En el caso contrario se encontró el tratamiento a 5°C y con 1% AC + 0% CC + 1% EDTA, el que alcanzó un rango de 14,8 a 38,5%.

Cuadro 66. Rango de porcentajes de pudriciones leves (<25% de la baya), en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' durante 32 días.

	Rango de pudriciones leves (%)					
	Tiempo de almacenamiento (d)					
	6	13	18	22	26	32
0 AC+0 CC+0 EDTA y 0°C	0,0-3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0 AC+0 CC+0 EDTA y 5°C	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2-25,0	17,4-44,4
1 AC+1 CC+0 EDTA y 0°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 AC+1 CC+0 EDTA y 5°C	0,0	0,0-5,0	0,0	0,0	0,0-8,3	0,0-9,1
1 AC+0 CC+1 EDTA y 0°C	0,0	0,0	0,0	0,0-4,4	0,0	0,0
1 AC+0 CC+1 EDTA y 5°C	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8-30,0	18,5-38,5
0,5 AC+0,5 CC+0,5 EDTA y 0°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5 AC+0,5 CC+0,5 EDTA y 5°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0-8,0	12,5-36,0

AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Los altos porcentajes de pudriciones leves de los tratamientos a 5°C en los días 26 y 32, estarían asociados a qué para emular un período crítico por un corte de la cadena de frío en el caso más desfavorable de almacenamiento (5°C), la temperatura de la cámara a 5°C en el día 19 del ensayo se incrementó a 18°C por 10 horas. Independiente de esta situación, era esperable un mayor porcentaje de pudriciones a una temperatura mayor, ya que los hongos como *Botrytis cinerea* ven incrementada su actividad metabólica a una mayor temperatura (Escalona y Luchsinger, 2008a). Además, la mayor temperatura trae consigo una mayor

pérdida de agua desde las bayas hacia la atmósfera, producto que la permeabilidad del envase se ve incrementada (Watada y Qi, 1999; Gorny, J.R., 2003). La pérdida de humedad y la mayor temperatura (5°C con un *shock* térmico de 18°C por 10 horas) generaría una mayor condensación dentro de los envases, lo que favorecería el ataque de hongos sobre las bayas.

Además de la temperatura *per se*, 0°C fue más efectivo para disminuir las pudriciones de las bayas, debido a que alcanzó concentraciones de O₂/CO₂ más bajos y altos respectivamente dentro de los envases, con valores de 4,2-3,0% O₂ y 3,7-6,4% CO₂. En tanto, los tratamientos a 5°C presentaron valores de 5,3-3,2% O₂ y 3,7-6,9% CO₂.

Parámetros sensoriales

Apariencia

La apariencia se mantuvo con puntajes cercanos al máximo (15 puntos) y estables durante 33 días (Figura 138), lo que indicaría que los evaluadores apreciaron una apariencia aceptable de las bayas (Figura 139).

No se encontraron diferencias significativas en los días 8, 20 y 25 (Apéndice LXXXIII). En el día 33 se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en función de la temperatura, en donde los tratamientos a 0°C presentaron puntajes significativamente más altos que aquellos tratamientos a 5°C.

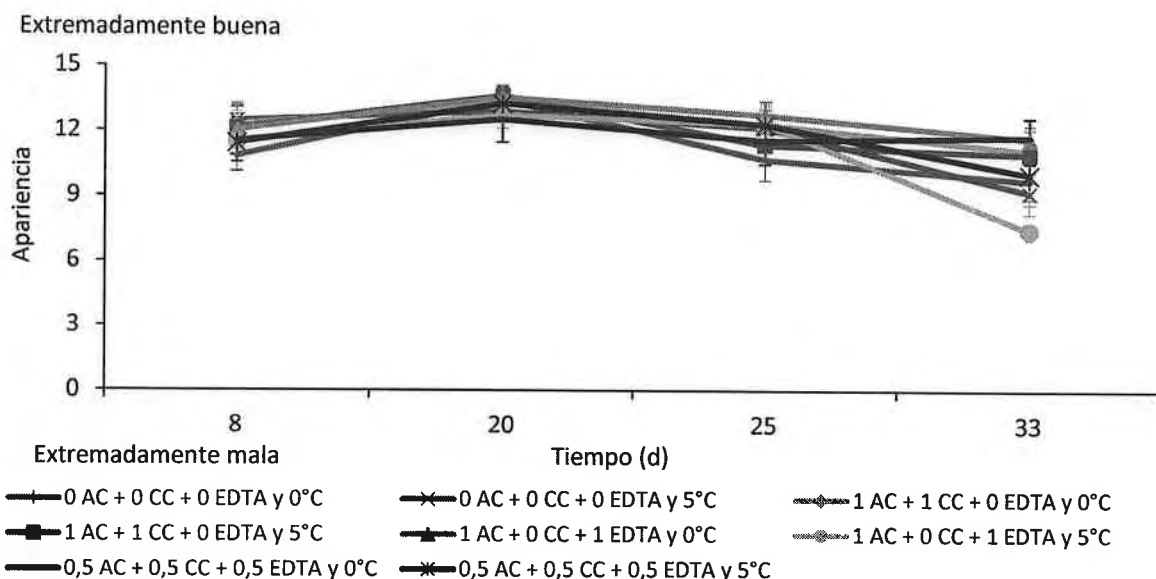


Figura 138. Valores sensoriales de apariencia en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 33 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Los resultados de apariencia revalaron que esta es percibida de forma positiva en todos los tratamientos, manteniéndose con valores altos y estables en el tiempo. El día 33 fue el único en donde se detectaron diferencias entre tratamientos, sin embargo al no ser esto una tendencia en el tiempo, el efecto de la temperatura no sería significativo en los resultados. Es probable que esto sucediera por la utilización de atmósfera modificada activa, la que trae consigo una disminución del O_2 , y con esto reducción de la tasa respiratoria, lo que se asociaría a una mejor preservación de la apariencia.

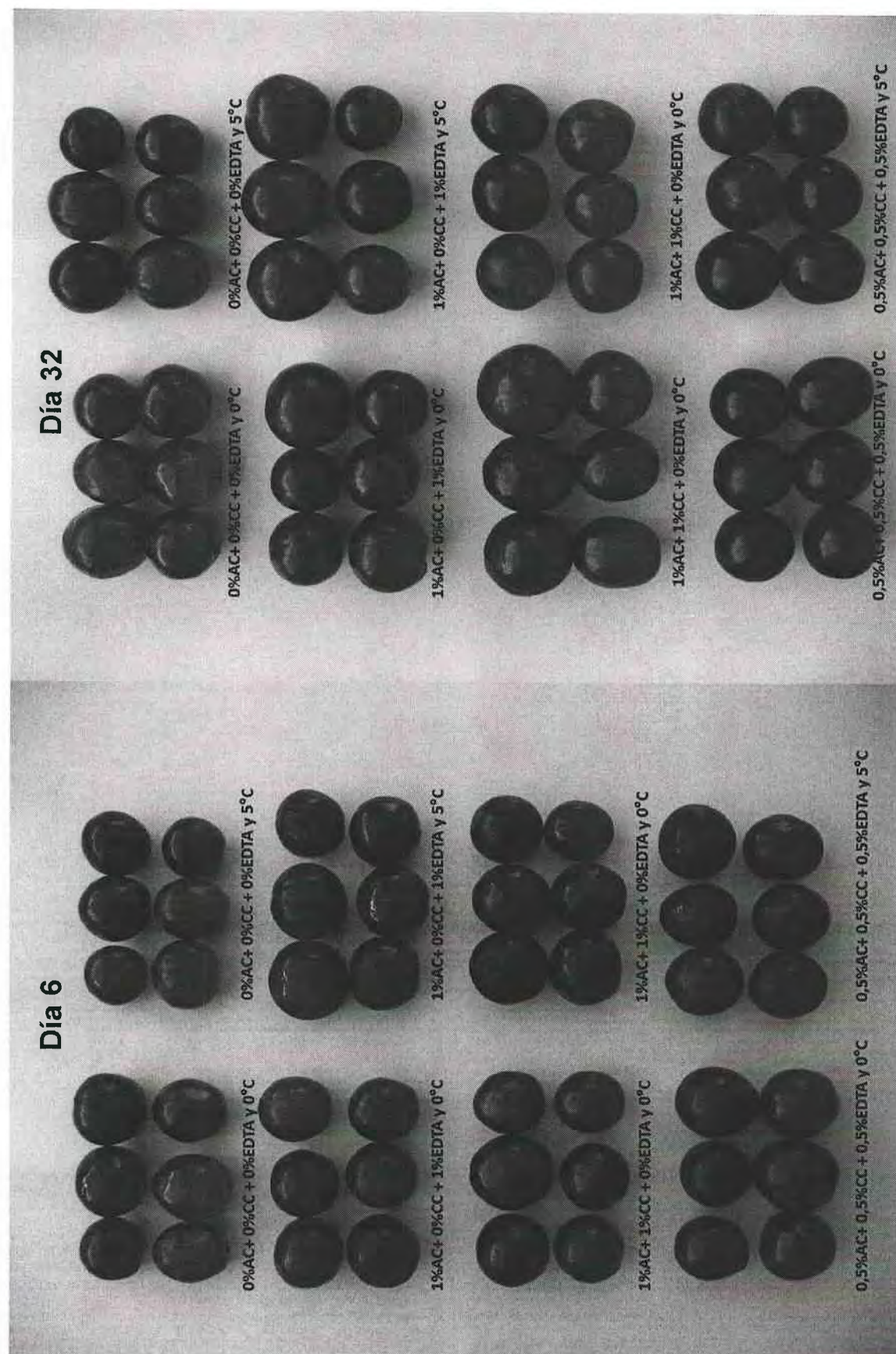


Figura 139. Apariencia de bayas de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' tratadas con agentes antiparadeantes y almacenadas en atmósfera modificada activa (8% O₂ + 0% CO₂) durante 32 días. AC: ácido cítrico, CC: cloruro de calcio, EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Textura

La textura, al igual que la luminosidad, se mantuvo con puntajes estables durante 33 días (Figura 140).

En todos los días analizados (8, 20, 25 y 33) no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Al igual que la apariencia, la textura no variaría con las temperaturas y soluciones antipardeantes empleadas en este ensayo, manteniéndose estable durante 33 días. Es probable que esto sucediera por la utilización de atmósfera modificada activa, la que trae consigo una disminución del O_2 , y con esto reducción de la tasa respiratoria, lo que se asociaría a menor disminución de la textura.

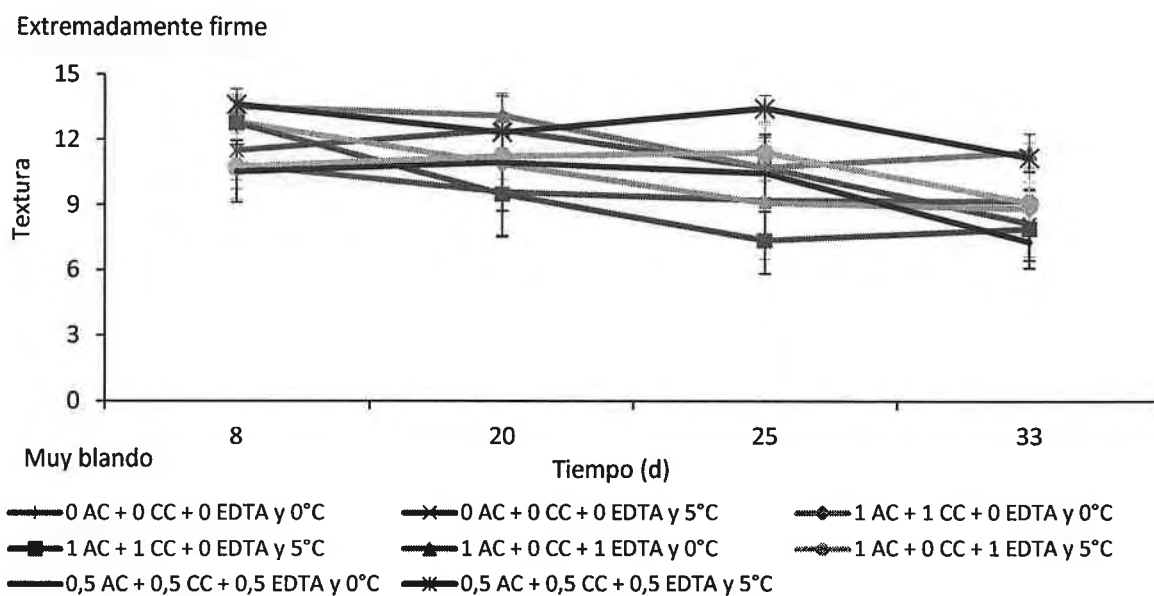


Figura 140. Valores sensoriales de textura en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 33 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Sabor extraño

El sabor extraño permaneció estable durante 33 días (Figura 141), y en ninguno de los días analizados (8, 20, 25 y 33) se presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

La nula aparición de sabores extraños en las bayas reveló que las soluciones antipardeantes no afectaron significativamente este parámetro.

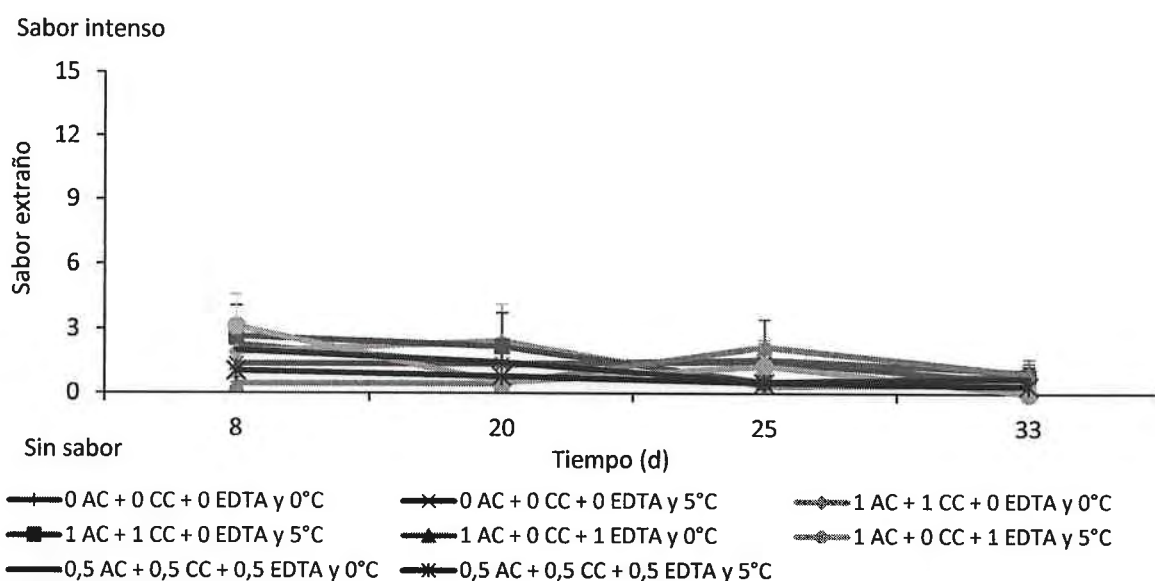


Figura 141. Valores sensoriales de sabor extraño en uva de mesa desgranada 'Flame Seedless', durante 33 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Los resultados de sabor extraño concordaron con los encontrados en apariencia y textura, por lo que los parámetros sensoriales no serían afectados por las soluciones antipardeantes y temperaturas empleadas en este ensayo.

Conclusiones

La estabilización de gases dentro de los envases de atmósfera modificada activa se alcanzó después de 6 días, con valores de 3,0-5,2% O₂ y 3,7-6,9% CO₂. Los tratamientos a 0°C alcanzaron una menor concentración de CO₂ (3,7-6,2%) en comparación a 5°C (3,7-6,9%). Las soluciones antipardeantes no afectaron las concentraciones de gases.

El color en términos de luminosidad, saturación y tono no cambio significativamente durante 32 días, siendo este un parámetro estable.

La solución antipardeante de 1% AC + 0% CC + 1% EDTA, fue efectiva para reducir el pardeamiento medido en términos de luminosidad y tono durante 32 días. La temperatura no influiría significativamente en el color de la zona de unión pedicelo-baya.

El tratamiento con 1% AC + 0% CC + 1% EDTA y 0°C sería el que prevendría en mayor medida la pérdida de firmeza en las bayas de 'Flame Seedless'.

El uso de cloruro de calcio en las concentraciones y combinaciones utilizadas en este ensayo, no sería efectivo para mejorar la firmeza de las bayas de 'Flame Seedless'.

Los sólidos solubles totales y la acidez titulable se mantuvieron estables durante 32 días con las temperaturas y soluciones antipardeantes de este ensayo, no siendo afectadas significativamente por estas.

Las pudriciones en las bayas de 'Flame Seedless', en caso de presentarse, fueron leves abarcando menos del 25% de las bayas, sin superar el 5% durante 22 días.

Los tratamientos a 0°C no superaron el 4,4% de pudriciones leves durante 32 días. En el caso contrario, los tratamientos a 5°C con un golpe de calor a 18°C durante 10 horas en el día 19 del almacenamiento, alcanzaron pudriciones leves de hasta 44,4% en el día 32 del almacenamiento.

Los parámetros sensoriales de apariencia, textura y sabor extraño no variaron significativamente durante 32 días, con las temperaturas y soluciones antipardeantes empleadas en este ensayo.

Objetivos cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 67), señalados en la Carta Gantt de la etapa I del proyecto (Cuadro 2).

Cuadro 67. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la calidad de uva de mesa desgranada 'Flame Seedless' tratada con antipardeantes y almacenada en atmósfera modificada activa y refrigeración.

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Estandarización del proceso de producción y envasado	Ajustar las técnicas y tratamientos aplicados	1 producto terminado: Flame Seedless desgranada, envasada en atmósfera modificada activa con antipardeantes.
Ensayos de vida útil	Definir el proceso productivo y evaluar la efectividad de los envases y de la mezcla de gases.	Uva desgranada con calidad adecuada bajo atmósfera modificada activa, antipardeantes y refrigeración.

6.1.2 Evaluación de la calidad de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' tratada con antipardeantes y almacenada en atmósfera modificada activa y refrigeración

Hipótesis

El uso combinado de soluciones antipardeantes y bajas temperaturas, junto a un envase de atmósfera modificada activa, prolonga la vida útil de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' por al menos 35 días.

Objetivos

Evaluar el efecto del uso de las soluciones antipardeantes y bajas temperaturas, sobre la concentración de gases, color, firmeza, porcentaje de pudriciones, parámetros químicos y sensoriales uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', por al menos 35 días y en envases de atmósfera modificada activa.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Superior Seedless'. La temperatura de trabajo fue de 10°C.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron en una solución de NaClO (100 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de plástico acanalado (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de plástico acanalada (5 min). El envasado (Figura 142) se realizó en bolsas de polietileno de baja permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), con una inyección de gases de 8% O_2 y 0% CO_2 . Las bayas envasadas se almacenaron a 0 y 5°C durante 35 d.



Figura 142. Envasado de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', en bolsas de atmósfera modificada activa.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 6, 10, 14, 20, 25 y 35 para las concentraciones de gases, color y firmeza. La tasa respiratoria se analizó en los días 0, 18 y 31. El índice de pudriciones se analizó en los días 6, 10, 14, 20, 25 y 35. Los parámetros químicos se evaluaron en los días 0, 6 y 35. Los compuestos funcionales se analizaron en los días 6 y 35. Finalmente, en los parámetros sensoriales las evaluaciones fueron hechas en los días 10, 20 y 35.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, parámetros físicos (color y firmeza), parámetros químicos (SST y AT), pudriciones y evaluaciones sensoriales.

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial (4x2), donde el primer factor correspondió al agente antipardeante y el segundo a la temperatura de almacenamiento.

La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 68.

Cuadro 68. Tratamientos utilizados en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', en bolsas de atmósfera modificada activa.

Tratamiento	Solución antipardeante	Temperatura (°C)
1	0 AC+0 CC+0 EDTA	0
2	0 AC+0 CC+0 EDTA	5
3	1 AC+1 CC+0 EDTA	0
4	1 AC+1 CC+0 EDTA	5
5	1 AC+0 CC+1 EDTA	0
6	1 AC+0 CC+1 EDTA	5
7	0,5 AC+0,5 CC+0,5 EDTA	0
8	0,5 AC+0,5 CC+0,5 EDTA	5

AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos o los factores evaluados, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

Los resultados para la caracterización de la uva 'Superior Seedless', fueron similares a los encontrados en el ensayo 3 del Capítulo V.

En color presentó una tonalidad cercana al verde-amarillo, con luminosidad intermedia y baja intensidad del color (Cuadro 69). El calibre presentó un valor promedio de 18,3 mm (diámetro ecuatorial), el que estuvo dentro de valores adecuados de exportación (calibre entre 18 y 19 mm). Por otra parte, el porcentaje de sólidos solubles totales fue superior al mínimo de cosecha (17,0% en la caracterización en comparación al mínimo de 16-16,5%) (Muñoz y Lobato, 2000; Palma, 2006).

Cuadro 69. Caracterización de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless'.

Parámetros físicos^a

Peso (g)	5,7±0,2
Diámetro ecuatorial (mm)	18,3±0,3
Diámetro polar (mm)	21,5±0,5
Firmeza (kg-f)	0,3±0,0
Color de piel	
L	50,2±0,8
C*	18,7±0,4
Hab	110,1±0,8

Parámetros químicos^b

Sólidos solubles totales (%)	17,0±0,4
Acidez titulable (%)	0,5±0,0
pH	3,8±0,0
Sólidos solubles totales/acidez titulable	35,8±2,8

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Tasa respiratoria

La tasa respiratoria de Superior Seedless desgranada y como fruto entero, se mantuvo con valores bajos y estables (Figura 143), sin diferencias significativas entre el tipo de fruto (entero o bayas) ni con las temperaturas empleadas (0 y 5°C). El rango de valores para los tratamientos fue de 5,9 a 1,9 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹.

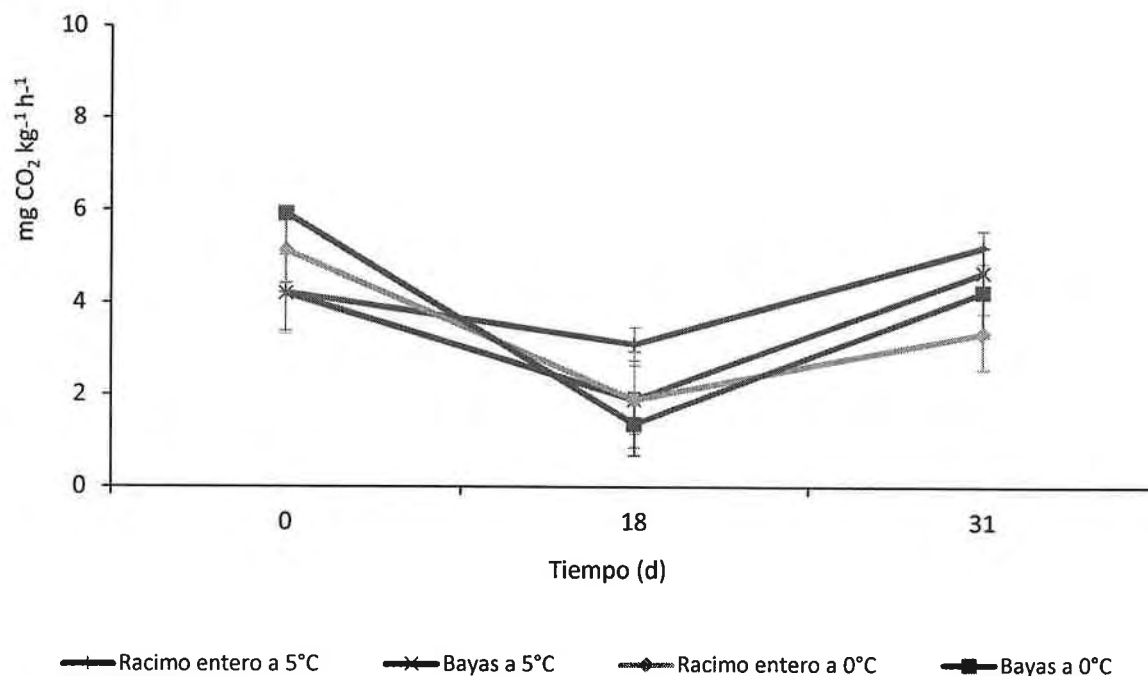


Figura 143. Valores de tasa respiratoria (mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 31 días. Las barras representan el error estándar de la media.

Los resultados evidenciaron que no se produciría un aumento significativo de la respiración de las bayas desgranadas respecto de la fruta entera, probablemente asociado a que el daño producido durante el procesamiento fue leve en la zona de unión pedicelo-baya, a diferencia de otras frutas en donde el procesamiento es más agresivo, con cortes, pelado o trozado, lo que aumentaría considerablemente la tasa respiratoria (Cantwell y Suslow, 2007). Tampoco se detectaron diferencias en función de la temperatura. Además, los valores encontrados se encontraron

dentro de lo reportado en la literatura para uva de mesa, siendo considerada un fruto con baja tasa respiratoria (5 a $10 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) (Kader, 2007).

Concentración de gases

Al igual que en el ensayo de I de Flame Seedless de la etapa II, los porcentajes de O_2 y CO_2 presentaron un descenso e incremento respectivamente hasta el día 6, para posteriormente estabilizarse (Figura 144). El valor inicial para todos los tratamientos fue de $8\% \text{ O}_2$ y $0\% \text{ CO}_2$, mientras que la estabilización se mantuvo entre $3,4\text{-}5,6\% \text{ O}_2$ y $3,9\text{-}8,2\% \text{ CO}_2$.

En el caso del O_2 , la tendencia indicó que no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos con un rango de $3,4$ a $5,6\%$ (Apéndice LXXXIV). Para el CO_2 , los resultados mostraron que en todos los días analizados ($6, 10, 14, 20, 25$ y 35) se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en función de la temperatura (Apéndice LXXXV), en donde los tratamientos a 0°C alcanzaron los menores porcentajes de CO_2 ($4,1\text{-}8,2\%$) en comparación a 5°C ($3,9\text{-}6,0\%$). Respecto a las soluciones antipardeantes, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, pero estas no reflejaron una tendencia clara en el tiempo.

Los resultados evidenciaron que los tratamientos a 0°C alcanzaron una menor concentración de CO_2 en comparación a 5°C , esto ya que a mayor temperatura (5°C respecto a 0°C) la tasa de respiración aumenta, incrementándose la producción de CO_2 (Sandhya, 2010).

El efecto de las soluciones antipardeantes no fue claro, por lo que no sería un agente importante en los resultados obtenidos.

Finalmente, el tipo de envase utilizado permitió alcanzar concentraciones cercanas a las reportadas como beneficiosas para inhibir el desarrollo de pudriciones ($5\% \text{ O}_2$ y $10\% \text{ CO}_2$), lo que lograría reducir su incidencia (Kader, 2007).

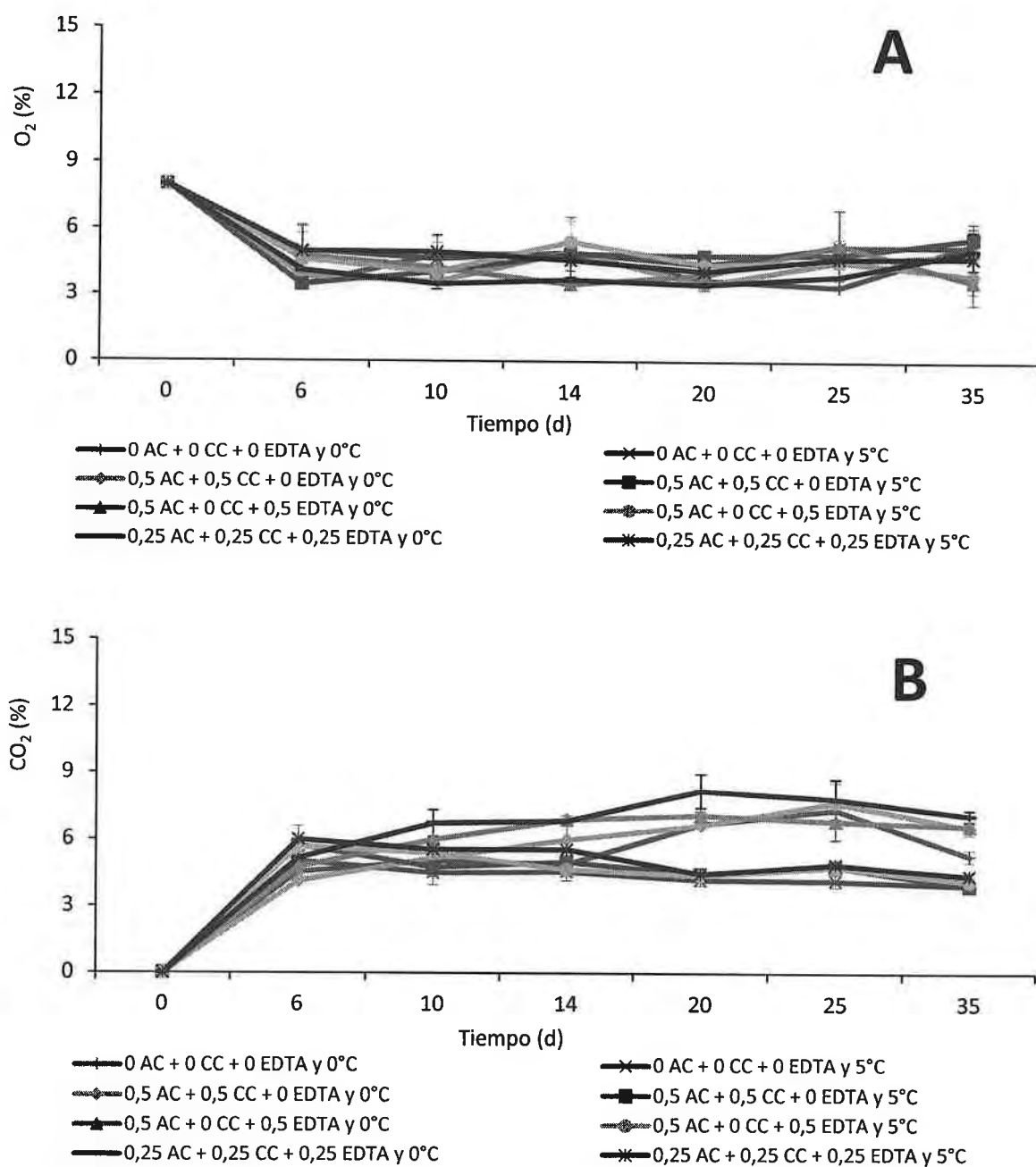


Figura 144. Porcentajes de oxígeno (A) y dióxido de carbono (B) en bolsas de atmósfera modificada activa, de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Parámetros físicos

Color de la piel de la baya

L

Este parámetro presentó un descenso hasta el día 6, para luego estabilizarse hasta el día 35 (Figura 145). La L reveló diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo los resultados obtenidos no indicaron una tendencia clara en el tiempo, alcanzando un rango de 46,8 a 37,8 (Apéndice LXXXVI).

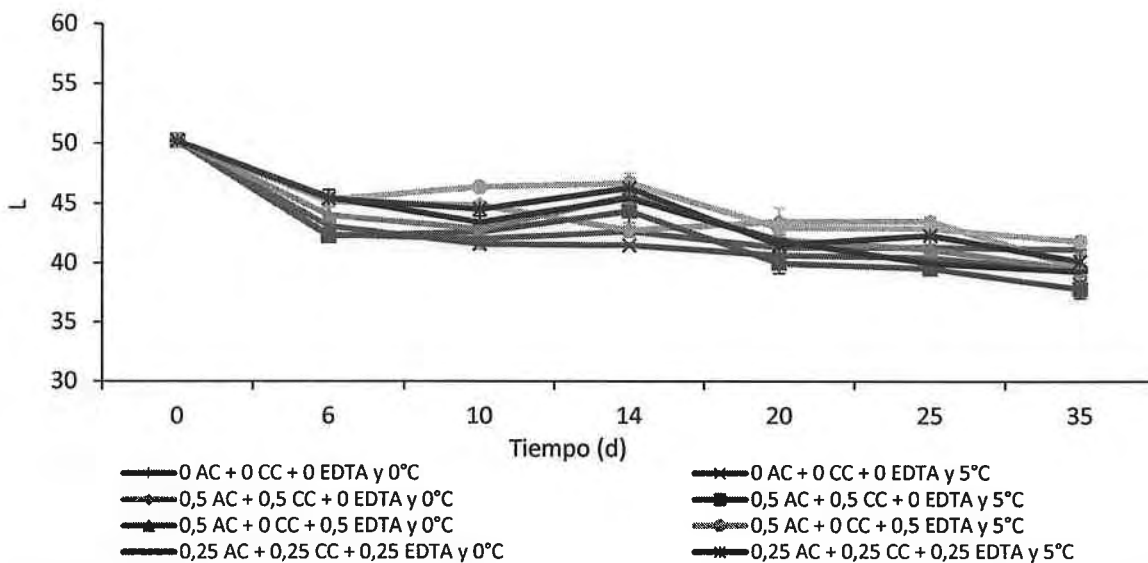


Figura 145. Valores de L en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

En 'Superior Seedless', las soluciones antipardeantes y temperaturas empleadas en este ensayo no se diferenciaron entre sí en sus efectos sobre la luminosidad. A diferencia del ensayo I de Flame Seedless de la etapa II, Superior Seedless sufrió un rápido descenso de la L en los primeros 6 días, lo que sería un indicador de pardeamiento (Jandric *et al.*, 2010). Luego de este período de tiempo los valores

no se variarían significativamente, lo que se sumaría al hecho que Superior es una variedad de color más claro, siendo más notorio el pardeamiento.

C*

Se presentó un incremento de los valores de C* hasta el día 6, para luego estabilizarse hasta el día 35 (Figura 146).

De la misma forma que en la L, la C* no mostró una tendencia clara en el tiempo de almacenaje, con un rango de valores de 20,2 a 25,7 (Apéndice LXXXVII).

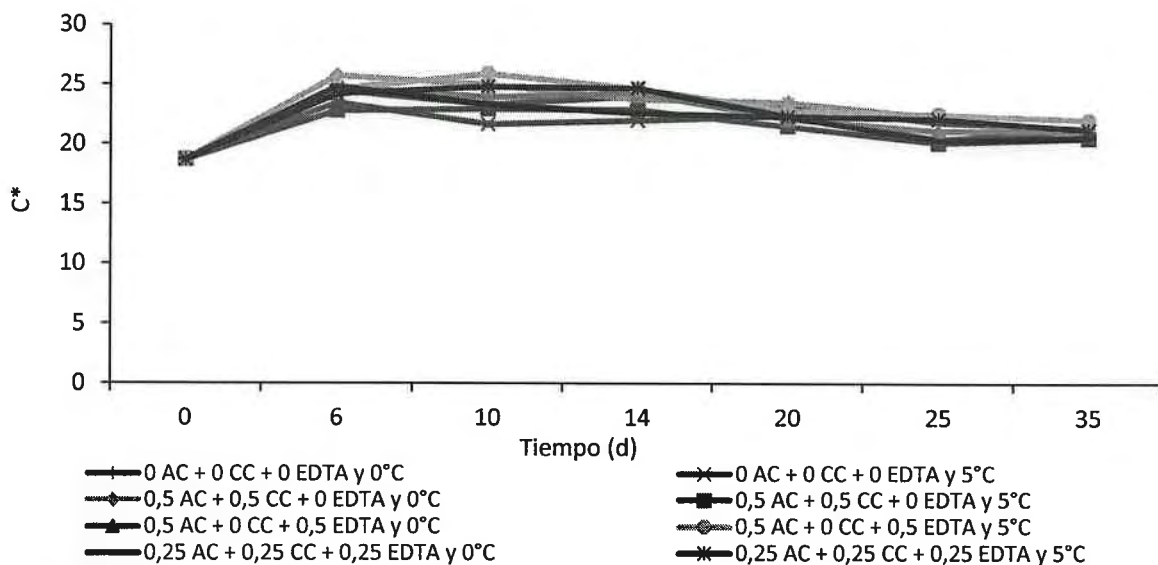


Figura 146. Valores de C* en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Los resultados se explicarían por las razones expuestas en el parámetro de L, siendo ambos parámetros similares en su comportamiento, con un incremento en los primeros 6 días que revelaría un mayor grado de pardeamiento, para posteriormente estabilizarse.

H_{ab}

Este parámetro decreció notoriamente en sus valores durante los primeros 6 días para posteriormente, al igual que en L y C^* , estabilizarse hasta el día 35 (Figura 147), presentando un rango de 85,3 a 95,4° (Apéndice LXXXVIII). La disminución de este parámetro indicaría tonalidades más oscuras, debido a que el tono es un indicador del pardeamiento que decrece con el tiempo (Jandric *et al.*, 2010). De esta forma, y consecuentemente con la L y C^* , se logró constatar que Superior Seedless sería una variedad con un rápido pardeamiento en los primeros días posteriores al desgrane, para luego estabilizarse.

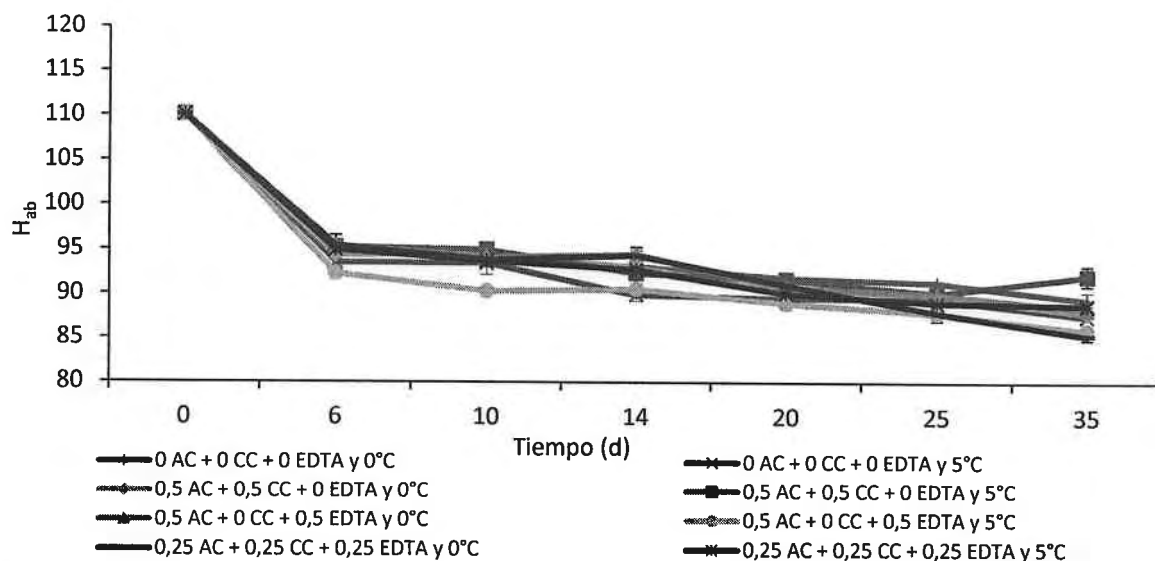


Figura 147. Valores de H_{ab} en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Las soluciones antipardeantes y temperaturas empleadas en este ensayo no mostraron diferencias significativas entre ellas con respecto al tono, lo que sumado a lo encontrado en L y C^* mostraría que el pardeamiento en términos de color de las bayas sería similar (Figura 148). Al no ser la solución antipardeante un factor significativo para prevenir el pardeamiento, no sería necesaria su utilización en esta variedad.

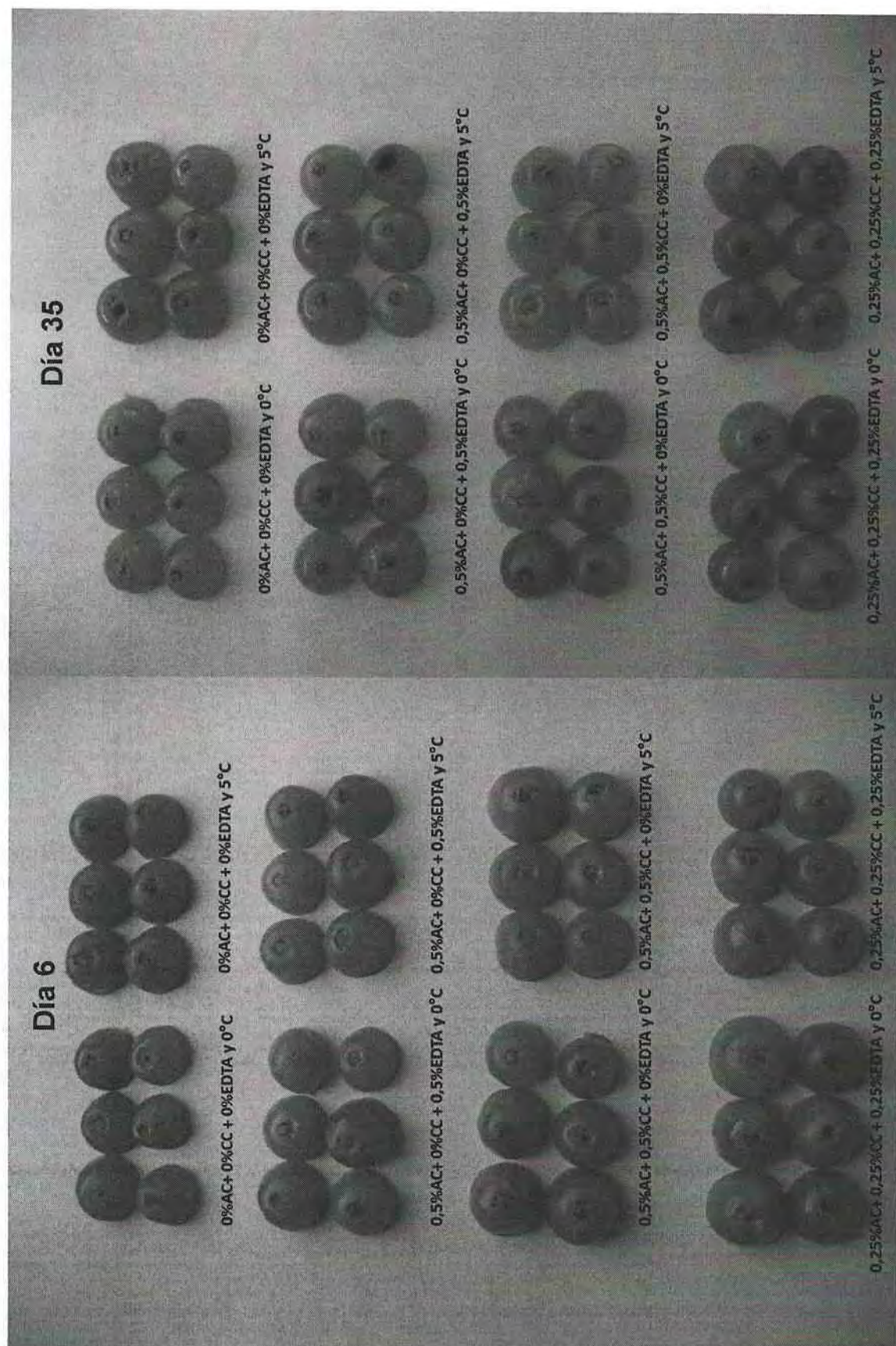


Figura 139. Apariencia de bayas de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' tratadas con agentes antipardeantes y almacenadas en atmósfera modificada activa (8% O₂ + 0% CO₂) durante 32 días. AC: ácido cítrico, CC: cloruro de calcio, EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Firmeza

La firmeza permaneció estable durante 35 días, con un rango de 0,37 a 0,26 kgf·mm⁻¹ (Figura 149). Los resultados no mostraron ninguna tendencia respecto al efecto de las soluciones antipardeantes, ni temperaturas empleadas sobre la firmeza de las bayas (Apéndice LXXXIX).

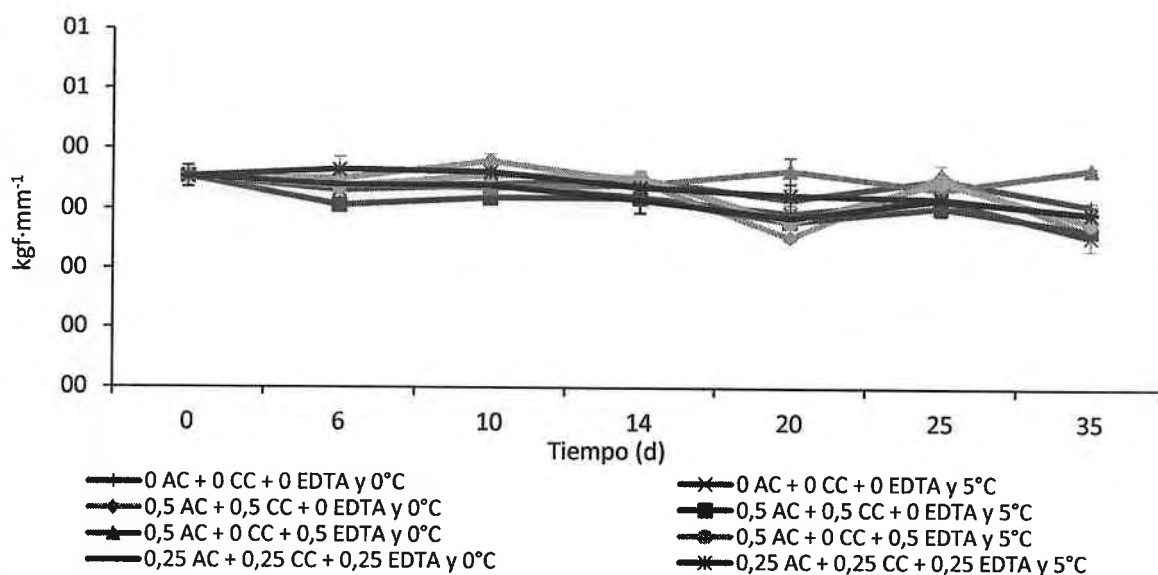


Figura 149. Valores de firmeza (kgf·mm⁻¹) en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

La estabilidad de este parámetro se debería a la baja tasa respiratoria alcanzada en las bayas desgranadas de 'Superior Seedless' (5,9 a 1,9 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹), sumado al uso de atmósfera modificada activa y bajas temperaturas (0 y 5°C, sin diferencias significativas entre ellas). La baja respiración de las bayas permite retardar los procesos de senescencia de la fruta como la pérdida de firmeza (Jandric *et al.*, 2010). El uso de la atmósfera modificada permitiría alcanzar niveles bajos de O₂ reduciendo aún más la tasa respiratoria. Además, el uso de atmósfera modificada permite alcanzar una alta humedad relativa dentro de los envases, evitando con esto la deshidratación.

Porcentaje de pudriciones

Los porcentajes de pudriciones encontrados no superaron el 25% de la superficie de las bayas. Todos los tratamientos hasta el día 14 se mantuvieron sin pudriciones (Cuadro 70). En el día 20 el tratamiento con 0% AC + 0% CC + 0% EDTA y 5°C fue el único que presentó pudriciones, alcanzando un 5,3%. En el día 25 y 35 los tratamientos a 5°C alcanzaron un mayor porcentaje de pudriciones, con un rango de 0,0 a 17,7%, mientras que los tratamientos a 0°C presentaron 0,0 a 5,9%.

Cuadro 70. Rango de porcentajes de pudriciones leves (<25% de la baya), en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' durante 35 días.

	Rango de pudriciones leves (%)					
	Tiempo de almacenamiento (d)					
	6	10	14	20	25	35
0 AC+0 CC+0 EDTA y 0°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0-5,9	0,0
0 AC+0 CC+0 EDTA y 5°C	0,0	0,0	0,0	0,0-5,3	0,0-11,8	5,9-11,8
1 AC+1 CC+0 EDTA y 0°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 AC+1 CC+0 EDTA y 5°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0-5,6	5,6-17,7
1 AC+0 CC+1 EDTA y 0°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1 AC+0 CC+1 EDTA y 5°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0-5,6
0,5 AC+0,5 CC+0,5 EDTA y 0°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,5 AC+0,5 CC+0,5 EDTA y 5°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0-10,5	9,5-10,5

AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Los mayores porcentajes de pudriciones de los tratamientos a 5°C, en comparación a los tratamientos a 0°C, estarían asociados a los mismos hechos que se presentaron en el ensayo I de la etapa II con Flame Seedless. Esto es que a mayor temperatura, los hongos como *Botrytis Cinerea* ven incrementada su actividad metabólica (Escalona y Luchsinger, 2008a). Además, el uso de atmósfera modificada activa con las concentraciones de O₂/CO₂ alcanzada, inhibiría el crecimiento de hongos al mantener concentraciones que se han reportado como fungicidas (Kader, 2007).

Parámetros químicos

Los parámetros de SST y AT en bayas de uva 'Superior Seedless', permanecieron estables durante 35 días (Figuras 150 y 151 respectivamente).

Para los SST no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, con un rango de 17,3 a 15,3%. En el caso de la AT se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en el día 35 (Apéndice XC), pero esto no fue una tendencia clara en el tiempo, alcanzando un rango de 0,58 a 0,42%.

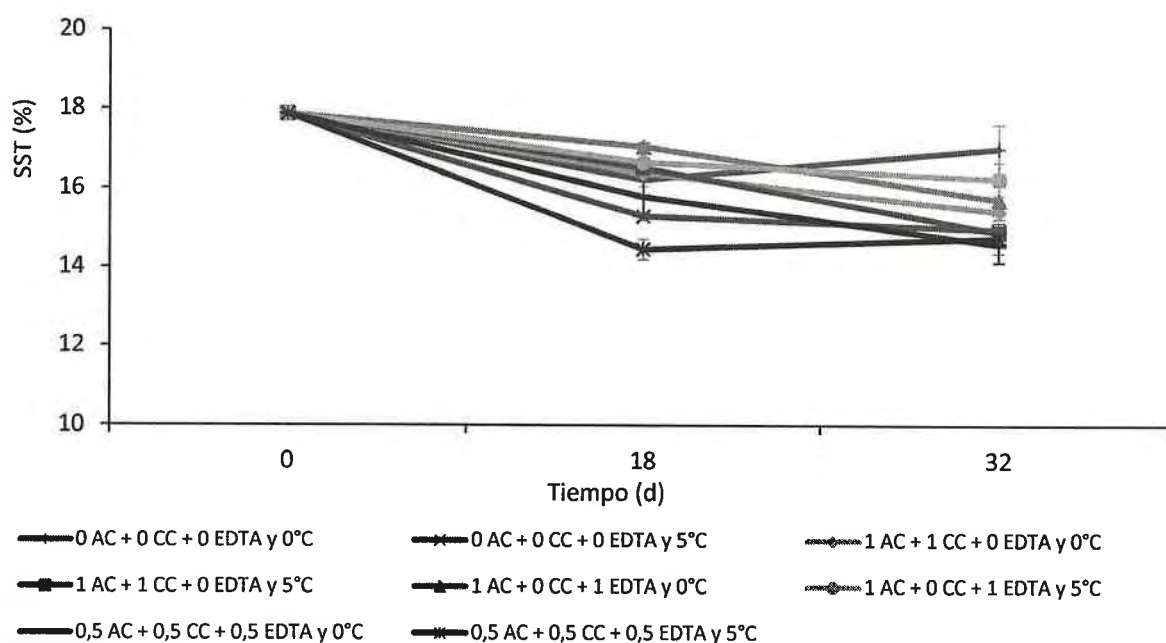


Figura 150. Porcentajes de SST en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

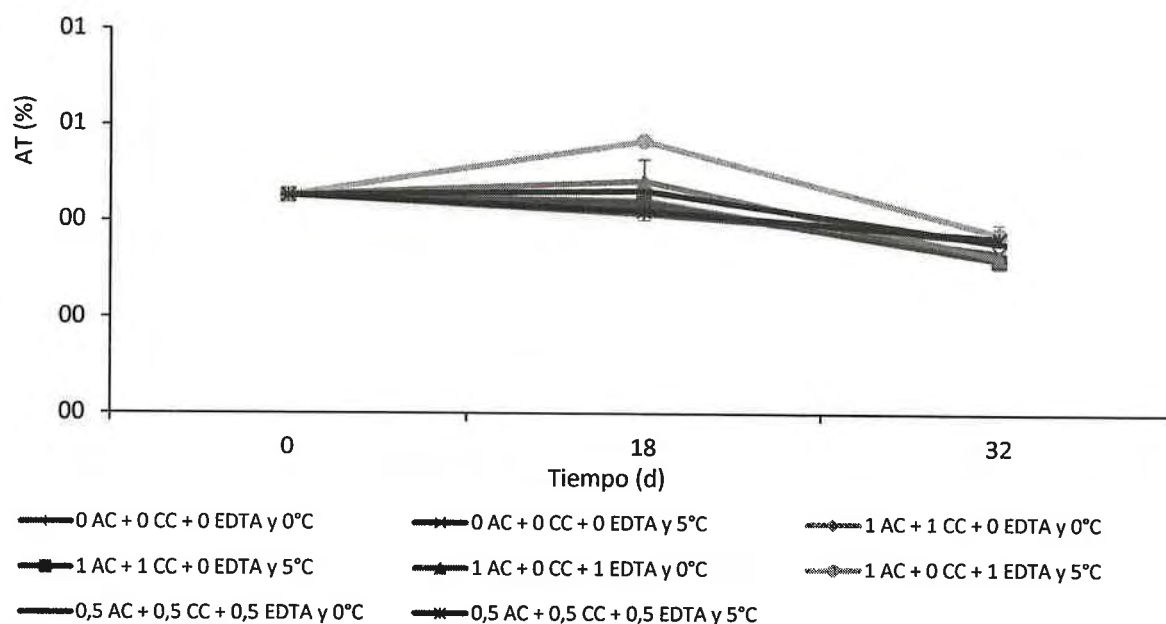


Figura 151. Porcentajes de AT en uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

La estabilidad de los parámetros químicos estaría asociado a la baja tasa respiratoria alcanzada por las bayas desgranadas de 'Superior Seedless' (5,9 a 1,9 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹), a las bajas temperaturas de conservación (0 y 5°C sin diferencias significativas entre ellas) y al uso de atmósfera modificada activa, lo que permitió reducir el metabolismo de las bayas, y con esto la degradación de azúcares y ácidos (Sandhya, 2010).

Compuestos funcionales

Fenoles totales

El contenido de fenoles en la piel de bayas 'Superior Seedless', fue descendiendo levemente durante 35 días de almacenamiento (Figura 152).

La tendencia de los resultados estadísticos mostró efectos de la temperatura en la degradación de los fenoles de la piel, siendo los tratamientos a 5°C los que

contenían un mayor contenido de fenoles en comparación a los tratamientos a 0°C. En consecuencia, en los días 6 y 35 los tratamientos a 0°C alcanzaron valores con un rango de 1.699 a 2.151 y 1.754 a 2.208 $\mu\text{g EAG g}^{-1}$ peso fresco respectivamente. En contraste, el rango de contenido de fenoles de los tratamientos a 5°C fue de 2.186 a 2.693 y 2.162 a 2.356 $\mu\text{g EAG g}^{-1}$ peso fresco en los mismos días (Apéndice XCI).

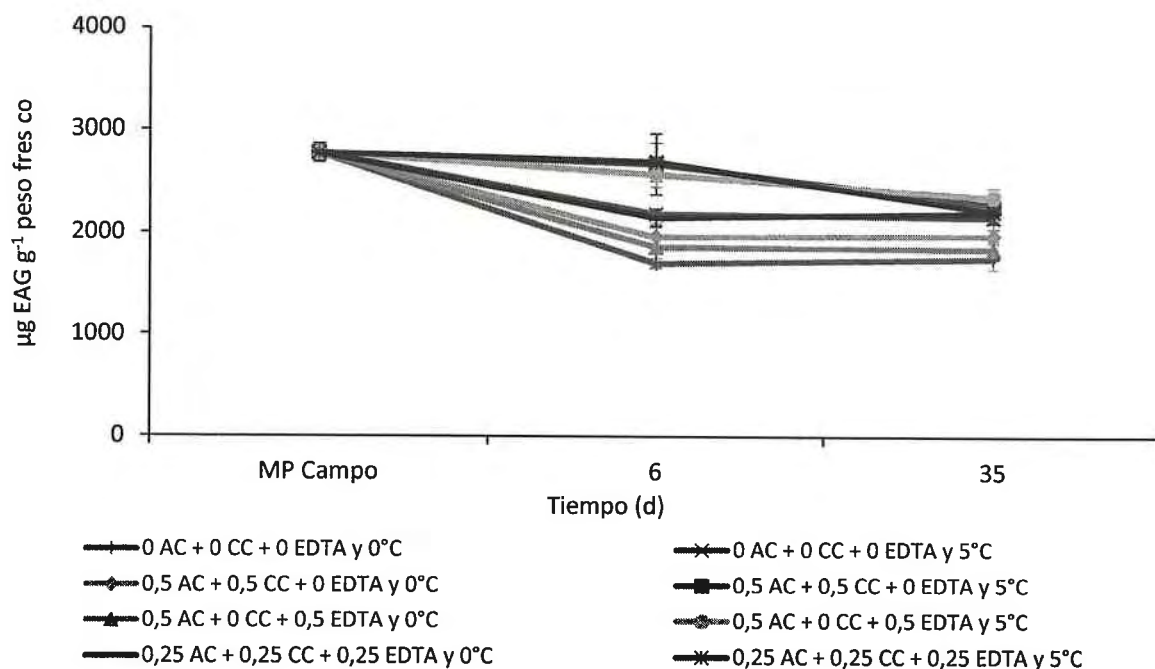


Figura 152. Contenido de fenoles totales ($\mu\text{g EAG g}^{-1}$ peso fresco) de piel de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

El mayor contenido de fenoles en los tratamientos a 5°C, se produciría por la mayor acumulación de CO_2 en los envases en comparación a los tratamientos a 0°C, como se evidenció con anterioridad en las concentraciones de gases. El mayor contenido de CO_2 desplazaría al O_2 , el que es sustrato de la enzima PPO causante del pardeamiento (Whitaker, 1994), siendo su acción disminuida.

Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante de la piel de las bayas de uva 'Superior Seedless', permaneció con valores estables durante 35 días (Figura 153). No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos en los días analizados. Los resultados indicarían que este parámetro no se vería afectado por los tratamientos utilizados, alcanzo un rango de 3.159 a 4.695 $\mu\text{g ET g}^{-1}$ peso fresco.

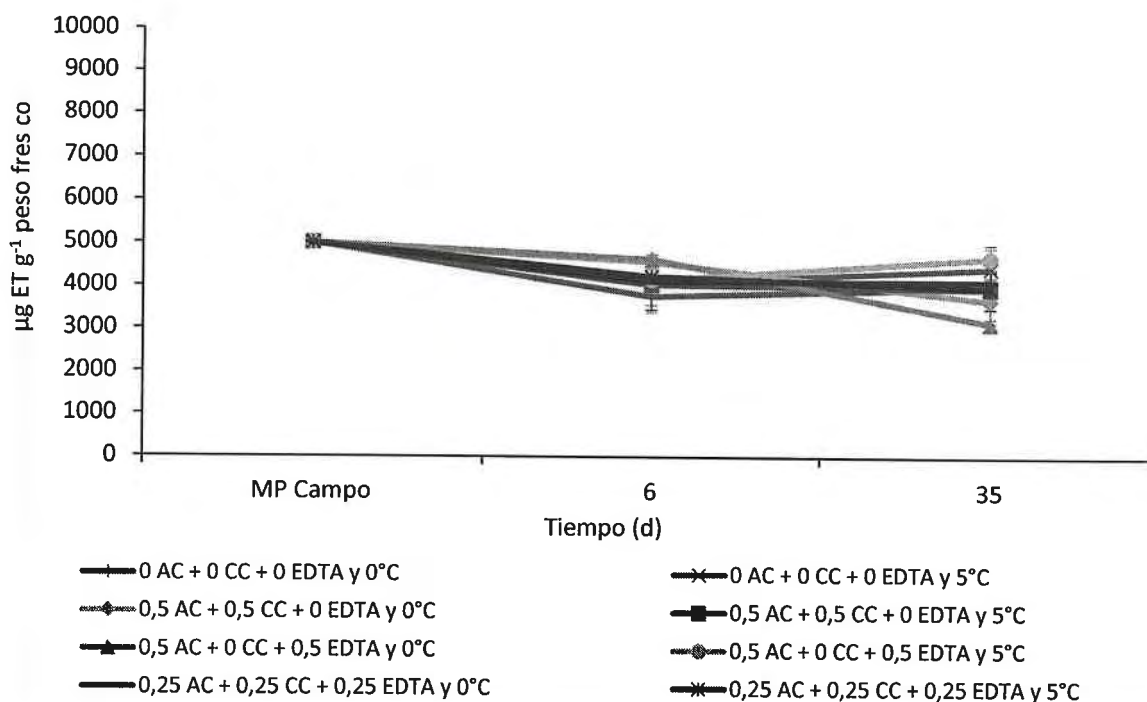


Figura 153. Capacidad antioxidante ($\mu\text{g ET g}^{-1}$ peso fresco) de piel de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Parámetros sensoriales

Apariencia

Los puntajes de apariencia permanecieron estables durante 35 días de almacenamiento (Figura 154). No se presentaron diferencias significativas entre tratamientos durante el almacenamiento (días 10, 20 y 35).

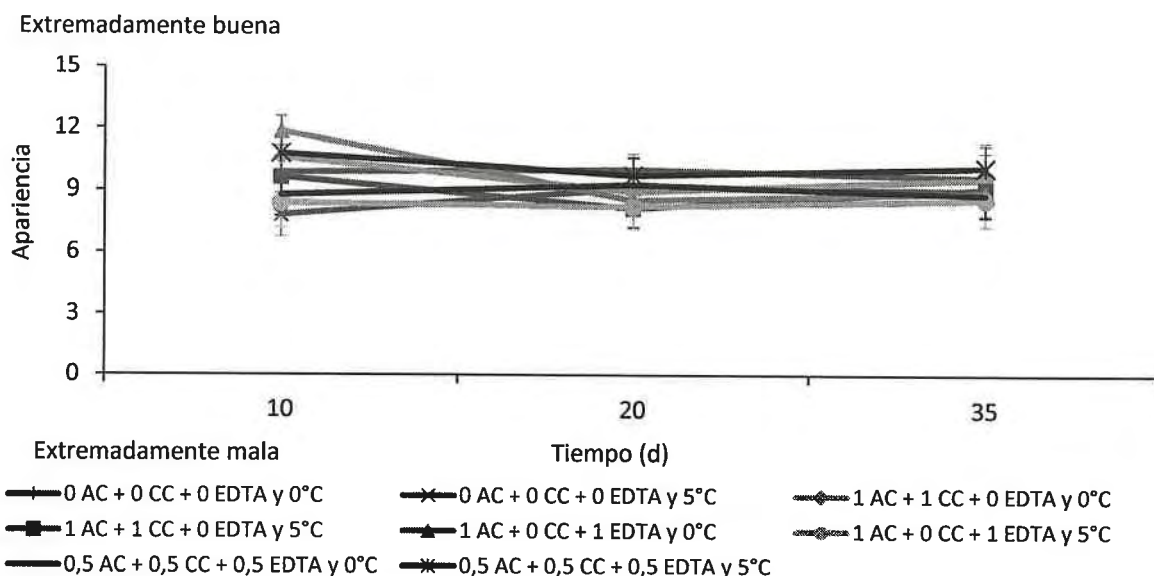


Figura 154. Valores sensoriales de apariencia de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Las soluciones antipardeantes y temperaturas empleadas en este ensayo no afectarían la apariencia de las bayas, permaneciendo con valores estables y sobre la mitad de la escala (7,5) (Figura 155). Esto sería atribuible a la baja tasa respiratoria de las bayas de 'Superior Seedless', sumado a la utilización de atmósfera modificada activa con bajo O_2 y moderado CO_2 , permitiría reducir aún más la respiración, y con esto los procesos de senescencia.

Este parámetro no fue concordante con el contenido de fenoles, siendo este último un compuesto antioxidante (Es-Safi *et al.*, 2003) que contribuye significativamente al contenido antioxidante de la piel.

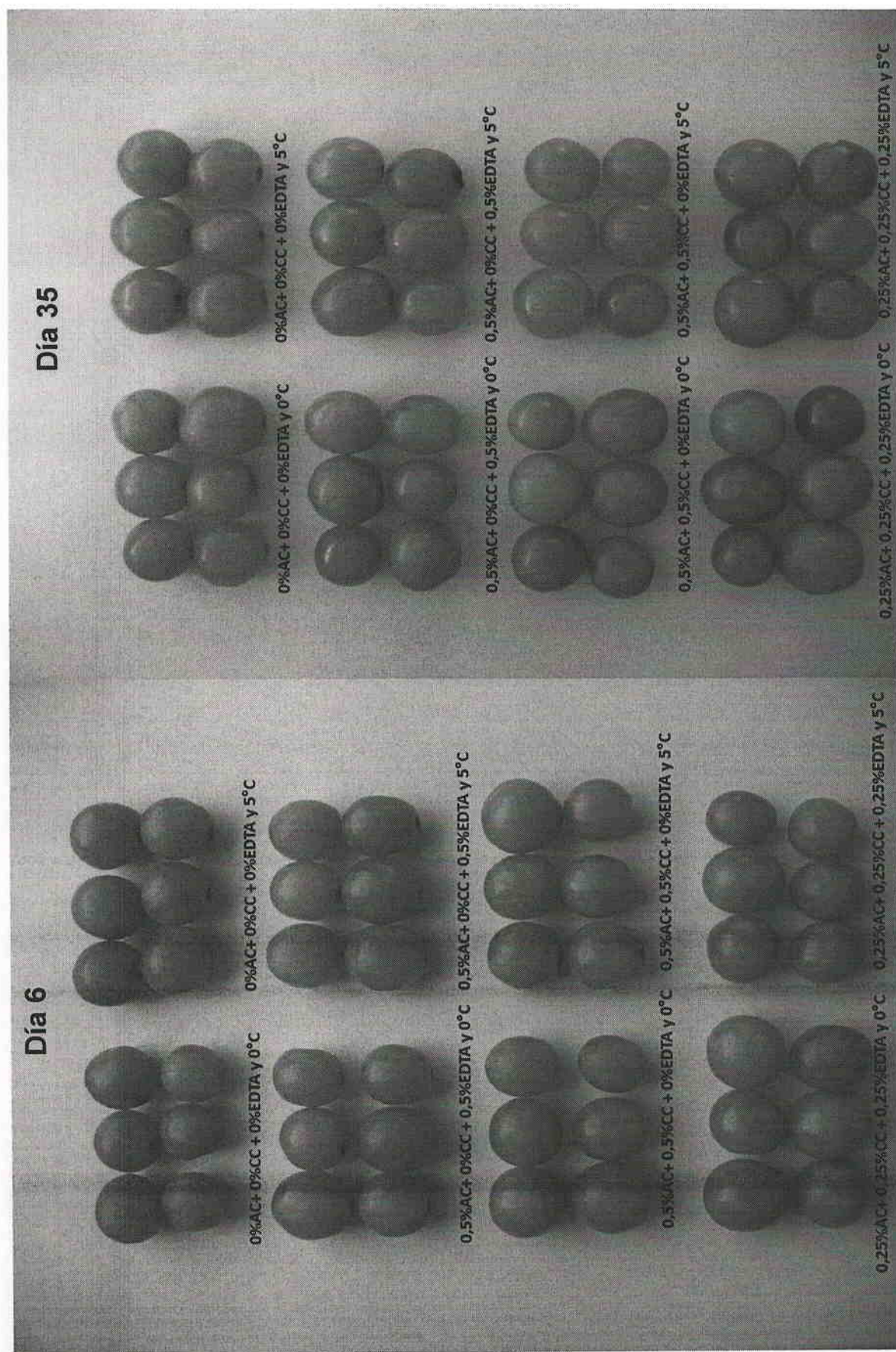


Figura 155. Apariencia de bayas de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' tratadas con agentes antiparadeantes y almacenadas en atmósfera modificada activa (8% O₂ + 0% CO₂) durante 32 días. AC: ácido cítrico, CC: cloruro de calcio, EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Textura

Al igual que en la apariencia, la textura de las bayas 'Superior Seedless' permaneció estable durante 35 días (Figura 156). No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos durante el almacenamiento (días 10, 20 y 35).

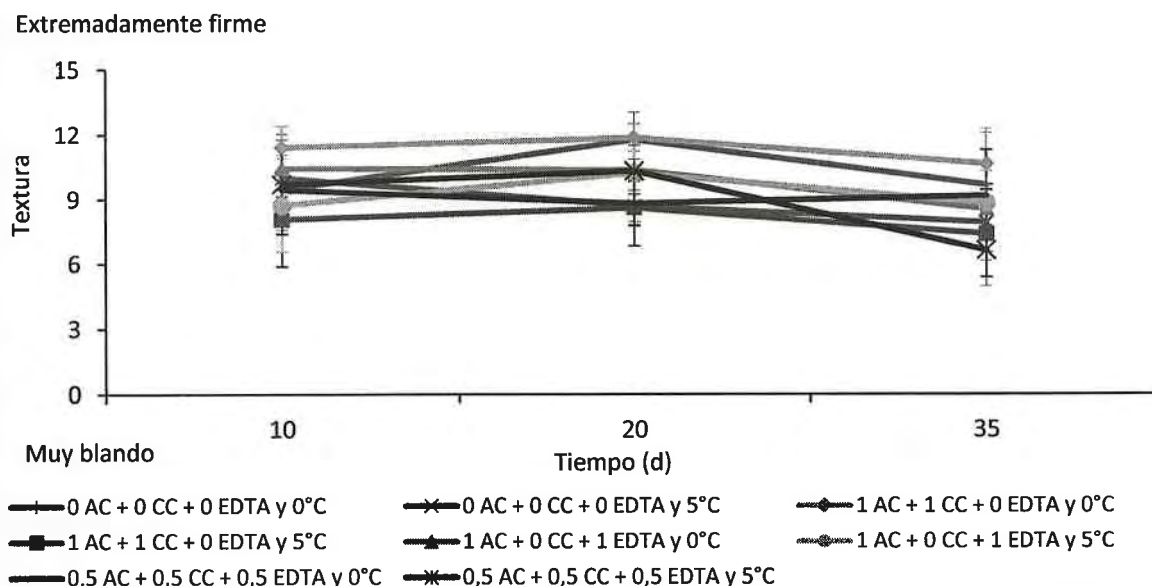


Figura 156. Valores sensoriales de textura de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

De la misma forma que en la apariencia, las soluciones antipardeantes y temperaturas empleadas en este ensayo no afectarían la textura de las bayas, permaneciendo con valores estables y sobre la mitad de la escala (7,5). Las razones serían las mismas que las expuestas en la apariencia, siendo los resultados similares a las del parámetro físico de firmeza.

Sabor extraño

Al igual que en el resto de parámetros sensoriales, el sabor extraño de las bayas de 'Superior Seedless' permaneció estable durante 35 días (Figura 157). En

ninguno de los días analizados se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

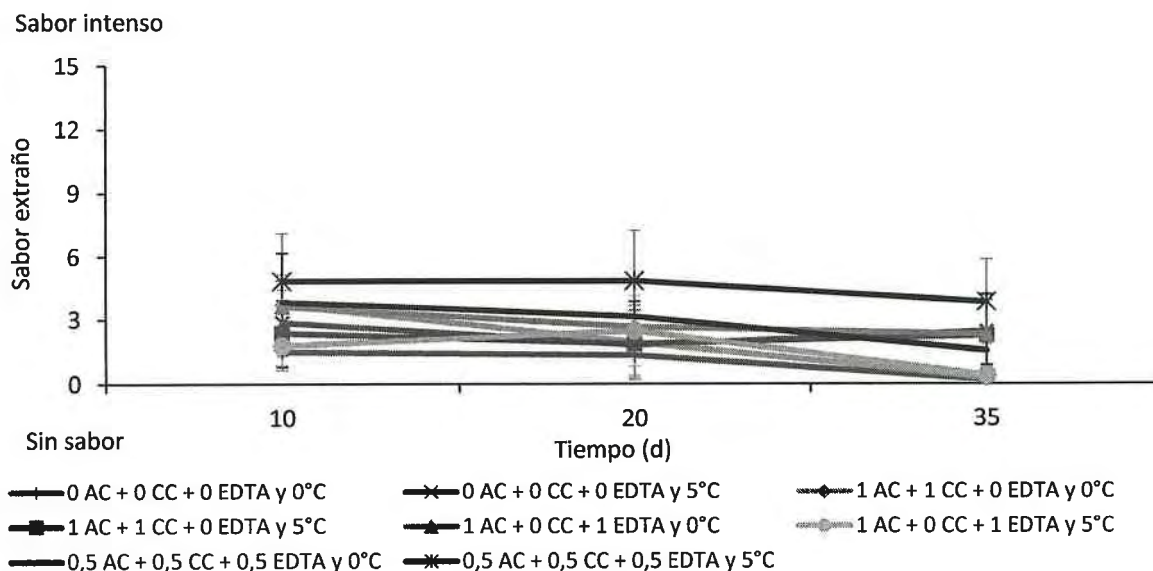


Figura 157. Valores sensoriales de sabor extraño de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless', durante 35 días. Las barras representan el error estándar de la media. AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Las soluciones antipardeantes utilizadas y las concentraciones de gases (bajo O₂ y moderado CO₂) no provocarían sabores extraños en las bayas de 'Superior Seedless'.

Conclusiones

La tasa respiratoria de la uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' no aumentó significativamente respecto al fruto entero, manteniendo valores considerados bajos. El uso de 0 y 5°C no provocaría cambios significativos en la respiración.

La estabilización de la atmósfera dentro de los envases de atmósfera modificada activa se alcanzó después de 6 días, con valores de 3,0-5,2% O₂ y 3,7-6,9% CO₂.

Los tratamientos a 0°C alcanzaron una menor concentración de CO₂ (3,7-6,2%) en comparación a 5°C (3,7-6,9%). Las soluciones antipardeantes no afectarían las concentraciones de gases.

Las bayas de 'Superior Seedless' se pardearon notoriamente durante los primeros 6 días de almacenamiento, para luego estabilizarse hasta el día 35. El pardeamiento fue medido en términos de color (luminosidad, saturación y tono).

Las soluciones antipardeantes y temperaturas utilizadas en este ensayo, no presentaron una tendencia a diferenciarse significativamente entre sí respecto a su protección sobre el pardeamiento y firmeza de las bayas.

Al no ser la solución antipardeante un factor significativo para prevenir el pardeamiento, no sería necesaria su utilización en esta variedad.

Los porcentajes de pudriciones encontrados no superaron el 25% de la superficie de las bayas. Todos los tratamientos hasta el día 14 se mantuvieron sin pudriciones. Los tratamientos a 5°C presentaron un mayor porcentaje de pudriciones respecto a 0°C, con un máximo de 17,7% en el día 35 .

Los parámetros químicos de sólidos solubles totales y acidez titulable en bayas de uva 'Superior Seedless', permanecieron estables durante 35 días. Las soluciones antipardeantes y temperaturas empleadas, no afectarían significativamente estos parámetros.

El contenido de fenoles en la piel de bayas 'Superior Seedless', fue descendiendo levemente durante 35 días de almacenamiento. Los tratamientos a 5°C contendrían un mayor contenido de fenoles en comparación a los tratamientos a 0°C, por un mayor contenido de CO₂.

Los parámetros sensoriales de apariencia, textura y sabor típico de las bayas de 'Superior Seedless' permanecieron estables durante 35 días, sin ser afectadas significativamente por las soluciones antipardeantes y temperaturas empleadas.

Objetivos Cumplidos

En este ensayo se cumplieron los siguientes puntos (Cuadro 71), señalados en la Carta Gantt de la etapa I del proyecto (Cuadro 2).

Cuadro 71. Actividades realizadas en el ensayo Evaluación de la calidad de uva de mesa desgranada 'Superior Seedless' tratada con antipardeantes y almacenada en atmósfera modificada activa y refrigeración

Nombre de la actividad	Descripción de la actividad	Indicador de resultado
Estandarización del proceso de producción y envasado	Ajustar las técnicas y tratamientos aplicados	1 producto terminado: Superior Seedless desgranada, envasada en atmósfera modificada activa con antipardeantes.
Ensayos de vida útil	Definir el proceso productivo y evaluar la efectividad de los envases y de la mezcla de gases.	Uva desgranada con calidad adecuada bajo atmósfera modificada activa, antipardeantes y refrigeración.

6.1.3 Evaluación de la calidad de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' tratada con antipardeantes y almacenada en atmósfera modificada activa y refrigeración

Hipótesis

El uso combinado de soluciones antipardeantes y bajas temperaturas, junto a un envase de atmósfera modificada activa, prolonga la vida útil de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless' por al menos 33 días.

Objetivos

Evaluar el efecto del uso de las soluciones antipardeantes y bajas temperaturas, sobre la concentración de gases, color, firmeza, porcentaje de pudriciones, parámetros químicos y sensoriales uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', por al menos 33 días y en envases de atmósfera modificada activa.

Procesamiento

Siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 15 se realizó el procesamiento de la materia prima que fue uva de mesa 'Thompson Seedless'. La temperatura de trabajo fue de 10°C.

La materia prima se pesó para así obtener el rendimiento del proceso. Luego, se procedió a desgranar los racimos de forma manual, girando la baya para provocar el desprendimiento de ésta. Las bayas se lavaron en una solución de NaClO (100 mg L⁻¹) con agua a 5°C, este lavado se realizó con movimientos verticales en un recipiente de plástico acanalado (3 min). Posteriormente, las bayas se enjuagaron con agua a 5°C (3 min).

Para eliminar el exceso de agua y evitar la proliferación de microorganismos, las bayas se dejaron sobre una rejilla de plástico acanalada (5 min). El envasado (Figura 158) se realizó en bolsas de polietileno de baja permeabilidad ($2500 \text{ mL O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), con una inyección de gases de 8% O_2 y 0% CO_2 . Las bayas envasadas se almacenaron a 0 y 5°C durante 33 d.



Figura 158. Envasado de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', en bolsas de atmósfera modificada activa.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron en los días 0, 6, 20, 25 y 33 para las concentraciones de gases, color y firmeza. La tasa respiratoria se analizó en los días 0, 11 y 23. El índice de pudriciones se analizó en los días 6, 20, 25 y 33. Los parámetros químicos se evaluaron en los días 0, 6 y 33. Los compuestos funcionales se analizaron en los días 6 y 33. Finalmente, en los parámetros sensoriales las evaluaciones fueron hechas en los días 6, 20, 25 y 33.

Se realizaron evaluaciones de concentración gaseosa, parámetros físicos (color y firmeza), parámetros químicos (SST y AT), pudriciones y evaluaciones sensoriales.

Diseño experimental

Se realizó un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial (4x2), donde el primer factor correspondió al agente antipardeante y el segundo a la temperatura de almacenamiento.

La unidad experimental fue una bolsa con 100 g de bayas, teniendo 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 72.

Cuadro 72. Tratamientos utilizados en uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless', en bolsas de atmósfera modificada activa.

Tratamiento	Solución antipardeante	Temperatura (°C)
1	0 AC+0 CC+0 EDTA	0
2	0 AC+0 CC+0 EDTA	5
3	1 AC+1 CC+0 EDTA	0
4	1 AC+1 CC+0 EDTA	5
5	1 AC+0 CC+1 EDTA	0
6	1 AC+0 CC+1 EDTA	5
7	0,5 AC+0,5 CC+0,5 EDTA	0
8	0,5 AC+0,5 CC+0,5 EDTA	5

AC: ácido cítrico; CC: cloruro de calcio; EDTA: ácido etilendiaminotetraacético.

Análisis estadístico

Los resultados de cada día se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia de 5%. Cuando se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos o los factores evaluados, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey al 5%. Para ello se utilizó el software estadístico Minitab Release 16,1 (Addlink Software Científico, S.L., Barcelona, España).

Resultados y discusión

Caracterización de la materia prima

Los resultados para la caracterización de la uva 'Thompson Seedless' (Cuadro 73); fueron similares a los encontrados los ensayos 1, 2, 7 y 8 de la etapa I.

Cuadro 73. Caracterización de uva de mesa desgranada 'Thompson Seedless'.

Parámetros físicos^a

Peso (g)	5,7±0,2
Diámetro ecuatorial (mm)	17,7±0,2
Diámetro polar (mm)	26,2±0,5
Firmeza (kg-f)	0,3±0,0
Color de piel	
L	49,8±0,8
C*	20,3±0,6
Hab	112,6±0,7

Parámetros químicos^b

Sólidos solubles totales (%)	18,6±0,3
Acidez titulable (%)	0,6±0,0
pH	3,6±0,0
Sólidos solubles totales/acidez titulable	30,7±1,1

^a Corresponde a la media de 20 muestras ± desviación estándar

^b Corresponde a la media de 4 muestras ± desviación estándar

Tasa respiratoria

La tasa respiratoria permaneció estable durante 23 días (Figura 159), sin mostrar una tendencia que indicara diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice, XCII).