



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

**EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS SUAVES EN LA CALIDAD DE DOS
VARIETADES DE DURAZNOS (*Prunus persica* (L.) Batsch), MÍNIMAMENTE
PROCESADAS EN FRESCO**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AGRÓNOMA Y AL
GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS AGROPECUARIAS CON MENCIÓN EN
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL

VANESCA LORENA JIMÉNEZ HERNÁNDEZ

DIRECTORES DE TESIS
VICTOR HUGO ESCALONA CONTRERAS
RODRIGO INFANTE ESPIÑEIRA

PROFESORES CONSEJEROS
LUIS LUCHSINGER LAGOS
CARMEN PRIETO DURÁN

SANTIAGO DE CHILE
2011

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

**EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS SUAVES EN LA CALIDAD DE DOS
VARIETADES DE DURAZNOS (*Prunus persica* (L.) Batsch), MÍNIMAMENTE
PROCESADAS EN FRESCO**

**EFFECT OF THE MILD HEAT TREATMENTS ON THE QUALITY OF TWO PEACH
VARIETIES (*Prunus persica* (L.) Batsch), MINIMALLY PROCESSING**

VANESCA LORENA JIMÉNEZ HERNÁNDEZ

SANTIAGO DE CHILE
2011

**EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS SUAVES EN LA CALIDAD DE DOS
VARIETADES DE DURAZNOS (*Prunus persica* (L.) Batsch), MÍNIMAMENTE
PROCESADAS EN FRESCO**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AGRÓNOMA Y AL
GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS AGROPECUARIAS CON MENCIÓN EN
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL

VANESCA LORENA JIMÉNEZ HERNÁNDEZ

DIRECTORES DE TESIS

	Calificaciones (Memoria de Título)	Calificaciones (Tesis de Grado)
Víctor Hugo Escalona C. Ingeniero Agrónomo, D.	6,5	Aprobado
Rodrigo Infante Espiñeira Ingeniero Agrónomo, D.	6,8	Aprobado

PROFESORES CONSEJEROS

Luis Luchsinger Lagos Ingeniero Agrónomo, Ph. D.	7,0	Aprobado
Carmen Prieto Durán Ingeniero Agrónomo, Mg. Cs.	6,7	Aprobado

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios que hace posible lo imposible, a quien amo y anhelo agradecer toda mi vida. Gracias por tu llamado y permitir conocer tu amor en esta tan linda etapa de mi vida.

A mi familia, a mis padres, Hugo Jiménez y Yolanda Hernández. A mi hermano, Víctor Jiménez, por su apoyo y confianza incondicional en todos mis proyectos.

A mis profesores guías y consejeros, Víctor Hugo Escalona, Rodrigo Infante, Luis Luchsinger y Carmen Prieto, gracias por su paciencia, preocupación, exigencia, sinceridad, profesionalismo y consejos durante el desarrollo de mi tesis, junto a todo su gran grupo de trabajo del Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC), Laboratorio de Calidad de la Fruta, y al Departamento de Agroindustria y Enología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. Gracias por facilitar las instalaciones e instrumentos para realizar esta tesis.

Al Proyecto FONDEF-CONICYT: “Desarrollo de productos frutícolas mínimamente procesados en fresco como estrategia para aumentar el consumo. Bases tecnológicas”, por proporcionar el financiamiento para el desarrollo de esta experiencia.

A las Becas de Financiamiento de Estadías Cortas de investigación de la Vicerrectoría de asuntos académicos para alumnos de magíster y el programa Domeyko, por proporcionarme la oportunidad de trabajar junto a profesionales de primera categoría.

A María Isabel Gil junto a su grupo de investigación de calidad, seguridad y bioactividad de alimentos vegetales del departamento de ciencia y tecnología de alimentos del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS) de Murcia, España. Por su apoyo y sus excelentes consejos sobre mi investigación.

A mis abuelitos, especialmente a mi abuelito Luis Hernández, por su alegría, por ser mi segundo padre y por creer en mí, estoy segura que donde te encuentras estás compartiendo conmigo esta alegría. Es a quien dedico esta tesis, por ser uno de sus deseos más grandes.

Dedico este trabajo a mi familia

ÍNDICE

CAPÍTULO I. Revisión bibliográfica.	1
I.1. Situación actual de los duraznos en Chile	1
I.2. Generalidades de frutas y hortalizas mínimamente procesadas en fresco (MPF)	2
Definición	2
Situación actual de los productos MPF	2
Calidad de frutas y hortalizas MPF	3
Fisiología de los productos MPF	4
Principales alteraciones en los productos MPF	5
El ablandamiento	5
El pardeamiento enzimático	6
I.3. Tecnologías aplicadas para conservar frutas y hortalizas MPF	7
Métodos químicos y físicos tradicionales	7
Nuevas tendencias	7
Aplicación de tratamientos térmicos suaves para extender la vida de los productos MPF	
I.4. Referencias Bibliográficas	10
CAPÍTULO II. Efectos de los tratamientos térmicos suaves en la calidad de la variedad de durazno ‘Ryan sun’ MPF.	16
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
II.1. INTRODUCCIÓN	19
Hipótesis y objetivo	22
II.2. MATERIALES Y MÉTODOS	23
Lugar de trabajo	23
Materia prima	23
Caracterización de la fruta	23
Tratamientos	23
Procesado	24

Experimento 1	25
Experimento 2	25
II.3. EVALUACIONES Y ANÁLISIS	26
Determinaciones en la materia prima	26
Peso	26
Tamaño	26
Color de cubrimiento, fondo y pulpa	26
Firmeza	26
Sólidos solubles totales	26
Acidez titulable y pH	26
Contenido de fenoles totales	27
Capacidad antioxidante	27
Evaluaciones en los cascos de duraznos	28
Tasa respiratoria	28
Pérdida de peso	28
Color de pulpa	28
Firmeza	29
Sólidos solubles, acidez titulable y pH	29
Recuentos microbiológicos	29
Evaluación sensorial	29
Contenidos de fenoles totales	30
Capacidad antioxidante	30
Diseño de experimento y análisis estadísticos	30
II.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
Características de la materia prima	31
Experimento 1	32
Tasa respiratoria	32
Pérdida de peso	33
Color	34
Luminosidad	34
Tono	36
Saturación	36

Firmeza	38
Sólidos solubles, acidez titulable y pH	39
Microbiología	40
Recuentos de aerobios mesófilos	40
Recuentos de enterobacterias	41
Recuentos de psicrófilos	42
Recuentos de hongos y levaduras	42
Calidad sensorial	43
Apariencia	43
Pardeamiento	44
Sabor, jugosidad y firmeza	45
Contenido de fenoles totales	46
Capacidad antioxidante	48
Experimento 2	50
Tasa respiratoria	50
Color	51
Luminosidad	51
Tono	52
Saturación	53
Firmeza	54
Calidad sensorial	56
Apariencia	56
Pardeamiento	56
Vida útil del producto	58
II.5. CONCLUSIONES	59
II.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
CAPÍTULO III. Efectos de los tratamientos térmicos suaves en la calidad de la variedad de durazno ‘Pomona’ MPF.	68
RESUMEN	69
ABSTRACT	70
III.1. INTRODUCCIÓN	71

Hipótesis y objetivo	73
III.2. MATERIALES Y MÉTODOS	74
Lugar de trabajo	74
Materia prima	74
Caracterización de la fruta	74
Tratamientos	74
Procesado	74
Experimento 3	76
Experimento 4	76
III.3. EVALUACIONES Y ANÁLISIS	76
Evaluaciones en la materia prima	76
Evaluaciones en los cascotes de duraznos	76
Diseño de experimento y análisis estadísticos	76
III.4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	77
Características de la materia prima	77
Experimento 3	78
Tasa respiratoria	78
Pérdida de peso	80
Color	81
Luminosidad	81
Tono	82
Saturación	83
Firmeza	84
Sólidos solubles totales, acidez titulable y pH	85
Microbiología	85
Recuentos de aerobios mesófilos	85
Recuentos de enterobacterias	86
Recuentos de psicrófilos	86
Recuentos de hongos y levaduras	88
Calidad sensorial	89
Apariencia	89
Pardeamiento	90

Jugosidad, sabor y firmeza	91
Experimento 4	92
Tasa respiratoria	92
Color	93
Luminosidad	93
Tono	94
Saturación	95
Firmeza	96
Calidad sensorial	97
Apariencia	97
Pardeamiento	98
Vida útil del producto	99
III.5. CONCLUSIONES	100
III.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
ANEXOS	108
APÉNDICES	110

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO II

Cuadro 1. Tratamientos aplicados a la variedad de duraznos 'Ryan sun', momento, duración y temperatura de la inmersión en agua potable.

Cuadro 2. Pérdida de peso acumulada (%) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=5) ± EE.

Cuadro 3. Tono (H°) y saturación (C*) en los cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Cuadro 4. Recuentos de microorganismos psicrófilos, hongos y levaduras ($\log \text{ufc} \cdot \text{g}^{-1}$) en duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=3) ± EE.

Cuadro 5. Apariencia y pardeamiento en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=12) ± EE.

Cuadro 6. Actividad antioxidante (g de fruta $\cdot \text{mg}^{-1}$ de DPPH) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente, almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=3) ± EE.

Cuadro 7. Tono (H°) y saturación (C*) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Cuadro 8. Apariencia y pardeamiento en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=12) ± EE.

CAPÍTULO III

Cuadro 9. Tratamientos aplicados a la variedad de duraznos 'Pomona', momento, duración y temperatura de la inmersión en agua potable.

Cuadro 10. Pérdida de peso acumulada (%) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=5) ± EE.

Cuadro 11. Tono (H°) y saturación (C*) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Cuadro 12. Recuentos de microorganismos aerobios mesófilos, enterobacterias, psicrófilos, hongos y levaduras ($\log \text{ufc} \cdot \text{g}^{-1}$) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=3) ± EE.

Cuadro 13. Apariencia y pardeamiento en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=12) ± EE.

Cuadro 14. Tono (H°) y saturación (C*) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Cuadro 15. Apariencia y pardeamiento en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=12) ± EE.

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1. Procesamiento de la fruta entera para la obtención de cascos de duraznos 'Ryan sun' almacenados a 5°C durante 8 días, a) pesaje materia prima; b) Inmersión en agua a 5°C por 5 min; c) pelado; d) descaroado; e) cortado; f) inmersión en agua a 5°C por 1 min; g) escurrido; h) envasado.

Figura 2. Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) en duraznos enteros y cascos var. 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5 °C. Valores de media ($n=3$) \pm EE.

Figura 3. La luminosidad (L) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente, almacenados 8 días a 5°C. Valores de media ($n=33$) \pm EE.

Figura 4. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media ($n=33$) \pm EE.

Figura 5. Recuentos de microorganismos aerobios mesófilos (A) y enterobacterias (B) ($\log \text{ufc} \cdot \text{g}^{-1}$) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media ($n=3$) \pm EE.

Figura 6. Apariencia en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C.

Figura 7. Contenido de fenoles totales ($\text{mg EAG} \cdot 100^{-1} \text{g}^{-1}$ p.f.) en los cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media ($n=3$) \pm EE.

Figura 8. Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) en duraznos enteros y cascos var. 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media ($n=3$) \pm EE.

Figura 9. Luminosidad (L) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Figura 10. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Figura 11. Apariencia en los cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C.

CAPÍTULO III

Figura 12. Procesamiento de la fruta entera para la obtención de cascos de duraznos 'Pomona' almacenados a 5°C durante 6 días, a) pesaje materia prima; b) Inmersión en agua a 5 °C por 5 min; c) pelado; d) descaroado; e) cortado; f) inmersión en agua a 5°C por 1 min; g) escurrido; h) envasado.

Figura 13. Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) en duraznos enteros y cascos var. 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=3) ± EE.

Figura 14. Luminosidad (L) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Figura 15. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Figura 16. Apariencia en los cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C.

Figura 17. Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) en duraznos 'Pomona' enteros y cascos tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=3) ± EE.

Figura 18. Luminosidad (L) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) \pm EE.

Figura 19. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) \pm EE.

Figura 20. Apariencia en los cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C.

ABREVIACIONES

AM: Atmósfera modificada.

ANDEVA: Análisis de varianza.

AT: Acidez titulable.

°C: Grados Celsius.

C*: Saturación

CA: Capacidad antioxidante.

CO₂: Dióxido de carbono.

CFT: Contenido de fenoles totales

DPPH: 1,1-difenil-2-picrilhidrazil.

EAG: Equivalentes de ácido gálico.

EE: Error estándar

EEUU: Estados Unidos de América.

EMB: Eosin Methylene Blue.

Exp: Experimento

g: Gramos.

h: Hora.

H°: Tono

ha: Hectárea.

HR: Humedad relativa.

Kg-f: Kilogramos fuerza.

Kg: Kilogramos.

L: Luminosidad

Log ufc: Logaritmos de las unidades formadoras de colonias.

mg: Miligramos.

min: minutos.

MINSAL: Ministerio de Salud.

mL: miliLitro.

mm: Milímetros.

MPF: Mínimamente procesados en fresco.

O₂: Oxígeno.

PAL: Fenilalanina amonioliasa.

PCT: Proteínas de choque térmico

p.f.: peso fresco.

PG: Poligalacturonasa.

pH: Potencial de hidrógeno.

PME: Pectinmetilesterasa.

PPO: Polifenol oxidasa

PVC: Policloruro de vinilo

RAM: Recuento de bacterias aerobias mesófilas.

RSA: Reglamento sanitario de los alimentos.

s: Segundos

SST: Sólidos solubles totales.

ton: Toneladas

TR: Tasa respiratoria

TT(s): Tratamiento(s) térmico(s).

TTS: Tratamiento(s) térmico(s) suave(s).

CAPÍTULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

I.1. Situación actual de los duraznos en Chile.

En el país hay 267.491 ha plantadas con frutales de las cuales 13.925 ha son durazneros distribuidos entre la III y la IX Región. De este total un 76,7% corresponde a cultivares del tipo conservero y un 23,3% para consumo fresco (Bravo, 2011).

Los duraznos se clasifican según la tendencia al ablandamiento de la pulpa en dos tipos: 'fundente' con pulpa que se ablanda a temperatura ambiente, y un carozo que no se adhiere a la pulpa (prisco), su destino generalmente es consumo en fresco.

Los duraznos con destino agroindustrial (conserveros, etc.), normalmente tienen una pulpa 'no fundente', caracterizada por una baja o nula actividad de la poligalacturonasa (Peace *et al.*, 2005), y además cuentan con un carozo que está adherido a la pulpa y no se desprende fácilmente (pavía). El principal problema que afecta a las variedades actuales de duraznos para consumo fresco es su corta vida postcosecha, debido a cambios físicos y/o fisiológicos inducidos por la exposición a las bajas temperaturas de conservación, expresando síntomas denominados con el término 'daño por frío' (chilling injury). Dentro de éstos daños se encuentran el pardeamiento interno y la harinosidad, que disminuyen la calidad y limita el tiempo de almacenaje (Luchsinger y Walsh, 1997).

Otra problemática para su consumo fresco es su asociación con provocar alergias al momento de contacto con la piel produciendo urticarias o comezones en forma local. La alergia al durazno es producida por una proteína que se encuentra en la piel de este, llamada 'Pru p 3' perteneciente a la familia de proteínas de transferencia de lípidos. Este tipo de alergias no tienen ningún tratamiento salvo evitar el consumo o contacto con lo que las produce (Fernández-Rivas *et al.*, 2003).

Adicionalmente la disminución paulatina del volumen de las exportaciones de duraznos durante los últimos 4 años, que ha alcanzado una variación del -8,6% entre los años 2009-2010 (Bravo, 2011), inducen un escenario propicio para nuevas propuestas de comercialización de los duraznos, como lo es la industria de productos mínimamente procesados en fresco.

I.2. Generalidades de frutas mínimamente procesadas en fresco (MPF)

Definición. Los productos mínimamente procesados en fresco (MPF), precortados, listos para consumir ('ready to eat' o 'ready to use'), cuarta gama o 'fresh-cut', son frutas frescas preparadas para el consumo, es decir, llegan al punto de venta previamente seleccionadas, lavadas, peladas, cortadas, higienizadas, envasadas en atmósfera modificada (EAM) y comercializadas bajo cadena de frío. En la elaboración de frutas MPF se deben mantener las características originales de producto. Para ello, se debe minimizar la pérdida de calidad sensorial, nutritiva y microbiológica de la fruta durante su procesado y almacenamiento, de modo que su vida útil pueda ser lo suficientemente amplia para permitir un período de comercialización económicamente interesante (Brecht, 1995; Schlimme, 1995; Watada *et al.*, 1996). Así la fruta MPF es considerado como un alimento fresco, de alta calidad y valor nutritivo que puede ser preparado y consumido en un menor tiempo, utilizando un espacio mínimo y totalmente comestible (Artés, 2000).

Situación actual de los productos MPF. Existe una creciente demanda por productos hortofrutícolas MPF con una clara tendencia al consumo de alimentos más saludables (Artés *et al.*, 2007). Por otra parte, los consumidores deberían tener una mayor disposición a pagar más por productos con atributos diferenciados (Schilmme, 1995; Escalona *et al.*, 2003; Escalona *et al.*, 2007). Asimismo, hoy es conocida la falta de tiempo de las personas y la incorporación de la mujer al mundo laboral, obteniendo en consecuencia una demanda de alimentos que impliquen una menor dedicación en prepararlos (Artés, 2000).

En países desarrollados el consumo de fruta en esta modalidad está creciendo, aunque el uso de estos productos está menos expandido en comparación a las hortalizas. Dentro de las variedades de frutas MPF que se ofrecen en el mercado estadounidense (melón, sandía, uva, kiwi, naranja, etc.) destaca la manzana (Schlime, 1995; Ahvenainen, 1996; Berger, 2004).

Los productos MPF que se encuentran disponibles en los supermercados de Chile se han orientado de manera casi exclusiva a hortalizas, donde destacan la lechuga, el repollo, el apio y la zanahoria. Respecto a frutas se ha incursionado en algunas especies como la piña con poca propensión al pardeamiento y con un período de comercialización de un par de días (Berger, 2004).

El consumo real de fruta de la población chilena estimado en unos 166 g por persona al día, está muy por debajo del mínimo establecido en el régimen alimentario de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003; Zacarías, 2007). Este organismo establece la ingesta de 5 porciones de frutas y hortalizas, aproximadamente 400 g al día, como mínimo ideal para reducir el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles. Es por ello que en Chile, a partir del año 2006 se fundó la corporación '5 al día' constituida por el sector comercial, académico y gubernamental para incentivar el consumo de frutas y hortalizas bajo el argumento de promover una mejor salud. Bajo esta línea, la fruta MPF ofrece una serie de ventajas para contribuir al aumento del consumo (Zacarías, 2007; MINAGRI e INTA, 2008).

Calidad de frutas y hortalizas MPF. Durante la postcosecha, los principales factores que afectan los parámetros de calidad son: la temperatura, la composición de la atmósfera (controlada / modificada), la humedad relativa, los microorganismos, cambios bioquímicos y fisiológicos del tejido (Watada *et al.*, 1996). Otros factores que afectan la calidad de estos productos debido a que influyen en la repuesta y/o susceptibilidad del tejido al daño son: la especie y variedad, estado de madurez, tipos de corte y los tratamientos de conservación (Brecht, 1995).

El grado de procesamiento (número de cortes/área) y la calidad de los equipos utilizados (cuchillas afiladas, tipos de cintas transportadoras, secadoras, etc.) tienen un efecto directo sobre el daño ocasionado a los tejidos (Cantwell y Suslow, 2002).

Una elevada respiración puede ocasionar una mayor pérdida de ácidos, azúcares y otros compuestos que determinan el sabor y la calidad nutritiva de los productos (Escalona *et al.*, 2006).

El alimento debe ser inocuo, y por ende, poseer recuentos totales aptos para el consumo, ya que numerosos microorganismos se han encontrado en estos productos MPF incluyendo la microflora mesófila, las bacterias ácido lácticas, las coliformes, los hongos y las levaduras (Abadías *et al.*, 2008).

Además, debe contener un alto valor nutricional. Existe evidencia considerable del rol de los compuestos antioxidantes de las frutas en mantener la salud y en la prevención de enfermedades. Los componentes con mayor actividad antioxidante en alimentos vegetales son los polifenoles, carotenoides, vitamina C y E (Dalla *et al.*, 2007).

Fisiología de los productos MPF. El comportamiento de los tejidos de los productos MPF es generalmente, el típico que se observa en tejidos de plantas que han sido dañadas, heridas o expuestas bajo condiciones de estrés. A causa de las heridas que sufren estos órganos vegetales durante las operaciones de procesado su vida útil, a menudo, disminuye drásticamente. La degradación de la membrana lipídica tras el corte provoca la pérdida de integridad celular, esta ruptura de compartimientos pone en contacto enzimas y sus substratos generando reacciones bioquímicas asociadas a cambios de color (incluyendo el pardeamiento), sabor, textura, calidad nutricional (contenido de azúcares, ácidos y vitaminas), pérdida de agua, entre otros, que deterioran el producto MPF rápidamente (Brecht, 1995).

La senescencia y el deterioro del tejido vegetal son aceleradas a causa del incremento en la actividad respiratoria y la emisión de etileno (Brecht, 1995; Schlimme, 1995). Este efecto en ocasiones ocurre pocos minutos después del corte, pero habitualmente comienza después de 1 h, alcanzando el máximo dentro de las 6 a 12 h siguientes promoviendo la maduración climatérica de los frutos (Brecht, 1995). En manzanas 'Fuji' cortados en cascos se obtuvo un aumento de la tasa respiratoria de 3 a 4 veces en comparación con el fruto entero (Paredes, 2010).

Principales alteraciones en los productos MPF. Los problemas más importantes que deben controlarse para prolongar la vida de frutas MPF son: el desarrollo de coloraciones oscuras no deseadas y el ablandamiento de la pulpa debido a que el tejido vegetal está vivo y continúa respirando mediante una gran cantidad de reacciones bioquímicas que interactúan entre sí (Toivonen y Brummell, 2008).

El ablandamiento. El ablandamiento o pérdida de firmeza de las frutas es una consecuencia de cambios en la estructura química de los polisacáridos de la pared celular que conlleva a variaciones de las propiedades físicas y mecánicas de los tejidos. Tras el corte en frutas MPF, la pérdida de integridad celular, las rupturas en la membrana y en la pared, la pérdida de agua, la reducción del volumen celular y el incremento de la actividad enzimática (PG, PME, celulasas, hemicelulasas) relacionada con la senescencia, son los principales responsables que producen los cambios en los componentes de la pared celular (Toivonen y Brummell, 2008). El desensamblaje de la pared celular es regulado por múltiples factores, incluyendo factores del desarrollo, medio ambiente, regulación hormonal y genes que codifican proteínas que modifican la pared celular, los cuales proveen la base de los cambios dinámicos en su estructura que dan lugar a cambios en la forma o tamaño de la célula y en la separación celular (Bennett y Labavitch, 2008).

Las pectinas insolubles son los principales componentes de la pared celular y responsables de los cambios de la firmeza en frutas MPF. Algunos de los cambios que

ocurren en las células durante la senescencia son la transformación de protopectinas insolubles a pectinas solubles (solubilización), la disminución de la cristalización de la celulosa y del ácido galacturónico, del grosor y el plegamiento de la pared celular. La poligalacturonasa (PG) y la β -galactosidasa incrementan su actividad en papayas MPF (Karakurt y Huber, 2003) hidrolizando los compuestos pécticos acelerando el desensamblaje y la solubilización de los polisacáridos e incrementando el ablandamiento (Toivonen y Brummell, 2008).

El pardeamiento enzimático. Los pigmentos de color pardo aparecen en el corte de las frutas tras la ruptura celular como resultado de la interacción bajo presencia de O_2 entre los sustratos fenólicos, y las enzimas oxidativas de los polifenoles, como la polifenoloxidasas (PPO) y las peroxidases (POD). El pardeamiento enzimático catalizado por la PPO consiste dos reacciones, la primera de hidroxilación de monofenoles a o-difenoles y la segunda reacción es la oxidación de o-difenoles a o-quinonas, moléculas muy reactivas que condensan rápidamente combinándose con otros grupos amino o sulfidrilo de las proteínas y con azúcares reductores (polimerización), dando lugar a polímeros pardos, rojizos o negros, de alto peso molecular y estructura desconocida (Artés *et al.*, 1998; Brecht, 1995; Toivonen y Brummell, 2008). La intensidad o velocidad del pardeamiento depende principalmente de la actividad oxidativa relativa de la enzima, la concentración de sustrato y del oxígeno molecular (O_2) junto con apropiadas condiciones de pH, temperatura y actividad de agua (Escalona y Luchsinger, 2008). Además de un gran número de factores de precosecha y postcosecha, como la variedad, el estado de madurez al corte, las condiciones de procesamiento y almacenamiento en AM (Artés *et al.*, 1998; Toivonen y Brummell, 2008).

Los compuestos fenólicos están localizados en un 97% en la vacuola. La enzima PPO se localiza en organelos celulares, concretamente en cloroplastos y mitocondrias. Se puede encontrar de dos formas distintas: unida a membranas, como a la membrana tilacoidal de los cloroplastos, o bien, en forma soluble (Pérez, 2003; Toivonen y Brummell, 2008). La proporción de fracción soluble de PPO aumenta durante la

maduración del fruto (Pérez, 2003). La composición fenólica en las frutas está determinada por características genéticas, condiciones ambientales y estado de madurez. El estrés y el daño mecánico, así como la presencia de etileno, estimulan el metabolismo de compuestos fenólicos en el tejido vegetal (Pérez, 2003).

I.3. Tecnologías aplicadas para conservar frutas MPF.

Métodos químicos y físicos tradicionales. Los tratamientos más comunes para el control del pardeamiento y el ablandamiento incluyen bajas temperaturas de almacenamiento, el uso de aditivos químicos y el EAM. El control químico del pardeamiento consiste en emplear inhibidores químicos que actúen sobre la enzima o el sustrato. Por ejemplo, en dados de manzana el ácido ascórbico mantuvo el color, ya que 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. Mientras que, el control del ablandamiento normalmente se hace adicionando calcio, debido a que la estabilización de la membrana celular y la formación de pectatos de calcio incrementan la rigidez de la lamela media, de la pared celular y retardan la actividad de la enzima PG (Rico *et al.*, 2007).

Nuevas tendencias. Existe un creciente interés en el uso de tratamientos físicos alternativos a los químicos para mantengan la calidad y el valor nutritivo de las frutas MPF. Los tratamientos alternativos que podrían sustituir las aplicaciones de sustancias químicas son las AM, los recubrimientos comestibles, la irradiación gamma, la luz ultravioleta y los tratamientos térmicos suaves (TTS) (García y Barrett, 2002).

Aplicación de tratamientos térmicos suaves para extender la vida de los productos MPF. El uso de los TTS en una serie de productos hortofrutícolas ha demostrado ser efectivo en retrasar la maduración (Lurie, 1998; Koukounaras *et al.*, 2008), en reducir el daño por frío (Wang *et al.*, 2006) y controlar plagas (Ferguson *et al.*,

2000; Fallik, 2004). Se informó recientemente que los tratamientos de calor antes del corte podría ser utilizado para incrementar la vida útil de los productos MPF, principalmente reduciendo el ablandamiento y pardeamiento enzimático (Paull y Chen, 2000; Lamikanra y Watson, 2007). Los TTs suaves se definen como la aplicación o exposición a cierta temperatura (entre 32-90°C) por un tiempo determinado que tenga un efecto subletal y reversible en el tejido vegetal, lo suficientemente necesario para provocar los cambios deseados sobre el metabolismo del tejido (Lurie *et al.*, 1998; Lara *et al.*, 2009). En kiwis MPF combinado con AM los TTS (agua a 45°C por 55 min) aplicados sobre los frutos enteros preservaron 2 días más el color y la firmeza comparados con los no tratados (Beirao-da-Costa *et al.*, 2006). En duraznos MPF bajo AM (agua a 40°C por 50-120 min) se observó una mejora en la firmeza en los cascos sometidos al calor (Steiner *et al.*, 2006). En melón MPF, el TTS (agua a 60°C por 60 min) reduce la respiración y la pérdida de humedad durante el almacenamiento de la fruta cortada, asimismo, redujo la carga de microorganismos durante los primeros días de almacenamiento. En cuanto a la calidad sensorial de melón MPF, el tratamiento de calor aumentó la intensidad de los atributos deseables, tales como el afrutado a melón, sabores dulces aromáticos, y la reducción de los sabores indeseables, tales como mohoso, agrio, amargo, químicos y fermentados (Lamikanra y Watson, 2007).

Muchas son las hipótesis para explicar el estrés térmico en las frutas enteras. La mayoría de los conceptos y evidencias experimentales involucran la desnaturalización de proteínas, interrupción y trastornos en la síntesis de proteínas y en la pérdida de la integridad de la membrana. La desnaturalización de proteínas ocurre a temperaturas letales, siendo un proceso no reversible, mientras que temperaturas menores a las letales podrían producir inactivaciones reversibles y/o temporales sobre los pases de la transcripción y traducción en la síntesis de proteínas (Lurie *et al.*, 1996). La respuesta a la temperatura depende de muchos factores, incluyendo la especie, variedad, tiempo de exposición, estado de madurez, intensidad, etc. e interfiere en una gran cantidad de mecanismos. Así, los cambios en la maduración de los frutos durante y después de los tratamientos de calor pueden ser divididos generalmente en dos tipos. El primer tipo de

respuesta es la respuesta normal al estrés celular que lleva a la modificación de la sensibilidad al frío, retarda o disminuye la maduración y algunas suaves modificaciones en la calidad. El segundo tipo de respuesta ocurre cuando el estrés excede el umbral y la habilidad de recuperarse se pierde. Esta complejidad ha llevado a algunas dificultades en la interpretación de las investigaciones. La necesidad es determinar el transcurso de los cambios fisiológicos que son posiblemente reversibles, y que determinen a su vez cuando el trastorno celular excede la habilidad celular para repararse y recuperarse (Paull y Chen, 2000).

I.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS, CAPÍTULO I:

ABADÍAS, M.; USALL, J.; ANGUERA, M.; SOLSONA, C. and VIÑAS, I. 2008. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology* 123: 121–129.

AHVENAINEN, R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends in Food Science & Technology* 7: 179-187.

ARTÉS, F.; CASTAÑER, M. and GIL, M. 1998. El pardeamiento enzimático en frutas y hortalizas mínimamente procesadas. *Food Science and Technology International* 4: 377-389.

ARTÉS, F. 2000. Productos vegetales procesados en fresco. Pp 127-141. En: Lamúa, M. (Ed), *Aplicación del frío a los alimentos*. Mundi-Prensa. Madrid, España.

ARTÉS, F.; GÓMEZ, P.; ARTÉS-HERNÁNDEZ, F.; AGUAYO, E. and ESCALONA, V.H. 2007. Improved strategies for keeping overall quality of fresh-cut produce. Pp 245 – 258. In: Kanlayanarat, S., Toivonen, P.M.A., Gross, K.C. (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Quality Management of Fresh Cut Produce. QMFCP 2007*. Acta Horticulturae 746. Bangkok, Thailand, 6-8 Agosto.

BEIRAÖ-DA-COSTA, S.; STEINER, A.; CORREIA, L.; EMPIS J. and MOLDAÖ-MARTINS, M. 2006. Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit. *Journal of Food Engineering* 76: 616–625.

BENNETT, A. and LABAVITCH, J. 2008. Ethylene and ripening-regulated expression and function of fruit cell wall modifying proteins. *Plant Science* 175: 130–136.

BERGER, H. 2004. Situación comercial, técnica y de innovación de los productos mínimamente procesados en el Gran Santiago, Chile. Pp 1-6. En: Simposium "Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados en Iberoamérica". San José, Costa Rica. Abril 28-30, 2004. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

BRAVO, J. 2011. Mercado de la fruta fresca 2010. Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA). Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. 15p.

BRECHT, J. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. Hortscience 301: 8–22.

CANTWELL, M. and SUSLOW, M. 2002. Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. Pp 445-463. In: Kader, A.A. (Ed), Postharvest technology of horticultural crops. Third edition. Pub 3311. University of California, United States.

DALLA, A.; MIGNANI, I.; SPINARDI, A.; GALVANO, F. and CIAPPELLANO, S. 2007. The antioxidant profile of three different peaches cultivars (*Prunus persica*) and their short-term effect on antioxidant status in human. European Food Research Technology 225: 167–172.

ESCALONA, V.H.; AGUAYO, E. and ARTÉS, F. 2003. Quality and physiological changes of fresh-cut kohlrabi. Hortscience 38: 1148-1152.

ESCALONA, V.H.; AGUAYO, E. and ARTÉS, F. 2006. Quality changes of intact and sliced fennel stored under different atmospheres. Postharvest Biology and Technology 41: 307–316.

ESCALONA, V.; GEYSEN, S.; VERLINDEN, B. and NICOLAI, B. 2007. Microbial Quality and browning of fresh-cut Butter lettuce under superatmospheric oxygen condition. European Journal Hortscience 72: 130–137.

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

FALLIK, E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharvest Biology and Technology* 32: 125–134.

FERGUSON, I.; BEN-YEHOSHUA, S.; MITCHAM, E.; MCDONALD, R. and LURIE, S. 2000. Postharvest heat treatments: introduction and workshop summary. *Postharvest Biology and Technology* 21: 1–6.

FERNÁNDEZ-RIVAS, M.; GONZALÉZ-MANCEBO, E.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, R.; SALCEDO, G.; BENITO, C.; ALONSO, M.; TEJEDOR, M.; SÁNCHEZ-MONGE, R.; ROSADO, A.; VILA, C. and CASAS, M. 2003. Clinically relevant peach allergy is related to peach lipid transfer protein, Pru p 3, in the Spanish population. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 112: 789-795.

GARCIA, E. and BARRETT, D. 2002. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. Pp 267–303. In: Lamikanra, O. (Ed.), *Fresh-Cut Fruits and Vegetables. Science, Technology and Market*. CRC Press. 467p.

KARAKURT, Y. and HUBER, D. 2003. Activities of several membrane and cell-wall hydrolases, ethylene biosynthetic enzymes, and cell wall polyuronide degradation during low-temperature storage of intact and fresh-cut papaya (*Carica papaya*) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 28: 219–229.

KOUKOUNARAS, A.; DIAMANTIDIS, G. and SFAKIOTAKIS, E. 2008. The effect of heat treatment on quality retention of fresh-cut peach. *Postharvest Biology and Technology* 48: 30-36.

LARA, M.; BORSANI J.; BUDDE, C.; LAUXMANN, M.; LOMBARDO, V.; MURRAY, R.; ANDREO, C. and DRINCOVICH, M. 2009. Biochemical and proteomic analysis of

'Dixiland' peach fruit (*Prunus persica*) upon heat treatment. *Journal of Experimental Botany* 60: 4315-4333.

LAMIKANRA, O. and WATSON, M. 2007. Mild heat and calcium treatment effects on fresh-cut cantaloupe melon during storage. *Food Chemistry* 102: 1383–1388.

LUCHSINGER, L. y WALSH, C. 1997. Problemática de la exportación de duraznos, nectarines y ciruelas. II parte: Desórdenes fisiológicos. *Aconex* 56: 27-32.

LURIE, S.; HANDROS, A.; FALLEK, E. and SHAPIRA, R. 1996. Reversible inhibition of tomato fruit gene expression at high temperature. *Plant Physiology* 110: 1207-1214.

LURIE, S. 1998. Review Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology* 14: 257–269.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAGRI) e INSTITUTO DE NUTRICIÓN Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS (INTA), 2008. Contribución de la política agraria al consumo de frutas y verduras en Chile: un compromiso con la nutrición y la salud de la población. Santiago, Chile. 164p.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2003. Fruit and vegetable promotion initiative a meeting report /25-27/08/03. 30 p. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/index1.html>. Leído el: 03 de enero de 2009.

PAULL, R. and CHEN, N. 2000. Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology* 21:21-37.

PAREDES, C. 2010. Conservación de manzanas (*Malus domestica Borkh.*) variedad 'Fuji' mínimamente procesadas. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 49 p.

PEACE, C.; CRISOSTO, C. and GRADZIEL, T. 2005. Endopolygalacturonase: a candidate gene for freestone and melting flesh in peach. *Molecular Breeding* 16: 21–31.

PÉREZ, L. 2003. Aplicación de métodos combinados para el control del desarrollo del pardeamiento enzimático en pera (var. Blanquilla) mínimamente procesada. Tesis doctoral. Universidad de Lleida, España. 256 p.

RICO, D.; MARTÍN-DIANA, A.; FRÍAS, J.; BARAT J.; HENEHAN, G. and BARRY-RYAN, C. 2007. Improvement in texture using calcium lactate and heat-shock treatments for stored ready-to-eat carrots. *Journal of Food Engineering* 79: 1196–1206.

SCHLIMME, D. 1995. Marketing lightly processed fruits and vegetables. *HortScience* 30: 15-17.

SPEISKY, H. 2008. Frutas y verduras como fuentes de antioxidantes naturales: su importancia para la salud humana. Pp 45-60. *In: IV Congreso Panamericano de Promoción del Consumo de frutas y verduras*. Santiago, Chile. Agosto 27-30, 2008. Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA). Santiago, Chile.

STEINER, A.; ABREU, M.; CORREIA, L.; BEIRAO-DA-COSTA, S.; LEITAO, E.; BEIRAO DA- COSTA, M.; EMPIS, J. and MOLDAO-MARTINS, M. 2006. Metabolic response to combined mild heat pre-treatments and modified atmosphere packaging on fresh-cut peach. *European Food Research and Technology* 22: 217–222.

TOIVONEN, P. and BRUMMELL, D. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 48: 1–14.

WANG, L.; CHEN, S.; KONG, W.; LI, S. and ARCHBOLD, D. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock

proteins of peaches during cold storage. *Postharvest Biology and Technology* 41: 244–251.

WATADA, A.; KO, N. and MINOTT, D. 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biology and Technology* 9: 115-125.

ZACARÍAS, I. 2007. Programa '5 al día' en Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile. 20 p. Disponible en: <http://www.5aldiachile.cl/memorias/MEMORIA%202004-2007.pdf>. Leído el: 28 de Abril de 2011.

CAPÍTULO II

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN LA CALIDAD DE LA VARIEDAD DE DURAZNO 'Ryan sun', MÍNIMAMENTE PROCESADA EN FRESCO

RESUMEN

Los consumidores requieren frutas MPF con buena apariencia, saludables y frescos, sin el uso de tratamientos químicos. Por esta razón, es interesante el uso de tratamientos alternativos amigables con el medio ambiente para prolongar la vida útil de duraznos MPF. En el presente estudio se evaluó el efecto de tratamientos térmicos suaves en la calidad de cascos de duraznos 'Ryan sun'. Se utilizaron tratamientos térmicos mediante la inmersión en agua a 50°C, con diferentes combinaciones entre el momento de aplicación y la duración. La acidez titulable, el pH, la pérdida de peso (%), los recuentos de bacterias aerobias mesófilas, enterobacterias, hongos y levaduras, y los parámetros sensoriales de firmeza, jugosidad y sabor no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Todos los tratamientos mostraron una disminución en el contenido fenólico y un aumento de la capacidad antioxidante, especialmente en los cascos tratados térmicamente. Los tratamientos térmicos menos adecuados para mantener la calidad de los cascos de duraznos en esta variedad fueron los tratamientos aplicados sobre los 20 min de duración en fruta intacta antes de procesar e inmersiones aplicadas por 0,5 min en los cascos después de cortados. El tratamiento térmico más efectivo en mantener la calidad en los cascos de duraznos fue de 15 min a 50°C aplicado en el fruto intacto, donde se observó una disminución en la tasa respiratoria, en los recuentos de microorganismos psicrófilos, un retardo en el ablandamiento, el pardeamiento y en la pérdida de la apariencia visual.

PALABRAS CLAVES: Duraznos, tratamientos térmicos suaves, procesado mínimo.

ABSTRACT

Consumers require fruits with good appearance, healthy and fresh, without the use of chemical treatments. For that reason, the use of friendly environmental alternatives is interesting to extend shelf-life of fresh-cut peaches. In the present study the effect of mild heat treatments (MHT) on 'Ryan sun' peach slices quality stored for 8 days at 5°C was evaluated. MHT were applied by immersion in water at 50°C in different combinations between time of application (before or after processing) and treatment length (minutes). The titratable acidity, pH, weight lost (%), aerobic mesophilic bacterias, enterobacteriaceae, yeast and molds counts and sensorial parameters as firmness, juiciness and flavor did not show significant differences among treatments. Furthermore, all treatments showed a decrease of total phenols, while antioxidant capability was increased, specially in treated slices. Treatments over 20 min in whole fruit (before processing) and immersion applied for 0,5 min after cutting are not adequate for maintain quality in this variety. The most effective treatment to mantain quality on fresh-cut peaches was at 50°C for 15 min applied in whole fruit. Results showed significant decrease in respiration rate, psychrotrophic count, softening, browning and visual appereance losses.

KEY WORDS: Peaches, mild heat treatments, minimally processing

II.1. INTRODUCCIÓN

Existen factores que influyen directamente en la calidad de la fruta MPF (Aguayo, 2003), como por ejemplo, la materia prima utilizada, las operaciones unitarias que se realizan durante el procesado, la manipulación en postcosecha, las condiciones fitosanitarias del procesamiento, el almacenamiento y la distribución del producto (Brecht, 1995; Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003; Berger, 2004; Allende *et al.*, 2006). A causa de las heridas que sufren estos órganos vegetales durante las operaciones del proceso su vida útil disminuye drásticamente. Los tratamientos más recurrentes para aumentar la vida útil de los productos MPF incluyen bajas temperaturas de almacenamiento, aditivos químicos y envasado en atmósfera modificada (AM). En general, los tratamientos químicos tienen resultados efectivos, pero los consumidores prefieren productos que mantengan las características de su frescura sin el uso de químicos (Ahvenainen, 1996; Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003). Existe una creciente inclinación al uso de tratamientos físicos alternativos a los químicos para mantener la calidad de las frutas MPF, dentro de los cuales se encuentran las atmósferas modificadas (AM), los cubrimientos comestibles, la irradiación y los ‘tratamientos suaves de calor’ (TTS), entre otros (Rico *et al.*, 2007a).

Los TTs suaves en frutos enteros han sido utilizados a menudo en prácticas comerciales para extender su vida postcosecha, con el fin de reducir el deterioro, asegurar una tolerancia al daño por frío, retardar la maduración y erradicar insectos logrando así mantener su calidad por un mayor período de tiempo (Lurie, 1998).

La pérdida de integridad celular tras el corte en fruta MPF provoca la ruptura de compartimientos poniendo en contacto las enzimas y sus substratos. Esto genera el desarrollo de pardeamiento y la formación de metabolitos secundarios no deseados. Además, la senescencia se acelera debido al incremento de la tasa respiratoria y la emisión de etileno debido al corte (Barry-Ryan *et al.*, 2000; Cantwell y Suslow, 2002). Someter trozos de pera ‘Rocha’ a baños de agua calentada entre 35-45°C por

40-150 min fue efectivo en reducir el pardeamiento en la superficie de corte, ya que disminuyó la actividad de la enzima polifenoloxidasas (PPO), y en conservar o incrementar la firmeza de pulpa (Abreu *et al.*, 2003). La aplicación de inmersiones en agua a 45°C (previo al procesamiento) en kiwis MPF durante un tiempo de 25 min mantuvo la firmeza, y afectó marginalmente el color (Beiraö-da-Costa *et al.*, 2006). Los autores Vicente *et al.* (2006) indican que en frutillas el metabolismo oxidativo en la postcosecha fue profundamente modificado por la aplicación de aire a 45°C durante 3 h, incrementando los mecanismos de protección enzimáticos y no enzimáticos contra las especies reactivas de oxígeno, las cuales son conocidas por aumentar su concentración durante la maduración de los frutos y ante el ataque de microorganismos.

Adicionalmente, en el proceso de maduración de la fruta la inmersión en agua caliente fue efectiva en retardar el ablandamiento de bananas (50°C por 45 min), papayas (47,5°C por 60 min) y duraznos (40°C por 40 min) a inicios de madurez fisiológica (Paull y Chen, 2000), ya que interrumpen la degradación de la pared celular, reduciendo la actividad de enzimas relacionadas con el metabolismo de degradación de la hemicelulosa (endoglucanasa y β -xylosidasa), de las pectinas (poligalacturonasa y β -galactosidasa), mientras que incrementa la actividad de la pectinmetilesterasa (Vicente *et al.*, 2005). Además, cuando duraznos 'Royal Glory' y nectarines 'Caldesi 2000' previamente sumergidos en agua caliente a 46°C por 25 min volvieron a la temperatura ambiente, la respiración fue más baja que la fruta no sometida al calor (Malakou y Nanos, 2005). De este tratamiento se obtuvo como resultado un incremento en la vida postcosecha de los duraznos, disminuyendo el ablandamiento y pardeamiento de la pulpa (Zhou *et al.*, 2002; Budde *et al.*, 2006; Malakou y Nanos, 2005; Koukounaras *et al.*, 2008).

La aplicación de aire a 45°C por 3 h no fue perjudicial en frutillas, pero causó un estrés moderado que movilizó las respuestas de antioxidantes. Las defensas antioxidantes de esta fruta tales como el contenido de ácido ascórbico se mantuvo y la capacidad aumentó, luego de 1 semana a 0°C. Las principales diferencias entre el testigo y la fruta

tratada no se observaron inmediatamente, sino tras 7 días de almacenaje, probablemente ocurrió cuando la fruta se expuso a estreses secundarios (Vicente *et al.*, 2006). Koukounaras *et al.* (2008) observaron que en duraznos MPF las variedades 'Spring Belle', 'Flavor Crest' y 'Fayette' sometidas a inmersión en agua caliente a 50°C por 10 min 4h antes del procesamiento, tuvieron una reducción insignificante en el contenido de ácido ascórbico, fenoles totales y la capacidad antioxidante después de 6 días en AM (aprox. CO₂: ±3%) a 5°C.

En la maduración, la fruta es altamente susceptible a la infección de microorganismos haciéndose necesario algún medio de control. Las inmersiones en agua con elevada temperatura se utilizan como un método alternativo para el control del desarrollo de hongos y del daño por frío, la fruta requiere al menos una inmersión en agua a 46°C por 90 min (Lurie, 1998). En frutillas, inmediatamente después del tratamiento con agua a 45°C por 3 h, obtuvieron una reducción en la carga de bacterias aerobias mesófilas en comparación a las no tratadas. Esta reducción del recuento de bacterias podría ser debido a un directo efecto de la temperatura en la viabilidad de las bacterias. Los recuentos de hongos no fueron significativamente afectados por el tratamiento térmico (TT) (Vicente *et al.*, 2002).

Kotak *et al.* (2007) postulan que los cambios producidos por este estrés térmico son la respuesta de un complejo fenómeno en plantas que envuelve múltiples señales moleculares y vías metabólicas que gatillan otras respuestas fisiológicas involucradas en esta tolerancia a los choques térmicos como la interacción entre especies reactivas de oxígeno (ROS), antioxidantes, ácido abscísico y factores de inducción y transcripción en la expresión de genes (Porat *et al.*, 2002; Larkindale *et al.*, 2005). Según Schöffl *et al.* (1998), los cambios en el interior de la célula y la respuesta característica de los tejidos de las plantas expuestas a altas temperaturas provocan el incremento de la síntesis y acumulación de proteínas de choque térmico, conocidas como 'Proteínas de choque térmico' (PCT). Estas proteínas poseen un amplio rango de pesos moleculares, obteniendo así variados efectos que dependen de la intensidad, duración, tiempo de

aplicación del tratamiento térmico, tipo de tejido vegetal (Koukounaras *et al.*, 2008) y las características propias de la variedad (Zhou *et al.*, 2002).

Con el propósito de maximizar el beneficio del efecto térmico en duraznos MPF es necesario conocer el momento de aplicación (antes o después del proceso) y la duración del tratamiento con agua caliente, más adecuado para cada variedad (Koukounaras *et al.*, 2008).

En este trabajo se evaluó la calidad de cascos de duraznos 'Ryan sun' sometidos a una combinación entre diferentes tiempos de inmersión en agua a 50°C en distintos momentos del proceso, bajo almacenaje refrigerado (5°C y 90% HR).

HIPÓTESIS

La aplicación de tratamientos térmicos suaves, mediante inmersión en agua a 50°C mantienen los atributos físicos, microbiológicos, bioactivos y las características organolépticas de calidad en cascos de duraznos 'Ryan sun'.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de los diferentes tratamientos térmicos a base de la inmersión de agua a 50°C, en dos momentos de aplicación (en la fruta entera previo al procesamiento o en los cascos de duraznos) y distintos tiempos de duración, sobre la calidad de cascos de duraznos 'Ryan sun'.

II.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de trabajo. La parte experimental se realizó en el laboratorio del Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC). La evaluación sensorial se llevó a cabo en el laboratorio de Calidad de la Fruta. Los análisis microbiológicos, fenoles totales y capacidad antioxidante se realizaron en laboratorios del Departamento de Agroindustria y Enología. Estos laboratorios son parte de las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materia prima. Se utilizó la variedad de durazno de pulpa fundente 'Ryan sun'. Se seleccionaron frutos de un huerto experimental perteneciente a la empresa Univiveros, ubicada en la Comuna de Paine, Región Metropolitana (33° 48' Latitud sur y 70° 40' longitud oeste). Estos frutos presentaron ausencia de defectos y daños visuales. Los frutos se cosecharon con un color de cubrimiento mayor o igual a 80% y una firmeza aproximada a la de consumo entre 3-4 kg-f. La fecha de cosecha fue el 17 de febrero de 2009.

Caracterización de la fruta. Previo al procesamiento, se realizó una caracterización de la fruta en 24 frutos representativos, a los cuales se les evaluó: el peso, el color de fondo, el color de cubrimiento y de pulpa, los sólidos solubles totales (%) y la firmeza en los hombros, el ecuador, la sutura y en las puntas.

Tratamientos. Se realizaron dos experimentos de 5 tratamientos cada uno. Los tratamientos térmicos consistieron en una combinación de dos diferentes momentos de aplicación (fruta intacta previo al procesamiento o directamente a los cascos) y tiempos de inmersión en agua a 50°C, el detalle de los tratamientos por experimento se describe en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados a la variedad de duraznos ‘Ryan sun’, momento, duración y temperatura de la inmersión en agua potable.

Experimento 1^(y) (almacenamiento: 8 días a 5°C)		
Temp. Agua (°C)	Momento aplicación TT^(z)	Tiempo inmersión (min)
5 (Testigo)	Fruto intacto	6
50	Fruto intacto	6
50	Fruto intacto	15
50	Fruto intacto	30
50	Cascos	0,5
Experimento 2^(x) (almacenamiento: 6 días a 5°C)		
Temp. Agua (°C)	Momento aplicación TT	Tiempo inmersión (min)
5 (Testigo)	Fruto intacto	10
50	Fruto intacto	10
50	Fruto intacto	15
50	Fruto intacto	20
50	Fruto intacto	25

(z) TT: Tratamiento térmico

(y) La materia prima fue almacenada en una cámara a 0°C por 1 día antes del procesamiento

(x) La materia prima fue almacenada en una cámara a 0°C por 9 días antes del procesamiento

Procesado. Una vez cosechados los frutos se almacenaron en una cámara (0°C; 90%HR) hasta su procesamiento (un día de almacenamiento para el experimento 1 y 9 días para el experimento 2). Desde la cámara de almacenamiento se llevaron a la sala de manipulación y acondicionamiento donde se trabajó a una temperatura de 8°C (Figura 1). Los frutos fueron sometidos a: pelado con cuchillos de filo liso, inmersión en hipoclorito de sodio ($200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 5 min a 5°C), cortado longitudinalmente en cascos (10 cascos por fruto, aproximadamente 20 g), lavado en hipoclorito de sodio ($100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 1 min a 5°C y pH= 7), enjuague en agua potable (5°C por 5 min), escurrido (sobre mallas plásticas por 5 min), envasado (tarrinas plásticas de polietileno de 500 cc, tapadas con una película de PVC tratando de obtener una atmósfera de aire con alta humedad relativa). La aplicación del tratamiento térmico donde corresponda, se describen en el **APÉNDICE I.**



Figura 1. Procesamiento de la fruta entera para la obtención de cascos de duraznos 'Ryan sun' almacenados a 5°C durante 8 días, a) pesaje materia prima; b) Inmersión en agua a 5°C por 5 min; c) pelado; d) descarozado; e) cortado; f) inmersión en agua a 5°C por 1 min; g) escurrido; h) envasado.

Experimento 1. Durante el primer experimento se realizaron las determinaciones señaladas en la sección (página 26) los días 1, 4, 6 y 8 de un almacenamiento a 5°C y 90% HR. Las determinaciones del contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante realizaron hasta el día 6.

Experimento 2. Se realizaron las siguientes determinaciones: firmeza, color, tasa respiratoria, apariencia y pardeamiento, durante los días 1, 4 y 6 de un almacenamiento a 5°C y a 90% HR.

II.3. EVALUACIONES Y ANÁLISIS

Determinaciones en la materia prima

Peso: se determinó en cada fruto mediante una balanza electrónica de precisión de dos decimales de precisión (Modelo RS-232C). Los resultados se expresaron en gramos.

Tamaño: se midió mediante el diámetro del fruto, con un pie de metro digital (Bull Tools, China) en la zona ecuatorial y polar de los duraznos enteros. Los resultados se expresaron en milímetros.

Color de cubrimiento, fondo y pulpa: se realizó con un colorímetro portátil tri-estímulo Minolta modelo CR-300, con un ángulo de observador de 0° , iluminante D_{65} y calibrado con el estándar de color blanco ($y: 92,6$; $x: 0,3161$; $z: 0,3325$), utilizando el sistema $CieLa^*b^*$. Las mediciones se tomaron en ambas caras opuestas del fruto en la zona del ecuador (el color de la pulpa se determinó previa remoción de la epidermis). El color se expresó en valores de luminosidad (L), tono (H°) y saturación (C^*), donde $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ y $H^\circ = \arctan^{-1}(b^*/a^*)$.

Firmeza: se evaluó con un penetrómetro motorizado, Fruit Texture Analyzer (FTA) (TR, Forli, Italia). Las mediciones se realizaron previa remoción de la piel sobre la zona del ecuador, hombros, punta y sutura a una profundidad de 10 mm (el diámetro del émbolo fue de 7,9 mm).

Sólidos solubles totales (SST): se obtuvieron a partir de una muestra de jugo representativa de 5 frutos mediante un refractómetro termo-compensado (Atago, Japón). Los resultados se expresaron en porcentaje de sólidos solubles totales (%SST).

Acidez titulable (AT) y pH: el pH se determinó con un potenciómetro (Schott, Alemania) y la acidez mediante la titulación de 10 mL de jugo con NaOH 0,1N hasta la

neutralización de los ácidos orgánicos a pH 8,2-8,3. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido málico.

Determinación del contenido de fenoles totales: Cada muestra de pulpa (20 g aprox) para fue congelada con nitrógeno líquido (Indura, Chile) y almacenada a -20°C hasta el momento de su análisis. La determinación de fenoles totales se determinó utilizando el reactivo Folin-Ciocalteu según lo descrito por Veglioglu *et al.* (1998). En la preparación de las muestras se utilizaron 20 g de fruta, los que se mezclaron con 20 mL de una solución extractante (metanol-agua 80:20 y 200 μL de HCl). La solución se homogeneizó en un agitador magnético durante 2 h, posteriormente se centrifugó la muestra 15 min a 5590 g_N (Heraeus, Modelo Labofuge 200, Alemania). La solución resultante se filtró al vacío a través de una membrana de 0,45 μm (47 mm de diámetro, Millipore, Brasil). Se tomó 0,1 mL del extracto adicionando 4,9 mL de agua destilada, 0,5 mL de Folin-Ciocalteu (Merck, EEUU), luego de 3 min se agregó 1,7 mL de carbonato de sodio al 20%, y se aforó finalmente a 10 mL con agua destilada. Posteriormente la muestra se agitó y se dejó reposar por 30 min a $20-22^{\circ}\text{C}$. Se midió la absorbancia de las muestras a 765 nm con un espectrofotómetro Shimadzu, Modelo UV-1700 (Japón). Los resultados se expresaron en miligramos equivalentes de ácido gálico per g de muestra ($\text{mg EAG}\cdot\text{g}^{-1}$ de fruta fresca).

Determinación de la capacidad antioxidante: Se utilizó el método de captura de radicales libres del 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH \cdot) (Sigma, Alemania) según Brand-Williams *et al.* (1995), en esta prueba el DPPH actúa como agente oxidante o radical libre, y reacciona con los antioxidantes de las muestras. Las muestras fueron homogeneizadas con 20 mL extractante (metanol:agua 80:20, 200 μL HCl) por agitación magnética durante 1 h a 200 rpm. Posteriormente, se centrifugaron a 5590 g_N durante 15 min. A partir del sobrenadante filtrado con una membrana de 0,45 μm (47 mm de diámetro, Millipore, Brasil) se realizaron diluciones con metanol para relacionar la disminución en la absorbancia del DPPH \cdot con la concentración de la muestra. Seguidamente se mezclaron en tubos, 0,1 mL de cada una de las diluciones de cada

muestra con 3,9 mL de una solución de DPPH• ($20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) y se dejó reaccionar durante 30 min en oscuridad, a $23,5 \pm 1^\circ\text{C}$. Finalmente, se midió la absorbancia a 517 nm con un espectrofotómetro Shimadzu, Modelo UV-1700 (Japón). La capacidad antioxidante se expresó como C_{50} que corresponde a la cantidad de muestra necesaria por mg de DPPH que reduce al 50% los radicales libres de dicho reactivo ($\text{g de fruta} \cdot \text{mg}^{-1}$ de DPPH) (Zuñiga, 2005). Se debe considerar que los resultados obtenidos a través de éste método, relacionan un menor valor numérico con una mayor capacidad antioxidante (inversamente proporcional), ya que una solución tiene mayor efecto antirradical mientras menor es la cantidad en g de fruta que se aplique para alcanzar el C_{50} .

Determinaciones en los cascos de duraznos

Tasa respiratoria: se determinó con un sistema estático a 5°C en aire, colocando los cascos de duraznos en frascos de vidrio herméticamente sellados (150 g aprox.), provistos de un septo de silicona en su tapa a través del cual se tomaron las muestras gaseosas. Al cabo de 1-3 h, con una jeringa de plástico de 10 mL (Nitro, Argentina) se extrajo una muestra de aire desde el espacio de la cabeza del frasco, la cual se inyectó en un cromatógrafo de gases (CG) Hewlett Packard 5890 Series II (EE.UU.), provisto de un detector de conductividad térmica y los resultados fueron expresados en $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Se utilizó un estándar (Indura, Chile) de CO_2 de 1,1 % para la calibración del equipo.

Pérdida de peso: se determinó a través de la pérdida de peso diaria de las tarrinas de cascos de duraznos, mediante una balanza electrónica de precisión de dos decimales de precisión (Modelo RS-232C). Los resultados se expresaron en porcentaje de pérdida de peso acumulada (%).

Color de pulpa: se midió mediante el método descrito anteriormente para fruto entero (pág. 26). El color se evaluó la zona de corte central del casco.

Firmeza: se evaluó utilizando el método descrito anteriormente en evaluaciones para fruto entero (pág. 26). Las mediciones se realizaron en la zona lateral central de cada casco a una profundidad de 10 mm (el diámetro del púnzon fue de 7,9 mm).

Sólidos solubles totales (SST): se obtuvieron a partir del método descrito anteriormente para fruto entero (pág. 26). Cada muestra de jugo se obtuvo de 5 cascos por tarrina.

Acidez titulable (AT) y pH: se determinó a través del método descrito anteriormente en las evaluaciones para fruto entero. Cada muestra fue obtenida de 5 cascos por tarrina.

Recuentos microbiológicos: Se tomaron 10 g de muestra de los cascos de duraznos y se molieron en 90 mL de agua estéril con peptona al 1% (MERK Oxoid, Inglaterra) durante 1 min dentro de una bolsa estéril (Nasco whirl-pak, España) utilizando un Masticador (IUL, Barcelona, España). Las condiciones de incubación fueron: recuento total en placa (MERCK Darmstadt, Alemania) incubados para microorganismos aerobios mesófilos y psicrófilos a 37°C por 48 h y a 7°C por 7 días respectivamente, y enterobacterias a 37°C durante 48 h utilizando medios de cultivos selectivos (Plate Count y EMB, marca Becton Dickinson, EE.UU.). Una base de agar de papa dextrosa (MERCK Darmstadt, Alemania) se empleó como medio de cultivo para estudiar los recuentos de levaduras y hongos mediante siembra superficial tras 5 días de incubación (Memmert, Alemania) a 20-25°C. Los recuentos microbiológicos se expresaron como el logaritmo de la unidad formadora de colonia por cada gramo de fruta fresca ($\log \text{ufc} \cdot \text{g}^{-1}$). La calidad microbiológica se evaluó de acuerdo a la legislación chilena establecida en el Reglamento sanitario de los alimentos (RSA) por el ministerio de salud (MINSAL, 1997) para comidas preparadas listas para su consumo.

Evaluación sensorial: Se utilizó el método de análisis descriptivo-cuantitativo, aplicado a un panel de 12 jueces entrenados, usando una pauta no estructurada de 0 a 15, donde se evaluaron los parámetros visuales de apariencia y pardeamiento. Además, se evaluaron los parámetros de firmeza, sabor y jugosidad. Para evaluar los parámetros

visuales, a cada juez se le presentaron todos los tratamientos en una bandeja con las tarrinas ordenadas aleatoriamente. Para los parámetros de firmeza, sabor y jugosidad, se extrajeron trozos de los cascos de duraznos del interior de las tarrinas en cada tratamiento, se depositaron en platos numerados con 3 dígitos al azar, los cuales se sirvieron a los evaluadores en bandejas donde se presentaron todos los tratamientos ordenados al azar. Las pautas de evaluación e interpretación se describen en los ANEXOS 1 y 2.

Determinación del contenido de fenoles totales: se obtuvieron a partir del método descrito anteriormente en las determinaciones para la materia prima (pág. 27). Cada muestra fue obtenida de 5 cascos por tarrina.

Determinación de la capacidad antioxidante: se evaluó utilizando el método descrito anteriormente en determinaciones para la materia prima (pág. 27). Cada muestra fue obtenida de 5 cascos por tarrina.

Diseño de experimento y análisis estadísticos

Se estableció en ambos experimentos, para cada día de evaluación en forma independiente, un diseño completamente al azar con 5 tratamientos. La unidad experimental correspondió a una tarrina de 200 g (cascos). Para los análisis y evaluaciones de ambos experimentos se establecieron 3 repeticiones, exceptuando para el análisis sensorial donde se utilizaron 12 jueces de panel entrenado (repeticiones).

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) entre los tratamientos para cada día de evaluación, con 5% de significancia. En el caso de existir diferencias significativas al 5 % entre los tratamientos, las medias se separaron con la prueba de rango múltiple de Tukey.

II.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de la materia prima

Los duraznos 'Ryan sun' tuvieron un color de cubrimiento mayor o igual al 90%. El color de fondo en sus diferentes parámetros obtuvo los valores de $L=64,6$, $H^{\circ}=48,6^{\circ}$ (cerca a 0° : tonalidades rojizas), $C^*=85,7$ (Apéndice III). El color de pulpa, $L=75,2$, $H^{\circ}=91,6^{\circ}$ (cerca a 90° : tonalidades amarillas), $C^*=48,0$. Luchsinger y Wash (1999) nos explican que el color de fondo en duraznos fue mejor indicador de calidad comestible comparado con la firmeza del fruto, pero esto se complicaba al evaluar el estado de madurez en duraznos en variedades 'full color' (total coloración roja), como es lo que se observó en la variedad 'Ryan sun', donde hay frutos con coloración rojiza entre 90-100%, haciendo necesario estudiar otros parámetros para determinar su madurez.

La firmeza en los frutos alcanzó el valor de 4,9 kg-f. Según Gorny *et al.* (1998), la firmeza observada (4,9 kg-f) en frutos de duraznos 'Ryan sun' pertenece a un durazno en estado parcialmente maduro (2,7-4,9 kg-f), el cual es óptimo para resistir las operaciones de preparación de los productos MPF, por otra parte, cascotes de duraznos 'Flavorcrest' obtenidos de frutos parcialmente maduros, luego de 8 días a 5°C fallaron en la aceptabilidad por estar aún muy firmes.

El contenido de fenoles totales en la pulpa de los frutos fue de $53,9\pm 1,9$ mg $\text{EAG}\cdot 100^{-1}\text{g}^{-1}$ p.f. y de la capacidad antioxidante $1,2\pm 0,1$ g fruta $\cdot \text{mg}^{-1}$ de DPPH. Estos resultados concuerdan con Kokounaras *et al.* (2008), quienes observaron un contenido fenólico en la pulpa de frutos de duraznos 'Spring Belle' cercanos a 60 mg $\text{EAG}\cdot 100^{-1}\text{g}^{-1}$ p.f. al día cero. Según Wu *et al.* (2004) los duraznos, las piñas y las sandías tienen un contenido polifenólico y una capacidad antioxidante baja, entre 3-5 veces menor que los frutos de mayor contenido (arándanos, frambuesas y frutillas).

Por otra parte, durante el procesamiento las características de la variedad facilitaban el descarozado de los frutos en forma manual.

Experimento 1: Efectos de los TTs en cascotes de duraznos 'Ryan sun', obtenidos de materia prima almacenada 1 día a 0°C y 90%HR.

Tasa respiratoria (TR)

Se observaron diferencias significativas entre la TR de los cascotes y la fruta entera durante 8 días a 5°C (Figura 2). Tras 1 h de procesamiento los cascotes mostraron una tasa superior a 20 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹, entre 3 a 5 veces mayor que la fruta intacta (9,5 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹). Este incremento podría ser explicado por los daños físicos y las heridas causadas durante el procesamiento de los cascotes tal como señalan Cantwell y Suslow (2002).

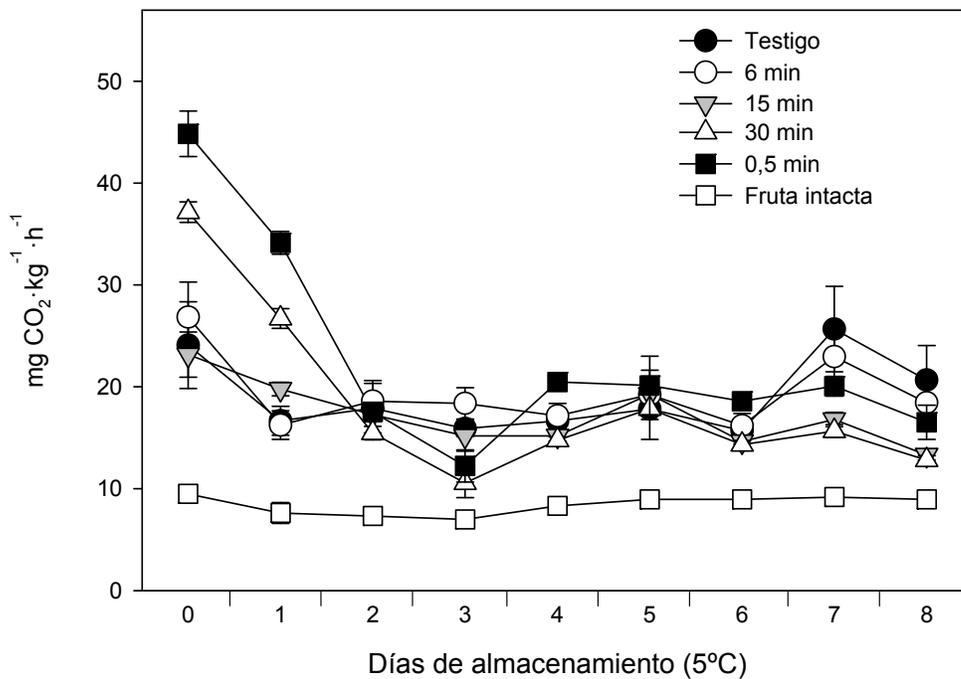


Figura 2. Tasa respiratoria (mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹) en duraznos enteros y cascotes var. 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=3) ± EE.

En cascos de duraznos tras 1 h de procesados, se observó que las menores TRs las obtuvieron el testigo junto con los tratamientos térmicos (TTs) de 15 y 6 min, con valores cercanos a 23,2 y 26,8 $\text{mgCO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$. Las mayores TRs fueron de 44,9 $\text{mg CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ para cascos tratados después del cortado por 0,5 min, los cuales fueron afectados por la temperatura a pesar del corto tiempo de inmersión; y de 37,2 $\text{mg CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ para los cascos obtenidos de fruta entera tratada 30 min. El TT de 15 min (19,8 $\text{mg CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) no presentó una elevada TR con respecto al testigo el día 0; sólo los TTs de 30 y 0,5 min tuvieron una mayor TR durante los primeros 2 días del almacenamiento comparados con el resto de los tratamientos. A partir del día 2 las TRs de los TT se estabilizaron entre los valores 15,45 y 18,6 $\text{mg CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$. Luego de 7 días, el testigo mostró un alza en la TR comparado con el día anterior, presentando valores superiores de 25,7 $\text{mg CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ a los TT. Los TTs de 15 y 30 min mostraron los valores más bajos con 16,8 $\text{mg CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ y 15,7 $\text{mg CO}_2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, respectivamente.

Steiner *et al.* (2006), en frutos enteros tratados con baños de agua a 40°C por 40, 70 y 120 min, y luego cortados en cascos y conservados en AM (O_2 : 3%; CO_2 : 5%) a 4°C, se obtuvo una TR inicial más alta debido al estrés térmico producido por la exposición a altas temperaturas. Posteriormente esta tasa decreció a valores cercanos o menores que la fruta no tratada térmicamente.

Pérdida de peso

La pérdida de peso de los cascos de duraznos promedio de los tratamientos fue de 0,3% al día 1, y se incrementó paulatinamente a 0,5, 0,7 y 0,9% en los días 4, 6 y 8, respectivamente, por tanto, las pérdidas de peso no superaron el 1% después de 8 días a 5°C y esto no afectó la apariencia de la superficie de corte de los cascos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Pérdida de peso acumulada (%) en cascos de duraznos ‘Ryan sun’ tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=5) ± EE.

Tratamiento	Pérdida de peso acumulada (%)			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 0,2±0,0 a ^(v)	0,4±0,0 a	0,7±0,0 ns ^(x)	0,9±0,0 ns
50 °C+Fruto intacto+6 min	0,3±0,0 ab	0,5±0,0 ab	0,8±0,0 ns	1,0±0,0 ns
50 °C+Fruto intacto+15 min	0,4±0,0 b	0,6±0,0 b	0,7±0,0 ns	1,0±0,0 ns
50 °C+Fruto intacto+30 min	0,3±0,0 a	0,5±0,0 ab	0,7±0,0 ns	0,9±0,0 ns
50 °C+Cascos+0,5 min	0,3±0,0 a	0,5±0,0 ab	0,7±0,0 ns	0,9±0,0 ns

^(z) Media±EE

^(v) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (n=5).

^(x) ns: no significativa

Esta pérdida mínima se debe al empleo de la película plástica de PVC (tapa), que actúa como barrera contra la pérdida del vapor de agua (Schlimme, 1995). Zhou *et al.* (2002) señalan que tratamientos térmicos (agua a 37°C por 3 h) aplicados sobre duraznos enteros ‘Baihua’ fueron efectivos en reducir de un 8 % (valor testigo) a un 6% aproximadamente la pérdida de peso después de 18 días a 4°C, explicado principalmente por las menores TRs y la mayor integridad celular en la superficie del corte que obtuvieron los frutos tratados comparado con los no tratados .

Color

Luminosidad (L): Al día 1, la luminosidad del testigo (67,3), TT 6 min (65,9) y TT 15 min (66,4) fueron mayores que el TT 30 min (63,0) y TT 0,5 min (59,7) (Figura 3). El TT 0,5 min tuvo el menor valor debido probablemente al mayor daño por temperatura sobre el tejido superficial de los cascos, los cuales estuvieron en contacto directo con el agua a 50°C. Luego de 4 días, la luminosidad del TT 0,5 min cayó un 11%, mientras que en los demás tratamientos disminuyó menos de un 1%. A los 8 días, el testigo y TT 30 min bajaron significativamente sus valores de L cerca de un 11%, mientras que TT 6 min disminuyó un 5%, con respecto al día 1. El tratamiento más efectivo en mantener la luminosidad después de 8 días fue el TT 15 min.

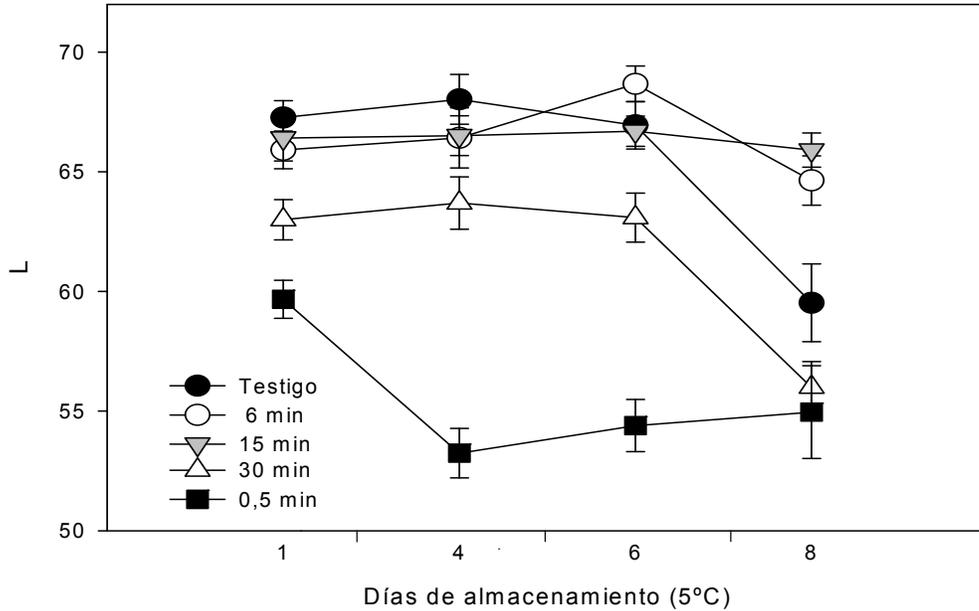


Figura 3. La luminosidad (L) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente, almacenados 8 días a 5 °C. Valores de media (n=33) \pm EE.

Koukounaras *et al.* (2008) observaron que la luminosidad en cascos de duraznos sin TTs disminuyó más drásticamente que los que fueron tratados por inmersión en agua 50°C por 10 min (4 h antes del corte), mientras que, en el presente estudio el valor L del testigo (no tratado) cayó fuertemente luego de 6 días de almacenamiento a 5°C.

El parámetro L es utilizado como un indicador de la intensidad de pardeamiento en duraznos MPF tratados térmicamente 50°C por 10 min antes del corte (Koukounaras *et al.*, 2008). Estos autores concluyeron que aplicando 'choques térmicos suaves' retardaron el pardeamiento, por el contrario, Steiner *et al.* (2006) en duraznos MPF tratados con inmersiones en agua a 40°C por 70 min antes del corte no encontraron diferencias significativas en los valores de L. En este experimento el TT por 0,5 min presentó una disminución rápida de L, debido probablemente a la intensidad de este tratamiento sobre los cascos de duraznos 'Ryan sun' a pesar de la corta duración de la aplicación. Paull y Chen (2000) sugieren que temperaturas sobre los 45°C pueden exceder el umbral del estrés térmico normal en la célula y la respuesta se asocia a un daño por calor.

Tono (H°): Se observó que el tono disminuyó durante los 8 días a 5°C alcanzando valores cercanos a las tonalidades amarillas de 85,9 y 84,3° el día 1 y entre 82,2 y 84,8° el día 8 (Cuadro 3). Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en los días 4, 6 y 8. Sin embargo, el tono (H°) de los tratamientos térmicos no superó el valor del testigo en forma significativa, al contrario de lo observado por Koukounaras *et al.* (2008) donde las temperaturas aplicadas antes del corte superiores a los 50°C obtuvieron valores de tono más amarillos que en el testigo. El tono en el TT aplicado sobre los cascos de duraznos fue significativamente menor (más anaranjados) que el testigo en los días 4 y 6, confirmando la importancia del momento de aplicación del calor (antes o después del cortado en cascos).

Según lo observado en la apariencia de manzanas 'Fuji' se consideró que a mayor pardeamiento de los cascos menor valor de L y H° (Paredes, 2010). En el caso de TT 0,5 min presenta los menores valores de L y de H° a lo largo del experimento 1, por lo cual se deduce que es el tratamiento con mayor pardeamiento.

Saturación (C*): Al día 1, el rango de saturación fue de 46,9 a 48,8, el que fue disminuyendo entre 2 y 15%, según el tratamiento a lo largo del almacenamiento, hasta alcanzar valores entre 39,8 y 47,8 luego de 8 días (Cuadro 3). Luego de 4 días el TT 15 min (50,6) obtuvo valores más altos que el testigo y los TTs de 6 y 30 min (45,6-46,9). En el TT 0,5 min disminuyó más rápidamente, en un 12% entre el día 1 y 4, hasta llegar al día 8 con un valor de 39,8. Se observó que el tratamiento de 15 min mantuvo los valores de saturación durante 8 días comparado al resto de tratamientos. Al igual que los resultados obtenidos por Koukounaras *et al.* (2008) el valor de saturación obtenidos en inmersiones en agua a 50°C (10 min) bajo AM aplicados a los cascos de duraznos fue menor o igual durante los 6 días de almacenamiento comparado con el testigo.

Cuadro 3. Tono (H°) y saturación (C*) en cascos de duraznos ‘Ryan sun’ tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Tratamiento	Tono (H°)			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 85,4±0,5 ns ^(x)	85,8±0,7 b ^(y)	85,6±0,4 b	84,8±0,9 b
50 °C+Fruto intacto+6 min	84,3±1,0 ns	85,9±0,8 b	85,4±0,5 b	82,5±0,6 a
50 °C+Fruto intacto+15 min	85,7±0,5 ns	84,9±0,5 ab	84,7±0,5 ab	83,8±0,3 ab
50 °C+Fruto intacto+30 min	85,9±0,6 ns	86,2±0,4 b	85,2±0,5 b	83,2±0,4 ab
50 °C+Cascos+0,5 min	84,7±0,5 ns	83,0±0,5 a	83,3±0,4 a	84,5±0,5 ab
Tratamiento	Saturación (C*)			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
5 °C+Fruto intacto+6 min	46,9±0,7 ns	45,6±0,7 b	44,9±0,8 ab	40,1±2,2 ab
50 °C+Fruto intacto+6 min	47,2±0,7 ns	46,2±0,7 b	45,6±0,5 bc	45,1±0,6 bc
50 °C+Fruto intacto+15 min	48,8±0,5 ns	50,6±0,5 c	48,2±0,7 c	47,8±0,4 c
50 °C+Fruto intacto+30 min	48,7±0,5 ns	46,9±0,8 b	46,0±0,7 bc	44,4±0,9 abc
50 °C+Cascos+0,5 min	47,0±0,4 ns	41,1±1,0 a	42,0±1,0 a	39,8±1,6 a

^(z) Media±EE

^(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (n=33).

^(x) ns: no significativa

Los mecanismos que explican la mantención del color en la aplicación de TTs no están aún claramente explicados. El beneficio observado en los parámetros del color puede estar relacionado con la actividad de la enzima polifenol oxidasa (PPO), la enzima más importante involucrada en las reacciones de pardeamiento oxidativo, y que al estar sometida a temperaturas entre 35 a 50°C pudo ser parcialmente inactivada. El rango de temperatura medidos en la zona media en la pulpa durante los tratamientos no superaron el límite superior de temperatura de estabilidad (< 50°C), pues alcanzó durante el tratamiento térmico luego de 30 min una temperatura media de 34,6°C (Apéndice V). Por otra parte, la prolongación de la vida útil en trozos de peras calentados 24 h antes de cortar (34-46°C en agua por un tiempo mayor a 40 min) en comparación con los otros tratamientos podría atribuirse no sólo a los cambios en la actividad PPO, sino también a la modificación interna de oxígeno y las mayores concentraciones de dióxido de carbono posiblemente inducida por el tratamiento (Abreu *et al.*, 2003).

Firmeza

Al día 1, el testigo (3,2 kg-f) y los TTs de 6 y 15 min (2,7 kg-f) tuvieron una firmeza significativamente mayor que TT 30 min (1,8kg-f) y TT 0,5 min (1,1 kg-f) (Figura 4). El día 4, la firmeza de TT 30 y 0,5 min presentaron valores significativamente menores comparados con los demás tratamientos, y el testigo mantuvo su firmeza igual o superior a los TT de 6 y 15 min. El día 6, la firmeza del testigo (1,4 kg-f) cayó un 44% con respecto al día 4 y los TT de 6 y 15 min se mantuvieron significativamente superiores, con 1,9 y 2,0 kg-f, respectivamente. Al día 8, el tratamiento de mayor firmeza significativamente fue el 15 min (2,0 kg-f) comparado con el resto de los tratamientos. Finalmente, se observó que el TT 30 y 0,5 min no fueron efectivos en mantener la firmeza favoreciendo el ablandamiento de la pulpa en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento más efectivo en reducir el ablandamiento fue el TT 15 min, con sólo un 26% de pérdida de firmeza durante los 8 días a 5°C.

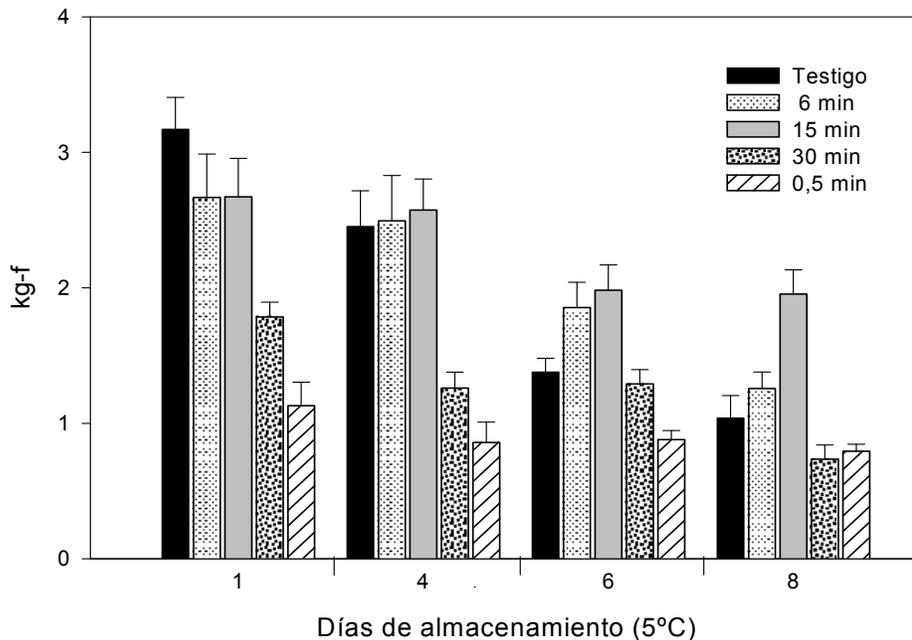


Figura 4. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

La mayor firmeza luego de los 8 días en los cascos de duraznos tratados por 15 min, se explicaría debido a una mayor integridad celular en el tejido (Toivonen y Brummell, 2008). Además, cabe considerar que los efectos térmicos sobre cambios en el color y la firmeza no fueron inmediatos, como lo que sucedió en la tasa respiratoria, sino ocurrieron los días siguientes durante el almacenamiento. Los resultados concuerdan con las tendencias observadas por Martín-Diana *et al.* (2006) y Lamikanra y Watson (2007), los que afirman que el uso de tratamientos con agua a 50°C por 1 min fue fundamental en el mantenimiento del grado de crujencia en lechugas, luego de 12 días a 4°C, y en evitar la pérdida de turgencia durante 8 días a 4°C, en melones. Los duraznos enteros 'Baihua' sometidos a 37°C por 16 h bajo aire húmedo caliente mantuvieron su firmeza por 6 días (Zhou *et al.*, 2002).

Otros autores como Steiner *et al.* (2006) aseguran que es posible aumentar a firmeza, ya que existiría un mecanismo reversible y paulatino que activa la PME e inactiva parcialmente la PG. La enzima PME cataliza la hidrólisis del éster entre el grupo metilo y el carboxilo de las pectinas, formando grupos metoxilos libres. Los grupos carboxilos de las pectinas están luego disponibles para los complejos de catión libres, particularmente el calcio endógeno (Ca^{2+}), formando pectatos de calcio, incrementando la rigidez de la lamela media y la pared celular. Cabe considerar que este incremento también dependería de los niveles disponibles de calcio. Así, en duraznos MPF con tratamientos térmicos suaves (40°C por 70 y 120 min) y envasados en AM se observó una activación de hasta un 60% de la enzima PME (Steiner *et al.*, 2006).

Sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT) y pH

Los SST, la AT y el pH no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ningún día de evaluación (Apéndice XXI). Los tratamientos tuvieron un valor estable levemente decreciente de SST durante el almacenamiento, los promedios fueron de 10,5; 10,1; 9,7 y 9,4% para los días 1, 4, 6 y 8, respectivamente. La acidez titulable tuvo valores cercanos a 0,5 % hasta el día 4, de 0,4-0,5% de ácido málico a los 6 días y de

0,3-0,4% luego de 8 días. El pH se incrementó levemente durante el almacenamiento alcanzando valores de 3,6-3,7 al día 1; 3,7-3,8 al día 4; y de 3,8-3,9 a los días 6 y 8.

La respuesta del tratamiento térmico sobre estos parámetros son inconsistentes, según Beirão-da-Costa *et al.* (2006) en kiwis MPF (parcialmente maduros) aumentó el porcentaje de SST y el pH después de 25 min a 45°C debido a procesos metabólicos, tales como disminución de la respiración (consumo de azúcares) y la solubilización de azúcares en residuos de polímeros de pectinas. En peras MPF, el efecto de los tratamientos de calor no fue significativo en los SST y el pH (Abreu *et al.*, 2003). En duraznos MPF tratados a 50°C por 10 min, 4 h antes del cortado tuvieron valores de SST más bajos y de acidez más altos comparado con el testigo (Koukounaras *et al.*, 2008). En duraznos y nectarines enteros tratados térmicamente se obtuvieron distintos resultados según la variedad y el estado de madurez (Malakou y Nanos, 2005). En duraznos MPF (40°C por 70 min) envasados en AM, la disminución leve del pH se explicó por la alta tasa de respiración inducida por el corte y el estrés térmico inicial, que se tradujo en el consumo de ácidos orgánicos (Steiner *et al.*, 2006).

Microbiología

Recuentos de aerobios mesófilos: Al día 1, los valores estuvieron entre 2,6 y 4,0 log ufc·g⁻¹. Tras 4 días, entre 3,8 y 4,5 log ufc·g⁻¹, siendo éstos más bajos que el límite máximo permitido de 5,7 log ufc·g⁻¹ hasta el día 6 (MINSAL, 1997), donde algunos recuentos superaron los límites permitidos. De este modo, existió un incremento entre 3 y 4 unidades logarítmicas en mesófilos durante 8 días a 5°C (Figura 5A).

Por el contrario, según Alegría *et al.* (2010) en zanahorias MPF tratadas a 100°C por 45 s los recuentos de aerobios mesófilos disminuyeron en forma significativa comparados con el testigo (de 4,5 a 2,9 log ufc·g⁻¹) luego de 10 días a 5°C envasadas en AM (O₂: 7%; CO₂: 12%). Según Klaiber *et al.* (2005) en zanahorias, tratamientos de 50°C por 120 s lograron reducir inicialmente 3 unidades logarítmicas, esta reducción

estaría relacionada a un incremento del efecto de lavado causado por el tratamiento térmico al facilitar la remoción de la microflora adherida.

Recuentos de enterobacterias: Al igual que en mesófilos, los valores promedios aumentaron durante el almacenamiento a 5°C de 2 a 5,2 log ufc·g⁻¹(Figura 5B). Con valores al día 1 de 2 a 2,5 log ufc·g⁻¹, sin diferencias entre tratamientos.

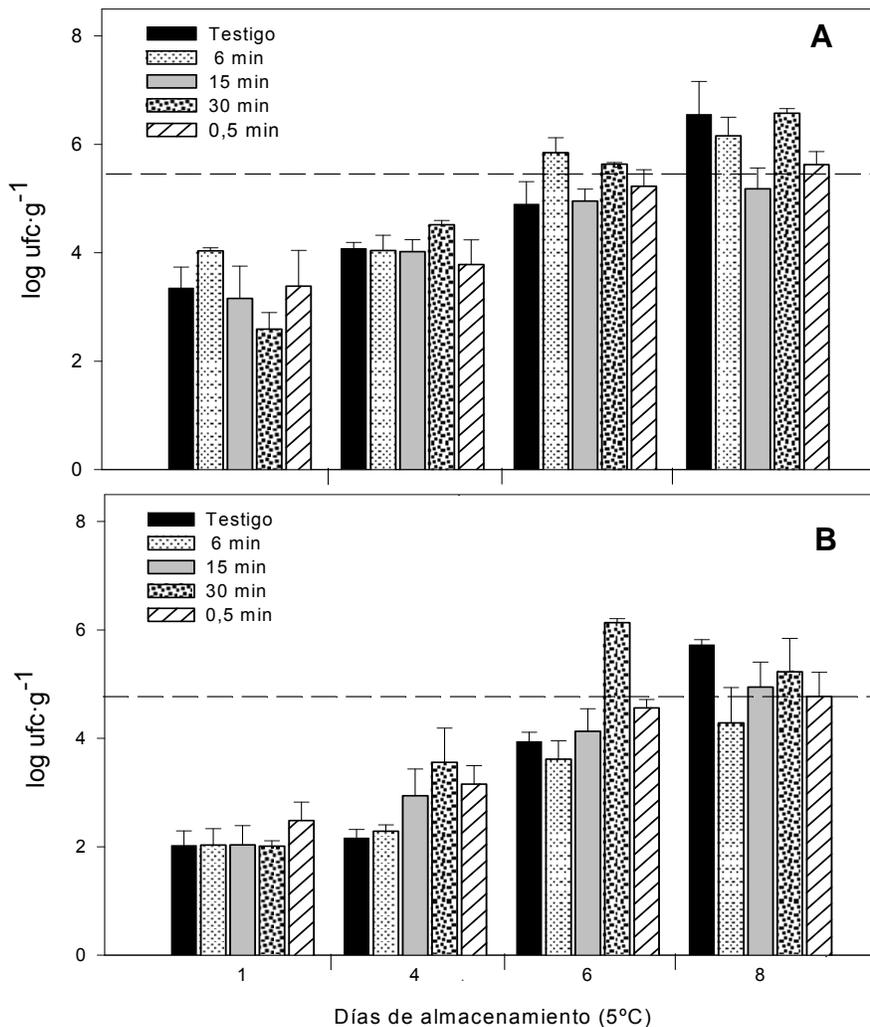


Figura 5. Recuentos de aerobios mesófilos (A) y enterobacterias (B) (log ufc·g⁻¹) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=3) ± EE. --- Límite máx. permitido (MINSAL, 1997).

Al día 4, entre 2,1 y 3,5 log ufc·g⁻¹, aumentando significativamente TT 30 min, comparado con el testigo, pudiendo explicarse este aumento debido al daño causado en los tejidos por el TT, lo que facilitaría el crecimiento microbiano. Luego de 6 días, la carga superó el límite permitido de 4,7 log ufc·g⁻¹(MINSAL, 1997).

Recuentos de psicrófilos: La carga inicial fue baja (1,0 a 2,1 log ufc·g⁻¹) llegando al día 8 con valores entre 4,5 y 6,9 log ufc·g⁻¹ (Cuadro 4). Al día 1, el TT 15 min (1,0 log ufc·g⁻¹), 30 min (1,1 log ufc·g⁻¹) y 0,5 min (1,1 log ufc·g⁻¹) tuvieron valores menores que el TT 6 min (2,1 log ufc·g⁻¹). Al día 4, el testigo presentó la mayor población con 4,6 log ufc·g⁻¹. Al día 6, el TT 30 min mostró un mayor recuento (6,3 log ufc·g⁻¹) que el resto de los tratamientos. A los 8 días, el TT 30 min (6,9 log ufc·g⁻¹) tuvo el recuento significativamente mayor, seguido por el testigo (5,8 log ufc·g⁻¹). Los tratamientos térmicos de 6, 15 y 0,5 min aplicados a la fruta entera redujeron entre 1,5 a 2,5 unidades logarítmicas los recuentos de psicrófilos durante 8 días a 5°C, debido posiblemente a su mayor susceptibilidad a las altas temperaturas.

Recuentos de hongos y levaduras: Al día 1, se obtuvieron valores de 2,3 y 2,9 log ufc·g⁻¹. Al día 4, de 3,2 a 3,7 log ufc·g⁻¹. Al día 6, los recuentos fueron de 4,2 y 4,8 log ufc·g⁻¹ y a los 8 días de 4,7 y 6,2 log ufc·g⁻¹(Cuadro 4). Esta tendencia para hongos y levaduras no fue similar a la observada por Vicente *et al.* (2002) en frutillas tratadas a 42-48°C por 3 h en aire donde se observó un retraso en la maduración y una reducción del ataque fúngico.

Cabe destacar que Rodríguez *et al.* (2005) en tunas enteras tratadas térmicamente (agua a 52°C por 3 min) almacenadas por 21 y 35 días a 2 y 8°C, describió que las reducciones en los recuentos de microorganismos se explica principalmente por la mayor resistencia del tejido a los ataques de éstos, debido a la inducción de los mecanismos de defensa en las capas exteriores del epicarpio y síntesis de proteínas, implicadas en el complejo sector de los mecanismos de resistencia a las enfermedades de las frutas (Fallik, 2004).

Cuadro 4. Recuentos de microorganismos psicrófilos, hongos y levaduras en cascotes de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=3) ± EE.

Tratamiento	Recuentos microbiológicos (log ufc·g ⁻¹)			
	Psicrófilos			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 1,6±0,4 ab ^(v)	4,6±0,4 b	5,1±0,4 a	5,8±0,2 b
50 °C+Fruto intacto+6 min	2,1±0,2 b	3,1±0,7 a	4,4±0,3 a	4,5±0,3 a
50 °C+Fruto intacto+15 min	1,0±0,0 a	3,3±0,2 a	4,7±0,2 a	4,7±0,8 a
50 °C+Fruto intacto+30 min	1,1±0,1 a	3,8±0,6 ab	6,3±0,0 b	6,9±0,7 c
50 °C+Cascos+0,5 min	1,5±0,1 a	3,2±0,5 a	5,0±0,4 a	5,0±0,4 a
Tratamiento	Hongos y levaduras			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
5 °C+Fruto intacto+6 min	2,6±0,2 ns ^(x)	3,7±0,1 ns	4,4±0,1 ns	5,6±0,1 a
50 °C+Fruto intacto+6 min	2,5±0,1 ns	3,5±0,2 ns	4,2±0,6 ns	6,2±0,2 b
50 °C+Fruto intacto+15 min	2,5±0,2 ns	3,4±0,0 ns	4,5±0,1 ns	5,3±0,2 a
50 °C+Fruto intacto+30 min	2,9±0,2 ns	3,6±0,4 ns	4,9±0,1 ns	5,2±0,4 a
50 °C+Cascos+0,5 min	2,3±0,1 ns	3,2±0,0 ns	4,8±0,4 ns	4,7±0,4 a

^(z) Media±EE

^(v) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas (p<0,05) entre los tratamientos (n=3).

^(x) ns: no significativa

Calidad sensorial

Apariencia. Los cascotes de duraznos 'Ryan sun' arrojaron una apariencia buena a regular entre los valores 6,0 y 9,9 al día 1, mientras que al día 8 estuvo entre deficiente a regular con valores de 3,7 y 7,1 (Figura 6 y Cuadro 5). También se observó en TT 0,5 min, una puntuación de 6,0 (menos que regular, Anexo II) desde el primer día y los siguientes días evaluado como deficiente (menor a 5,3). Después de 6 días sólo el TT 15 min tuvo una puntuación más que regular de 9,1, mientras que el testigo y TT 6 min fueron considerados con una apariencia regular. Luego de 8 días, TT 15 min tuvo valores de apariencia de 7,5 levemente superior a los demás tratamientos. El tratamiento más efectivo en prolongar la apariencia de los cascotes de duraznos fue el TT 15 min.

Pardeamiento. El tratamiento que presentó significativamente un mayor pardeamiento desde el primer día hasta el cuarto día fue el TT 0,5 min con una puntuación de 7,5 (normal) y 9,0 (levemente alto), respectivamente (Figura 6). El resto de los tratamientos tuvieron un pardeamiento muy suave, suave y levemente suave, relacionándose este resultado con los valores obtenidos en la luminosidad. Después de los 6 días, el testigo, TT 6 min y TT 30 min aumentaron su puntuación de pardeamiento en un 6, 23 y 26%, respectivamente. Luego de 8 días a 5°C, no se observaron diferencias significativas entre los mejores TTs y el testigo los valores fueron entre 6,2 y 12,9. El TT 15 min podría ser el más efectivo en retardar el pardeamiento.

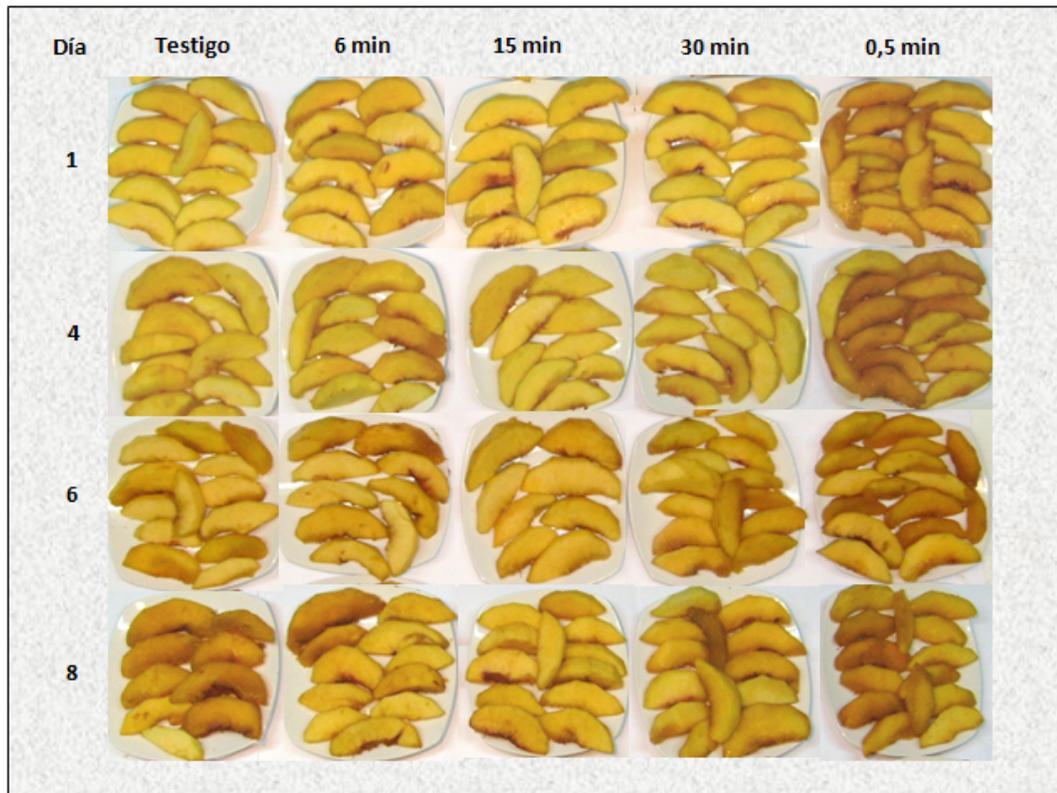


Figura 6. Apariencia de cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C.

Cuadro 5. Apariencia y pardeamiento en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=12) ± EE.

Tratamiento	Parámetros visuales			
	Apariencia			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 8,4±0,9 ab ^(y)	7,0±1,2 ab	7,3±0,9 ab	7,1±0,4 ab
50 °C+Fruto intacto+6 min	9,9±1,1 b	8,1±1,3 ab	7,3±0,9 ab	5,9±0,3 a
50 °C+Fruto intacto+15 min	9,1±1,1 ab	9,1±0,8 b	9,6±0,8 b	7,5±1,3 ab
50 °C+Fruto intacto+30 min	9,4±0,7 ab	7,6±0,9 ab	5,9±1,2 a	5,7±0,6 a
50 °C+Cascos+0,5 min	6,0±0,6 a	5,0±0,8 a	4,3±0,7 a	3,7±0,5 a
Tratamiento	Pardeamiento			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
	5 °C+Fruto intacto+6 min	3,1±0,7 a	5,2±0,9 a	5,5±1,4 a
50 °C+Fruto intacto+6 min	2,1±0,4 a	5,0±0,8 a	6,5±1,3 ab	8,7±0,3 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	2,3±0,6 a	5,4±0,8 a	5,4±1,0 a	6,2±1,0 a
50 °C+Fruto intacto+30 min	4,0±0,8 a	6,0±0,7 a	8,1±1,2 ab	7,8±0,6 a
50 °C+Cascos+0,5 min	7,5±0,5 b	9,0±1,2 b	9,3±1,3 b	12,6±0,6 b

^(z) Media±EE

^(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas (p≤0,05) entre los tratamientos (n=12).

Existe una relación entre el pardeamiento y los parámetros colorimétricos, ya que el tratamiento con menor puntuación (TT 0,5 min) obtuvo a su vez los menores valores de luminosidad y saturación. Por tanto, el tratamiento con menor pardeamiento fue TT 15 min.

Sabor, jugosidad y firmeza. Estos parámetros, no presentaron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice XXII). El sabor se evaluó como levemente suave a normal luego de 1 (5,7-7,8) y 4 días (6,4-7,7), al día 6 fue levemente suave (5,4-6,3). La jugosidad después de 1 día fue levemente baja a normal (6,4-7,8); a los 4 (5,4-7,0) y 6 días (5,2-5,8) levemente baja. La firmeza al día 1, 4 y 6 fue evaluada como buena (9,1-10,5), regular a más que regular (7,1-8,9) y regular (6,1-8,1), respectivamente. Los altos recuentos de microorganismos obtenidos el día 6 con una carga no apta para la comercialización, no justificó la evaluación del día 8.

Rico *et al.* (2007b) en zanahorias MPF (agua a 25°C y 50°C por 1 min) no encontraron diferencias significativas en la firmeza, ni en la apariencia luego de 1 día a 5°C en aire. Sin embargo, luego de 10 días, las zanahorias lavadas con agua a 50°C mostraron la más alta puntuación en firmeza y en la apariencia que las lavadas con agua a 25°C. En mitades de pimientos, los frutos tratados previo al procesado por inmersión en agua a 55°C por 1 h, y almacenados por 16 días a 10°C, fueron los que tuvieron mayor aceptación sensorial, observándose un incremento en los niveles de azúcares reductores y la actividad antioxidante (Sgroppo *et al.*, 2005). En cascos de duraznos 'Spring belle' tratados a 50°C por 10 min 4 h antes del cortado, la apariencia fue mayor comparada con el testigo después de 6 días a 5°C bajo AM (CO₂:±3%) (Koukounaras *et al.*, 2008).

Contenido de fenoles totales (CFT)

Primeramente cabe destacar que la materia prima en la pulpa (53,9±1,9 mg EAG·100⁻¹g⁻¹ p.f.) tuvo un menor valor de CFT que los cascos de duraznos 'Ryan sun' testigos (82,5±2,7 mg EAG·100⁻¹g⁻¹ p.f.), este aumento según Heredia y Cisneros (2007) es una consecuencia del metabolismo de defensa que activa la síntesis de compuestos fenólicos como resultado del estrés provocado por el corte. Al día 1, se observó que a mayor tiempo de duración del tratamiento térmico menor fue el CFT (Figura 7). El tratamiento de 0,5 min presentó el menor valor de CFT (17,1 mg EAG·100⁻¹g⁻¹ p.f.) desde el día 1, posiblemente los cascos de duraznos fueron más sensibles a la pérdida del CFT al aplicarles directamente el TT. Finalmente, se observó que el estrés producido por el corte de los duraznos testigos enteros a cascos aumentó el CFT, mientras que el estrés provocado por la temperatura en los duraznos tratados disminuyó el CFT. Al día 4, se observó una caída del CFT en todos los tratamientos llegando a reducirse un 43% en el testigo, y a pesar de esta reducción fue el tratamiento con mayor CFT. Luego de 6 días, los fenoles continuaron disminuyendo sin diferencias significativas entre tratamientos. La baja apariencia obtenida el día 8 con

una puntuación no apta para la comercialización, no justificó las evaluaciones en este día.

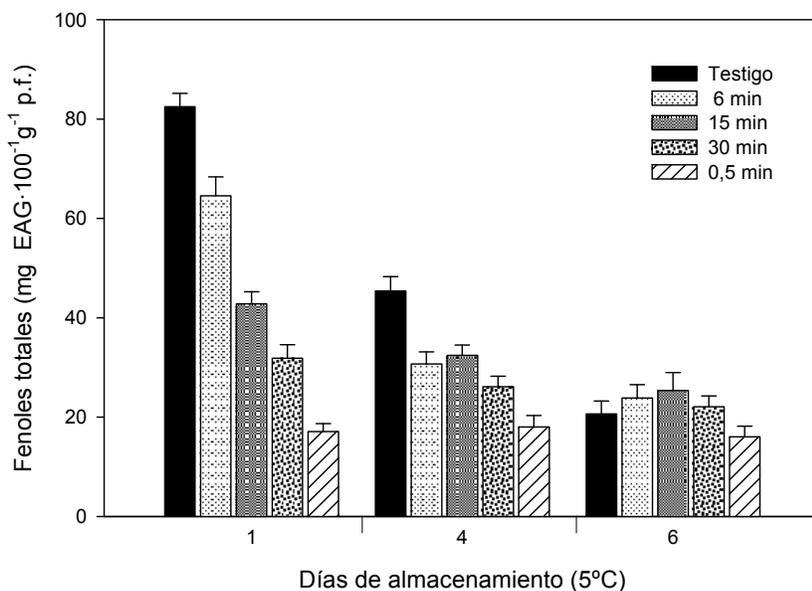


Figura 7. Contenido de fenoles totales ($\text{mg EAG} \cdot 100^{-1} \text{g}^{-1}$ p.f.) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente, y almacenados 6 días a 5°C . Valores de media ($n=3$) \pm EE.

Estos resultados concuerdan con las tendencias observadas por Koukounaras *et al.* (2008), en cascos de duraznos tratados con agua a 50°C por 10 min (4 h antes del cortado). Estos autores obtuvieron un leve decrecimiento no significativo (de 0,49 a 0,51 $\text{mg EAG} \cdot \text{g}^{-1}$ p.f.) en el CFT durante 6 días de almacenaje comparándolo con el testigo. Según Tsouvaltzis *et al.* (2007), en puerros MPF sometidos a tratamientos de calor (agua a 55°C por 17,5 min) almacenados 7 días a 10°C en AM ($\text{O}_2:14\%$; $\text{CO}_2:2,5\%$), el CFT de 0,37 $\text{mg EAG} \cdot \text{g}^{-1}$ p.f. en los puerros MPF tratados fue significativamente mayor a los no tratados con 0,30 $\text{mg EAG} \cdot \text{g}^{-1}$ p.f. Las observaciones del CFT entre la pulpa del fruto entero y los cascos de duraznos 'Ryan sun' coinciden con las explicaciones de Dalla *et al.* (2007) sobre el aumento de producción en las vías metabólicas de antioxidantes, pues los polifenoles, carotenoides y vitamina C son producidos por las plantas para satisfacer sus necesidades en términos de defensa y protección en contra de patógenos, daños, heridas, estrés térmico, etc; no obstante, no explicarían los

resultados obtenidos entre los cascos de duraznos tratados y no tratados térmicamente, ya que en este caso los polifenoles también deberían reaccionar positivamente al 'choque térmico' aumentando su producción en los cascos tratados. Sin embargo, Koukounaras *et al.* (2008) aseguran que esta respuesta de las vías metabólicas de los antioxidantes en frutas frente al estrés depende de cada especie y variedad.

La disminución del CFT sería probablemente una consecuencia de la reducción en la actividad de la PAL, enzima principal involucrada en la síntesis de los compuestos fenólicos. Roura *et al.* (2008) indicaron que TTs suaves con agua a 50°C por 2 min, aplicados en lechuga MPF redujeron la actividad de la PAL durante 27 h después del procesamiento. Por otra parte, se podría relacionar en parte la disminución del pardeamiento (Cuadro 5) de los cascos tratados térmicamente, en consecuencia, del menor contenido de fenoles de éstos (Figura 7), pues los fenoles son sustratos para las reacciones del pardeamiento enzimático (Toivonen y Brummell, 2008).

Capacidad antioxidante (CA)

Los gramos de fruta necesarios para decolorar el 50% de 1 mg de DPPH están relacionados inversamente con la CA, ya que el DPPH es un compuesto que libera radicales libres que posteriormente son captados por los antioxidantes de la pulpa de la fruta (Zuñiga, 2005). De esta manera, la pulpa de la materia prima con un valor de $1,2 \pm 0,1$ g fruta \cdot mg⁻¹ de DPPH presentó una mayor CA al comparado con los cascos de duraznos testigos al día 1 con un valor promedio de 1,9 g fruta \cdot mg⁻¹ de DPPH).

Luego de 1 día, el TT 0,5 min con un valor de 1,4 g fruta \cdot mg⁻¹ de DPPH tuvo la mayor CA, seguido por los TTs de 6 y 15 min con valores de 1,6 g fruta \cdot mg⁻¹ de DPPH, y finalmente, el testigo y TT 30 min lograron los menores valores con 1,9 y 1,8 g fruta \cdot mg⁻¹ de DPPH, respectivamente (Cuadro 6). Por tanto, el testigo y TT 30 min tendrían menor CA, ya que se necesitaría mayor cantidad de fruta (1,8-1,9 g) para decolorar el 50% de 1 mg de DPPH. Al día 4, el TT 0,5 min (2,2 g fruta \cdot mg⁻¹ de DPPH) y TT 30 min

(1,9 g fruta · mg⁻¹ DPPH) tuvo significativamente menor CA que el testigo, TT 6 y 15 min. Al día 6, los TT de 6, 15 y 30 min tuvieron mayor CA comparados con los cascos 0,5 min (2,5 g fruta · mg⁻¹ DPPH) y con el testigo (3,5 g fruta · mg⁻¹ DPPH).

Cuadro 6. Actividad antioxidante (g de fruta · mg⁻¹ de DPPH) en cascos de duraznos ‘Ryan sun’ tratados térmicamente, y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=3) ± EE.

Tratamiento	Capacidad antioxidante (g fruta · mg ⁻¹ DPPH)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 1,9±0,0 c ^(y)	1,5±0,1 a	3,5±0,0 d
50 °C+Fruto intacto+6 min	1,6±0,0 ab	1,7±0,0 ab	1,3±0,1 a
50 °C+Fruto intacto+15 min	1,6±0,0 ab	1,5±0,1 a	1,9±0,0 b
50 °C+Fruto intacto+30 min	1,8±0,0 bc	1,9±0,0 b	1,6±0,0 ab
50 °C+Cascos+0,5 min	1,4±0,1 a	2,2±0,0 b	2,3±0,0 c

^(z) Media±EE

^(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas (p≤0,05) entre los tratamientos (n=3).

Según Dalla *et al.* (2007) los principales compuestos responsables de la capacidad antioxidante en diferentes cultivares de duraznos son la Vitamina C y el total de compuestos fenólicos. Así, probablemente al igual que la tendencia observada por Dalla *et al.* (2007) en duraznos enteros la vitamina C sería el mayor contribuyente de la CA en los cascos de duraznos ‘Ryan sun’, pues a pesar que al día 1 el testigo presentó el mayor CFT no obtuvo la mayor CA. A su vez, los TTs que mostraron menor CFT obtuvieron al mismo tiempo la mayor CA (Figura 7 y Cuadro 6).

Los autores Koukounaras *et al.* (2008) en duraznos MPF observaron que el TT (50°C por 10 min) disminuyó el contenido de ácido ascórbico, el total de fenoles solubles y la actividad decolorante del radical DPPH durante el almacenamiento (6 días a 5°C), pero no hubo diferencias significativas entre el testigo y los cascos calentados. Asimismo Tsouvaltzis *et al.* (2007), en puerros MPF tratados con agua a 55°C por 17,5 min, no obtuvieron diferencias significativas entre los tratados y los no tratados térmicamente. Sgroppo (2005) en pimientos MPF (mitades) calentados a 55°C por 1 h se detectó un aumento significativo en la CA después de 16 días de almacenamiento a 10°C. El contenido de antioxidantes en duraznos varía ampliamente entre los tipos de

variedades (pulpa fundente, no fundente) factores genéticos y medioambientales (disponibilidad de luz y agua, composición del suelo, estreses, etc.). Por lo cual, aún las respuestas de los TT a estos compuestos no están claras (Dalla *et al.*, 2007; Cantín *et al.*, 2008).

Experimento 2: Efectos de los TTS en cascotes de duraznos 'Ryan sun', obtenidos de materia prima almacenada 9 días a 0°C y 90%HR.

Tasa Respiratoria (TR)

Al día 0, se observó que los cascotes de duraznos tuvieron un valor entre 2,5 a 4,5 veces superior a la fruta intacta (Figura 8). A su vez, menores valores fueron obtenidos por los cascotes testigos con 24,1 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹. Los TTs alcanzaron posiblemente tasas más elevadas por el mayor estrés causado por la inmersión en agua a 50°C. No obstante, el día 1, los TTs de 10, 20 y 25 min bajaron abruptamente sus TRs un 34, 59 y 65%, respectivamente, comparados con el día anterior, logrando algunos de éstos TTs una menor TR que el testigo. Al día 3, el TT 25 min mostró valores levemente superiores que los demás tratamientos, pero no significativos. Después de 6 días, el testigo fue levemente mayor que el resto de los TTs.

Adicionalmente, se observó un efecto de las inmersiones de agua a 50°C en los 6 y 25 min, al reducir la TR. Por tanto, el límite de tiempo de aplicación, estaría en 25 min sobre duraznos enteros 'Ryan sun'. Mientras que para la aplicación de este tratamiento directamente sobre los cascotes de esta variedad, el tiempo límite de duración se encontraría bajo los 0,5 min.

Del mismo modo, que en las Figuras 2 y 8, los autores Ghasemnezhad *et al.* (2008) en mandarinas enteras tratadas por inmersiones en agua a 50°C por 2 min (almacenadas 8 semanas a 2°C), Lamikanra y Watson (2007) en melones MPF (agua a 60°C por 60 min, almacenados 8 días a 10°C), Steiner *et al.* (2006) en cascotes de duraznos (agua a

40°C por 50, 70 y 120 min, después de 8 días a 4°C) y Lurie (1998) observaron que los tratamientos de calor inicialmente elevaron la TR, y posteriormente durante la conservación, la TR declinó alcanzando valores iguales o incluso más bajos que la fruta entera o MPF que no recibió el TT.

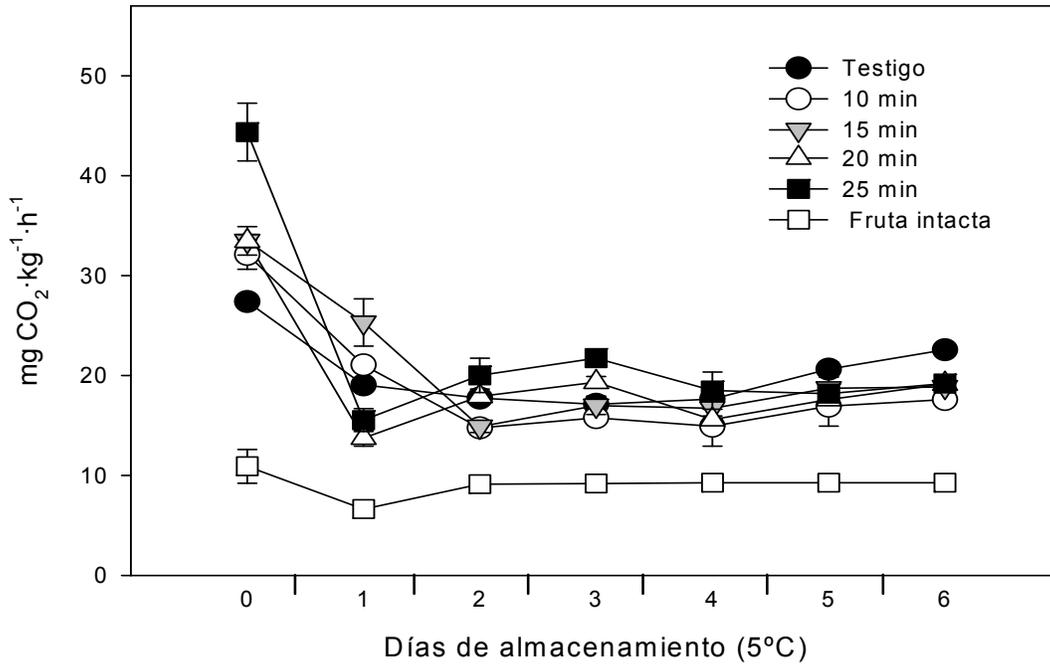


Figura 8. Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) en duraznos enteros y cascos 'Ryan sun' tratados térmicamente, y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media ($n=3$) \pm EE.

Color

Luminosidad: Los valores de L, fueron afectados por la duración de los TTs (Figura 9). El día 1, la luminosidad inicial del testigo fue de 67,7, similar a los TT 15 y 20 min con los valores de 67,1 y 65,9, respectivamente. Los menores valores de L los obtuvieron los TTs de 10 y 25 min, con 59,2 y 58,9, respectivamente. Después de 4 días, los tratamientos con menor luminosidad significativamente fueron TT 10 y 25 min (57,9-58,2), mientras que la mayor luminosidad la presentó el testigo junto a TT 15 min, con 68,4 y 67,6, respectivamente. El TT por 20 min mostró valores intermedios entre 62 y

64. Finalmente, luego de 6 días los tratamientos que tuvieron una menor caída de la luminosidad fueron el testigo y el TT 15 min.

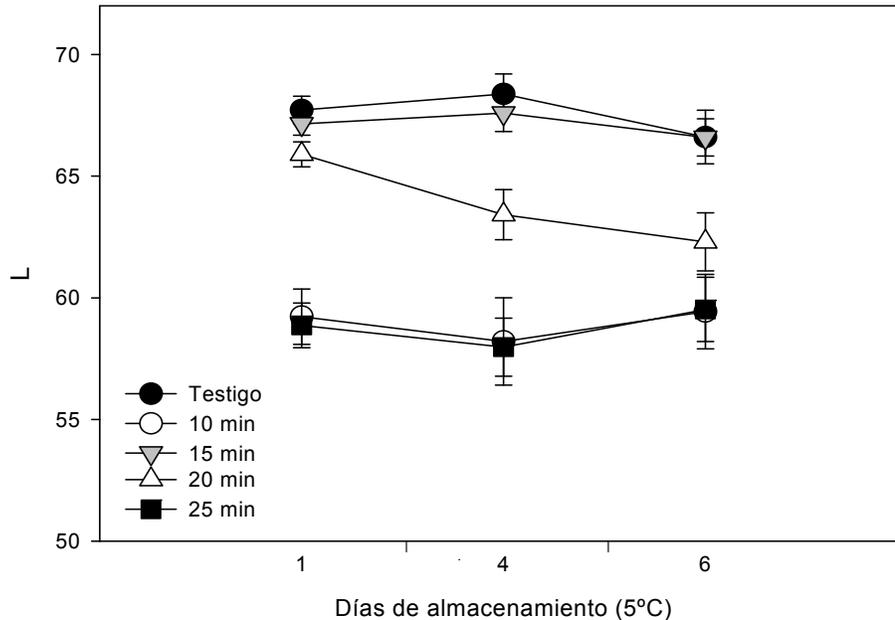


Figura 9. Luminosidad (L) en cascos de duraznos ‘Ryan sun’ tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Los TT 15 min y el testigo fueron significativamente los mejores tratamientos en retener la luminosidad, luego de 6 días a 5°C, sin embargo, a partir de los 8 días si se observaron diferencias entre el testigo y el TT 15 min (experimento 1), por lo cual los TT aplicados fueron efectivos en retener la luminosidad, así como postulan Abreu *et al.* (2003), existe un efecto beneficioso del TT retardando la caída de la luminosidad (L) durante el almacenamiento. El tiempo adecuado de aplicación sobre el fruto intacto en la variedad ‘Ryan sun’ para obtener este efecto positivo sobre el pardeamiento se encontraría cercano a los 15 min.

Tono: Al día 1, los tratamientos testigo, TT 15 y 20 min presentaron los valores más altos entre 86,1° y 85,2°. Mientras que, TT 10 y 25 min mostraron valores significativamente bajos de 82,2° y 83,7°, respectivamente (Cuadro 7). Luego de 4 días,

el testigo fue significativamente igual a los TT de 15 y 20 min. Por lo tanto, los TTs aplicados no fueron efectivos en retardar la disminución de H°, porque los mejores tratamientos 15 y 20 min sólo igualaron los valores del testigo durante los primeros 4 días a 5°C.

De acuerdo a ambos experimentos, los TTs de 10 y 25 min del experimento 2 y el TT 0,5 min del experimento 1, no retardaron la disminución de H°, y obtuvieron un mayor pardeamiento en los cascos como se pudo observar en los Cuadros 5 y 8.

Cuadro 7. Tono (H°) y saturación (C*) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Tratamiento	Tono (H°)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+10 min	^(z) 86,1±0,1 c ^(y)	85,6±0,1 b	83,3±0,1 ns
50 °C+Fruto intacto+10 min	82,2±0,1 a	82,4±0,1 a	82,3±0,1 ns
50 °C+Fruto intacto+15 min	86,1±0,1 c	84,7±0,1 ab	84,0±0,1 ns
50 °C+Fruto intacto+20 min	85,2±0,1 bc	83,7±0,1 ab	82,9±0,1 ns
50 °C+Fruto intacto+25 min	83,7±0,1 ab	83,3±0,1 a	83,0±0,1 ns
Tratamiento	Saturación (C*)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+10 min	47,2±0,7 ns ^(x)	43,9±0,7 ns	45,0±0,5 ns
50 °C+Fruto intacto+10 min	46,6±0,5 ns	43,5±0,7 ns	44,4±0,6 ns
50 °C+Fruto intacto+15 min	47,1±0,5 ns	44,8±0,5 ns	44,2±0,6 ns
50 °C+Fruto intacto+20 min	47,3±0,6 ns	45,9±0,6 ns	45,0±0,7 ns
50 °C+Fruto intacto+25 min	46,8±0,5 ns	44,3±0,7 ns	43,8±0,7 ns

^(z) Media±EE

^(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas (p≤0,05) entre los tratamientos (n=33).

^(x) ns: no significativa

Saturación: En general, la saturación no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos, los valores al día 1 fueron de 46,8 a 47,3, al día 4 de 43,5 a 45,9 y el día 6 de 43,8 a 45,0, mostrando una disminución estimada del 6% con respecto al día 1 (Cuadro 7). Contrariamente a lo observado en el experimento 1, donde se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con valores superiores al testigo para el TT de 15 min. Es posible que la discordancia entre los resultados de ambos

experimentos sea debido a la influencia de estreses secundarios, como el estrés producido por el mayor tiempo de almacenamiento (10 días) de la materia prima, pues 'Ryan sun' es una variedad de corta vida postcosecha.

Firmeza

Al día 1, la firmeza del testigo y TT 15 min fueron de 2,6 kg-f y 2,5 kg-f, respectivamente. Estos valores fueron mayores que el TT de 25 min que obtuvo un valor significativamente menor de 1,6 kg-f. Los TTs de 10 min y 20 min obtuvieron valores intermedios de 2,0 kg-f y 2,2 kg-f, respectivamente, levemente más blandos que el testigo, pero no fueron significativos (Figura 10). Al día 4, los valores de la firmeza en el testigo, TT 15 y 20 min cayeron aproximadamente entre un 10 y 15%, mientras que el TT 10 min un 39% y TT 25 min un 24 %, siendo estos últimos dos tratamientos los más blandos.

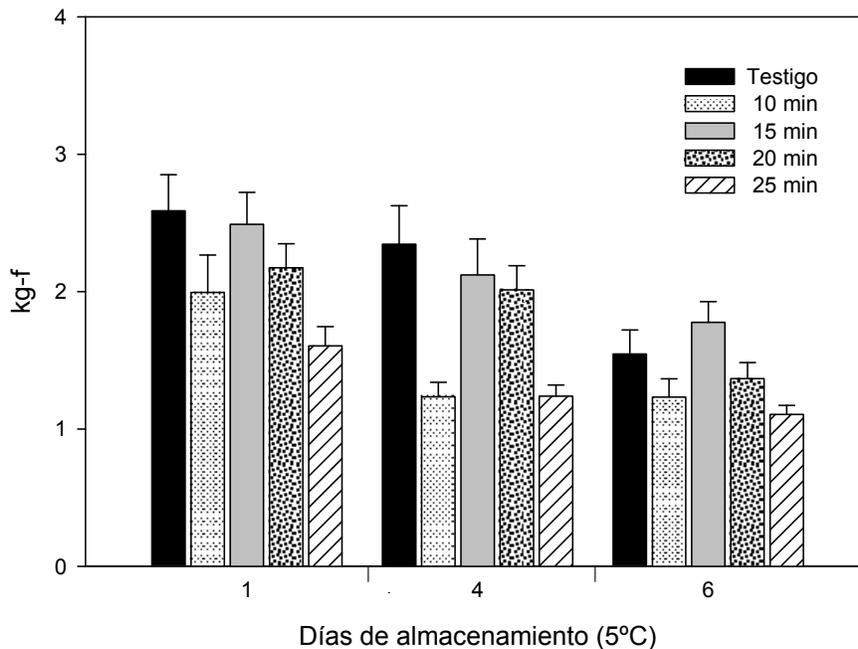


Figura 10. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Al día 6, el testigo y el TT 20 min cayeron fuertemente, mientras que el TT 15 min decayó levemente alcanzando el mayor valor con 1,8 kg-f significativamente. Por lo

cual, al igual que en el experimento 1 (Figura 4) se observó que el TT, inmersión en agua a 50°C, en fruta intacta antes de procesar durante 15 min, retardó significativamente la caída de la firmeza en los cascos de duraznos.

Varios autores atribuyen este efecto positivo de los TTs sobre la firmeza, debido a que la pérdida de la integridad de la membrana celular con el incremento de la temperatura es gradual, reparable y posiblemente reversible hasta cuando se alcanza una temperatura letal (Paull y Chen, 2000; Zhou *et al.*, 2002). Así, aplicando temperaturas bajo el umbral letal, mantendrían la integridad de la membrana celular por más tiempo generando proteínas de 'choque térmico' (PCT). Las PCT son un grupo de proteínas protectoras inducidas o cada vez más expresadas en células procariotas y eucariotas en respuesta a muchos factores medioambientales incluyendo frío, calor y una variedad de otros estímulos fisicoquímicos, incluyendo el estrés oxidativo (Kotak *et al.*, 2007). Aunque, las PCT juegan un rol central en la mantención de la estabilidad celular a través de funciones de 'chaperon', plegando y ensamblando proteínas, polipéptidos inmaduros o dañados (Kotak *et al.*, 2007; Wahid *et al.*, 2007). Así, los productos citológicos que se obtienen debido a la exposición a altas temperaturas (>45°C) han sido descritas e incluyen la coagulación del citoplasma, la citólisis, los cambios nucleares, la alteración de la mitosis, la inhibición de la corriente protoplasmática, hay además un incremento en la viscosidad protoplásmica y una pérdida de la permeabilidad de la membrana. En cambio, las bajas temperaturas (<40°C) no tienen efectos observados en la citología. Las frutas calentadas también cambian la estructura de la cutícula reduciendo el número de fisuras en manzanas (Paull y Chen, 2000), permeabilidad de la cutícula en duraznos y aumentando la pérdida de agua en pomelo (Porat *et al.*, 2000).

Calidad sensorial

Apariencia. Al día 1, la apariencia del TT 25 min tuvo una puntuación de 5,5 evaluada como una apariencia menos que regular (ANEXO II), el TT 10 min tuvo una apariencia regular de 7,5 y finalmente el testigo, TT 15 y 20 min tuvieron una apariencia más que regular y buena alcanzando valores superiores a 9 puntos (Figura 11 y Cuadro 8). Al día 4, la apariencia del TT 10 min cayó un 43% logrando una apariencia deficiente con un valor de 4,4, el TT 20 min pasó a tener una apariencia regular y el testigo junto con TT 15 min se mantuvieron en una apariencia más que regular. Al día 6, sólo el testigo y TT 15 min tuvieron una apariencia de regular a más que regular, mientras que el resto de los tratamientos fueron evaluados con una apariencia mala con valores inferiores a 3,3.

Por lo tanto, la apariencia fue afectada por los TTs suaves dependiendo de la duración y el momento de aplicación (antes o después de cortar los cascos), en el experimento 2 el mejor TT alcanzó la misma apariencia del testigo luego de 6 días a 5°C fue de 15 min. No obstante, en el experimento 1 se observó diferencias entre el TT y el testigo a partir de los 8 días a 5°C, ya que después del día 6 la apariencia del testigo cayó abruptamente (Figura 6 y Cuadro 5).

Pardeamiento. Al día 1 en los cascos de duraznos de los TTs de 10 y 25 min fue evaluado como levemente alto con valores de 8,3 y 8,0, respectivamente, el resto de los tratamientos obtuvo un pardeamiento suave o bajo (Cuadro 8 y Figura 11). Al día 4, el testigo y TT 15 min fueron los tratamientos con menores valores, 5,5 y 6,3, respectivamente, alcanzando un pardeamiento levemente suave, mientras que los TTs 20 y 25 min fueron levemente altos, y el TT 10 min obtuvo el mayor pardeamiento. Luego de 6 días, 3 tratamientos (TT 10, 20 y 25 min) se evaluaron con un pardeamiento alto, el testigo entre normal a levemente alto y el mejor tratamiento evaluado por el panel TT 15 min con un pardeamiento aún levemente bajo. Finalmente, se observó el retraso del pardeamiento en el TT 15 min.



Figura 11. Apariencia en los cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5 °C.

Cuadro 8. Apariencia y pardeamiento en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=12) ± EE.

Tratamiento	Apariencia		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+10 min	⁽¹⁾ 9,9±0,8 b ^(y)	9,2±0,9 c	7,5±1,0 b
50 °C+Fruto intacto+10 min	7,5±0,9 ab	4,4±0,7 a	3,3±0,6 a
50 °C+Fruto intacto+15 min	10,2±0,8 b	8,8±0,5 c	8,7±1,0 b
50 °C+Fruto intacto+20 min	9,3±0,6 b	7,4±0,6 bc	3,2±0,5 a
50 °C+Fruto intacto+25 min	5,5±0,4 a	5,8±0,4 ab	2,9±0,6 a

Tratamiento	Pardeamiento		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+10 min	4,7±0,9 a	5,5±1,1 a	7,6±1,0 ab
50 °C+Fruto intacto+10 min	8,3±0,8 b	10,7±0,9 b	10,8±0,7 b
50 °C+Fruto intacto+15 min	4,5±0,9 a	6,3±0,9 a	5,6±0,9 a
50 °C+Fruto intacto+20 min	4,9±0,8 a	8,2±0,6 ab	10,1±1,0 b
50 °C+Fruto intacto+25 min	8,0±0,4 b	8,5±0,7 ab	11,0±1,2 b

⁽²⁾Media±EE

^(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (n=12).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el ítem de calidad sensorial del experimento 1, y con los autores Koukounaras *et al.* (2008) y Steiner *et al.* (2006) donde no todos los TTs demostraron prevenir el pardeamiento y mantener la apariencia.

Vida útil del producto

Los principales parámetros considerados en este estudio para determinar la vida útil de los cascos de duraznos 'Ryan sun' fueron la calidad sensorial y los recuentos microbiológicos. La apariencia de los cascos del tratamiento testigo se observó buena o más que regular dentro de los 4 días de almacenamiento a 5°C y el pardeamiento fue levemente suave, pero luego de 6 días se vió un aumento del pardeamiento por sobre lo regular que debería tener el producto, y por ende, provocaría un rechazo por el consumidor (Figura 6 y Cuadro 5; Figura 11 y Cuadro 8). Adicionalmente, los recuentos de bacterias aerobias mesófilas y de enterobacterias luego de 6 días se encuentran dentro de los límites considerados riesgoso para la salud (MINSAL, 1997), impidiendo la comercialización del producto.

Con estos antecedentes se propondría una vida útil de 4 días para los cascos de duraznos 'Ryan sun' envasados en aire y sin agentes antipardeantes del presente estudio.

No obstante, el TT 15 min tuvo una apariencia buena y un pardeamiento levemente bajo a los 6 días. Además, de presentar luego de 6 días recuentos aptos para el consumo según el MINSAL (1997). Lo que propondría una vida útil de 6 días, no obstante, cabe considerar que los parámetros de sabor y jugosidad a los 6 días fueron levemente bajos, y podrían ocasionar un rechazo del consumidor.

II.5. CONCLUSIONES

De acuerdo a la hipótesis y objetivos planteados en este trabajo se concluye que:

Experimento 1

- Las inmersiones en agua a 50°C por 15 min en pre-corte fue efectivo en retardar el pardeamiento, en mantener el color y la firmeza en los cascos de duraznos 'Ryan sun'.
- No es posible aplicar tratamientos térmicos de agua a 50°C directamente sobre los cascos de duraznos 'Ryan sun'.
- En términos generales, los tratamientos térmicos aplicados no fueron efectivos en reducir la carga de microorganismos. No obstante, se sugiere un sistema de lavado continuo para mejorar la efectividad de la remoción superficial.
- La aplicación de tratamientos térmicos a 50°C en pre-corte durante 6-30 min y en post-corte de 0,5 min, disminuyeron el contenido de fenoles totales. Por el contrario, éstos mismos mantuvieron la capacidad antioxidante de los cascos de duraznos luego de 6 días a 5°C.
- De acuerdo a los parámetros microbiológicos y sensoriales se sugiere conservar (5°C) hasta 6 días los cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente (agua a 50°C por 15 min) y los no tratados hasta 4 días.

Experimento 2

- Los tratamientos térmicos a 50°C entre 20-25 min (sobre el fruto entero) fueron efectivos en disminuir la tasa respiratoria en los cascos de duraznos 'Ryan sun' durante los primeros 2 días de conservación a 5°C.
- El tratamiento térmico a 50°C durante 15 min fue el más efectivo en mantener la apariencia, el color y la firmeza. Además de controlar el pardeamiento.
- Es necesario evaluar otras metodologías de aplicación de tratamientos térmicos, que contemplen distintas condiciones previas y posteriores de aplicación, así como diferentes temperaturas y tiempos de inmersión sobre los duraznos.

II.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS, CAPÍTULO II:

ABREU, M.; BEIRAO-DA-COSTA S.; GONZALVES, E.; BEIRAÕ-DA-COSTA, M. and MOLDAÕ-MARTINS, M. 2003. Use of mild heat pre-treatments for quality retention of fresh-cut 'Rocha' pear. *Postharvest Biology and Technology* 30: 153-160.

AGUAYO, E. 2003. Innovaciones Tecnológicas en la conservación de tomate y melón procesado en fresco. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España. 386 p.

AHVENAINEN, R. 1996. [New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables](#). *Trends in Food Science & Technology* 7: 179-187.

ALEGRIA, C.; PINHEIRO, J.; GONÇALVES, E.; FERNANDES, I.; MOLDÃO, M. and ABREU, M. 2009. Quality attributes of shredded carrot (*Daucus carota* L. cv. Nantes) as affected by alternative decontamination processes to chlorine. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10: 61-69.

ALEGRIA, C.; PINHEIRO, J.; GONÇALVES, E.; FERNANDES, I.; MOLDÃO, M. and ABREU, M. 2010. Evaluation of a pre-cut heat treatment as an alternative to chlorine in minimally processed shredded carrot. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11: 155-161.

ALLENDE, A.; TOMÁS-BARBERÁN, F. and GIL, M. 2006. Minimal processing for healthy traditional foods. *Trends in Food Science and Technology* 17: 513-519.

BARRY-RYAN, C.; PACUSSI, J. and O'BEIRNE, D. 2000. Quality of shredded carrots as affected by packaging film and storage temperature. *Journal Food Science* 65: 726-730.

BEIRAÖ-DA-COSTA, S.; STEINER, A.; CORREIA, L.; EMPIS J. and MOLDAÖ-MARTINS, M. 2006. Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit. *Journal of Food Engineering* 76: 616–625.

BERGER, H. 2004. Situación comercial, técnica y de innovación de los productos mínimamente procesados en el Gran Santiago, Chile. Pp 1-6. *En: Simposium “Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados en Iberoamérica”*. San José, Costa Rica. Abril 28-30, 2004. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER M. and BERSET C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology* 28: 25-30.

BRECHT, J. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *Horticultural Science* 301: 8–22.

BUDDE, C.; POLENTA, G.; LUCANGELI, C. and MURRAY, R. 2006. Air and immersion heat treatments affect ethylene production and organoleptic quality of ‘Dixiland’ peaches. *Postharvest Biology and Technology* 41: 32-37.

CANTÍN, C.; MORENO, M. and GOGORCENA, Y. 2009. Evaluation of the Antioxidant Capacity, Phenolic Compounds, and Vitamin C Content of Different Peach and Nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] Breeding Progenies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57: 4586-4592.

CANTWELL, M. and SUSLOW, T. 2002. Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. Pp 445-463. In: Kader, A.A.(Ed), *Postharvest technology of horticultural crops*. Third edition. Pub 3311. University of California, United States.

DALLA, A.; MIGNANI, I.; SPINARDI, A.; GALVANO, F. and CIAPPELLANO, S. 2007. The antioxidant profile of three different peaches cultivars (*Prunus persica*) and their short-term effect on antioxidant status in human. *European Food Research Technology* 225: 167–172.

- GHASEMNEZHAD, M.; MARSH, K.; SHILTON, R.; BABALAR, M. and WOOLF, A. 2008. [Effect of hot water treatments on chilling injury and heat damage in 'satsuma' mandarins: Antioxidant enzymes and vacuolar ATPase, and pyrophosphatase.](#) Postharvest Biology and Technology 48: 364-371.
- FALLIK, E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). Postharvest Biology and Technology 32: 125–134.
- GORNY, J.; HESS-PIERCE, B. and KADER, A. 1998. Effects of fruit ripeness storage temperature on the deterioration rate of fresh-cut peach and nectarine slices. Postharvest Biology and Technology 33: 110-113.
- HEREDIA, B. and CISNEROS, L. 2009. The effect of exogenous ethylene and methyl jasmonate on PAL activity, phenolic profiles and antioxidant capacity of carrots (*Daucus carota* L.) under different wounding intensities. Postharvest Biology and Technology 51: 242-249.
- MALAKOU, A. and NANOS, G. 2005. A combination of hot water treatment and modified atmosphere packaging maintains quality of advanced maturity 'Caldesi 2000' nectarines and 'Royal Glory' peaches. Postharvest Biology and Technology 38: 106-114.
- MARGOSAN, D.; SMILANICK, J.; SIMMONS, G. and HENSON, D. 1997. Combination of hot water and ethanol to control postharvest decay of peaches and nectarines. Plant Disease 81: 1405–1409.
- MARTÍN-DIANA, A.; RICO, D.; FRÍAS, J.; HENEHAN, G.; MULCAHY, J.; J. BARAT and BARRY-RYAN, C. 2006. Effect of calcium lactate and heat-shock on in fresh-cut lettuce during storage. Journal of Food Engineering 77: 1069–1077.
- MCGUIRE, R. 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience 27: 1254-1255.

MINISTERIO DE SALUD DE CHILE (MINSAL). 1997. Reglamento Sanitario de los Alimentos actualizado en abril 2009. Disponible en: http://juridico1.minsal.cl/977_de_1996.doc. Leído el 04 de Abril de 2011.

KLAIBER, R.; BAUR, S.; WOLF, G.; HAMMES, W. and CARLE, R. 2005. Quality of minimally processed carrots as affected by warm water washing and chlorination. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 6: 351-362.

KOTAK, S.; LARKINDALE, J.; LEE, U.; KOSKULL-DÖRING, P.; VIERLING, E. and SCHARF, K. 2007. Complexity of the heat stress response in plants. *Plant Biology* 10: 310-316.

KOUKOUNARAS, A.; DIAMANTIDIS, G. and SFAKIOTAKIS, E. 2008. The effect of heat treatment on quality retention of fresh-cut peach. *Postharvest Biology and Technology* 48: 30-36.

LAMIKANRA, O. and WATSON, M. 2007. Mild heat and calcium treatment effects on fresh-cut cantaloupe melon during storage. *Food Chemistry* 102: 1383-1388.

LARKINDALE, J.; HALL, J.; KNIGHT, M. and VIERLING, E. 2005. Heat stress phenotypes of *Arabidopsis* mutants implicate multiple signaling pathways in the acquisition of thermotolerance. *Plant Physiology* 138: 882–897.

LUCHSINGER, L. y WALSH, C. 1997. Problemática de la exportación de duraznos, nectarines y ciruelas. I parte: Índices de cosecha. *Aconex* 55: 5-10.

LURIE, S. 1998. Review Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology* 14: 257–269.

PAREDES, C. 2010. Conservación de manzanas (*Malus domestica Borkh.*) variedad 'Fuji' mínimamente procesadas. Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 49 p.

PAULL, R. and CHEN, N. 2000. Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology* 21: 21-37.

PORAT, R.; PAVONCELLO, D.; BEN-HAYYIM, G. and LURIE, S. 2002. A heat treatment induced the expression of a Na⁺/H⁺ antiport gene (cNHX1) in citrus fruit. *Plant Science* 162: 957-963.

RICO, D.; MARTÍN-DIANA, A.; BARAT, J. and BARRY-RYAN, C. 2007a. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science and Technology* 18: 373-386.

RICO, D.; MARTÍN-DIANA, A.; FRÍAS, J.; BARAT, J.; HENEHAN, G. and BARRY-RYAN, C. 2007b. Improvement in texture using calcium lactate and heat-shock treatments for stored ready-to-eat carrots. *Journal of Food Engineering* 79: 1196–1206.

RODRÍGUEZ, S.; CASÓLIBA, R.; QUESTA, A. and FELKER, P. 2005. Hot water treatment to reduce chilling injury and fungal development and improve visual quality of two *Opuntia ficus indica* fruit clones. *Journal of Arid Environments* 63: 366-378.

ROURA, S.; PEREYRA, L. and DEL VALLE C. 2008. Phenylalanine ammonia lyase activity in fresh cut lettuce subjected to the combined action of heat mild shocks and chemical additives. *LWT- Food Science and Technology* 41: 919-924.

SCHLIMME, D. 1995. Marketing lightly processed fruits and vegetables. *HortScience* 30: 15-17.

SCHÖFFL, F.; PRÄNDL, R. and REINDL, A. 1998. Regulation of the Heat-Shock response. *Plant Physiology* 117: 1135–1141.

SGROPPO, S.; LLANO, A. and CHAVES, K. 2005. Aplicación de tratamientos térmicos a pimientos cherry (*C. annuum*, L. Cv “cherry”) cortados. Resumen E-058. *In: V*

Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos, CIBIA V. Septiembre de 2005. Puerto Vallarta, Jalisco, México. Universidad nacional del nordeste, Facultad de Comunicaciones científicas y tecnológicas. Buenos Aires, Argentina.

SOLIVA-FORTUNY, R. and MARTÍN-BELLOSO, O. 2003. [New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review](#). Trends in Food Science and Technology 14: 341-353.

STEINER, A.; ABREU, M.; CORREIA, L.; BEIRAO-DA-COSTA, S.; LEITAO, E.; BEIRAO DA- COSTA, M.; EMPIS, J. and MOLDAO-MARTINS, M. 2006. Metabolic response to combined mild heat pre-treatments and modified atmosphere packaging on fresh-cut peach. European Food Reserch Technolgy 22: 217–222.

TOIVONEN, P. and BRUMMELL, D. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. Postharvest Biology and Technology 48: 1-14.

VICENTE, A.; MARTÍNEZ, G.; CIVELLO, P. and CHAVES, A. 2002. [Quality of heat-treated strawberry fruit during refrigerated storage](#). Postharvest Biology and Technology 25: 59-71.

VICENTE, A.; COSTA, M.; MARTÍNEZ, G.; CHAVES A. and CIVELLO, P. 2005. Effect heat treatments on cell wall degradation and softening in strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology 38: 213-222.

VICENTE, A.; MARTÍNEZ, G.; CHAVES, A. and CIVELLO, P. 2006. Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage. Postharvest Biology and Technology 40:116-122.

VELIOGLU, Y.; MAZZA, G.; GAO, L. and OOMAH, B. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. Journal of Agricultural Food Chemistry 46: 4113-4117.

VOSS, D. 1992. Relating colorimeter measurement of plant color to the royal horticultural society colour chart. HortScience 27: 1256-1260.

WAHID, A.; GELANI, S.; ASHRAF, M. and FOOLAD, M. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. Environmental and Experimental Botany 61: 199–223.

WU, X.; BEECHER, G.; HOLDEN, J.; HAYTOWITZ, D.; GEBHARDT, S. and PRIOR, R. 2004. [Lipophilic and Hydrophilic Antioxidant Capacities of Common Foods in the United States](#). Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 4026-4037.

ZHOU, T.; XU, S.; SUN, D. and WANG, Z. 2002. Effects of heat treatment on postharvest quality of peaches. Journal of Food Engineering 54:17-22.

ZUÑIGA, M. 2005. Caracterización de fibra dietaria en orujo y capacidad antioxidante en vino, hollejo y semilla de uva. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 68p.

CAPÍTULO III

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN LA CALIDAD DE LA VARIEDAD DE DURAZNO 'Pomona' MÍNIMAMENTE PROCESADA EN FRESCO

RESUMEN

En los últimos 9 años la superficie de duraznos del tipo 'pavia' en Chile ha aumentado un 34%, y su destino principal es la agroindustria. Los duraznos de las variedades del tipo 'pavia' mantienen su firmeza durante el almacenaje postcosecha. Dentro de los principales problemas de los productos MPF se encuentra el ablandamiento y el pardeamiento. Adicionalmente, los consumidores están en búsqueda de productos MPF más saludables sin el uso de conservantes químicos, y es así, como las nuevas tecnologías proponen tratamientos físicos como los tratamientos térmicos suaves para retardar el pardeamiento y el uso de variedades apropiadas que naturalmente sean menos propensas al ablandamiento. En el presente estudio se evaluó el efecto de los tratamientos térmicos suaves en la calidad de duraznos del tipo 'pavia' variedad 'Pomona'. Se utilizaron diferentes combinaciones de tratamientos térmicos por inmersión de agua a 50°C (momento de aplicación y duración). La acidez titulable, el pH, la pérdida de peso, los recuentos de microorganismos mesófilos y psicrófilos, y los parámetros sensoriales de pardeamiento, firmeza, jugosidad y sabor no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los tratamientos térmicos (agua a 50°C) sobre los 20 min afectaron negativamente la calidad de los cascos de duraznos 'Pomona'. La tasa respiratoria disminuyó en cascos de duraznos obtenidos de frutos tratados térmicamente. Los tratamientos térmicos de 5-6 min a 50°C aplicado en el fruto intacto fueron los más efectivos en mantener la calidad en los duraznos MPF, donde se observó que los tratamientos térmicos suaves afectaron el color (L, H° y C*), principalmente el parámetro L y la firmeza, positivamente, junto con disminuir la carga de enterobacterias, hongos y levaduras.

PALABRAS CLAVE: Duraznos conserveros, tratamientos térmicos suaves, procesado mínimo.

ABSTRACT

In the last 9 years, the cling-stone peach surface in Chile has been increased by 34%, and it has been destined to processing. The clingstone type peaches are varieties that maintain the firmness during storage. The principal problems of fresh-cut products are the softening and browning. Due to, consumers demand healthier products, free of chemical preservatives, new technologies based on physical treatments such as mild heat treatments (MHT) are proposed for retarding browning, whereas the use of suitable varieties that naturally are less susceptibility to softening. In the present study, the effect of MHT on the quality of 'Pomona' clingstone peach was evaluated. Different combinations of heat treatments by immersion in water at 50°C (time of application and duration) were applied. Titratable acidity, pH, weight loss, aerobic mesophilic bacteria and psychrotrophic counts, and sensorial parameters (browning, firmness, juiciness and flavor) did not show statistically significant differences among treatments. Heat treatments (water at 50°C) over 20 min showed negative effect on the quality of 'Pomona' peach slices. Respiration rate decreased in peach sliced obtained from heat treated whole fruit. The MHT between 5-6 min (at 50°C, on whole fruit previous processing) were most effective in maintaining quality on the fresh-cut peach, where MHT favorably affected colour (L, H° y C*), mainly L value and firmness and at the same time, reduce enterobacteriaceae, mold and yeast loads.

KEY WORDS: non-melting peaches, mild heat treatments, minimally processing

III.1. INTRODUCCIÓN

La superficie de variedades de duraznos conserveros en Chile ha aumentado en un 34,4% los últimos 8 años, mientras que la superficie de duraznos para consumo fresco, ha decrecido casi un 45% (ODEPA, 2011). Por ende, la producción nacional de duraznos conserveros ha tenido una evolución positiva registrándose una expansión de las inversiones. Dentro de los productos agrícolas procesados, se destacó el año 2006 alcanzando ventas de US\$ 50,2 millones. No obstante, debido a la competencia externa, la industria procesadora redujo los volúmenes de compra obligando a los productores a estrechar sus márgenes de utilidad, por lo que, la expansión de la actividad obedece al esfuerzo de compensar la caída en los precios con aumentos de volumen. En general, los precios pagados por la agroindustria han sido variables año a año, y además ante el complejo escenario económico, las empresas observan una disminución en los precios pagados al productor (PROCHILE, 2010; ODEPA, 2011).

La mayoría de los duraznos comercializados en fresco pertenecen al grupo de duraznos de pulpa 'fundente'. Los cuales presentan un rápido ablandamiento de la pulpa durante la maduración, mientras que los duraznos de pulpa 'no fundente' (conserveros) están caracterizados por un ablandamiento limitado (Haji *et al.*, 2005). Los caracteres 'fundente' y 'no fundente' son controlados por un sólo gen, que es recesivo en los tipos 'no fundentes'. Los tipos 'no fundentes' se asocian directamente al término 'pavia', ya que el carozo de estos tipos de duraznos no se desprende fácilmente (Bailey y French, 1949; Peace *et al.*, 2005).

La mayor parte de la producción de duraznos 'pavias' son destinados a la industria, debido a la mantención de la firmeza de la pulpa después del procesamiento en las fábricas conserveras. Adicionalmente, el durazno 'pavia', se caracteriza por tener además, una mayor concentración de sólidos solubles a cosecha y un color parejo de la pulpa, ya que normalmente no presenta color rojizo cerca del carozo (Gratacós, 2002).

Las principales problemáticas para extender la vida útil de las frutas (MPF) son el ablandamiento y el pardeamiento (Toivonen y Brummell, 2008). En consecuencia, si se utilizaran variedades comunes de duraznos de consumo fresco (pulpa fundente) en las prácticas de mínimo proceso, se necesitaría cosechar la materia prima antes de la madurez de consumo, para resistir el procesamiento (Gorny *et al.* 1998). De esta manera, no alcanzarían los aromas, ni sabores de madurez de consumo pleno. Por lo cual, los duraznos del tipo 'pavía' ofrecen un potencial para lograr una mejor firmeza durante la comercialización de cascos de duraznos y una materia prima con madurez de consumo que pueda resistir la preparación del producto. Así, los duraznos 'pavías' MPF tendrían un sabor y un estado de firmeza más agradable para el consumidor durante el período de comercialización (Porter, 1996).

Los tratamientos de calor suaves han sido usados en tecnología postcosecha de las frutas para retrasar la maduración y modificar las respuestas de las frutas a otros estreses (Lurie, 1998; Paull y Chen 2000). El calor puede causar estrés en los tejidos de la fruta con diferentes niveles de severidad dependiendo principalmente de la temperatura, tiempo de exposición, especie e incluso la variedad (Lurie, 1998; Koukounaras *et al.*, 2008). Asimismo, TTs suaves aplicados en frutas MPF como manzanas (Abreu *et al.*, 2003), duraznos (Koukounaras *et al.*, 2008), kiwis (Beirao-da-Costa *et al.*, 2006) y melón (Lamikanra *et al.*, 2007) preservaron la firmeza y presentaron una disminución del pardeamiento. Adicionalmente, frutillas enteras tratadas térmicamente mostraron una reducción de la carga microbiana (Vicente *et al.*, 2002; Lara *et al.*, 2006).

Existe un amplio interés internacional en estudios de aplicaciones de TTs suaves para extender el período de comercialización de frutas MPF, pues el estrés térmico producido, dependiendo del tejido, podría inducir los mecanismos de defensa y la síntesis de proteínas de 'choque térmico', que conferirían termo tolerancia al tejido protegiendo a las proteínas de la desnaturalización o de daños irreversibles (Ferguson *et al.*, 2000).

En este trabajo se evaluó la calidad de cascos de durazno 'Pomona' sometidos a una combinación entre diferentes tiempos de inmersión en agua a 50°C en distintos momentos del proceso, bajo almacenaje refrigerado (5°C y 90% HR).

HIPÓTESIS

La aplicación de tratamientos térmicos suaves, mediante inmersión en agua a 50°C mantienen los atributos físicos, microbiológicos y las características organolépticas de calidad de cascos de duraznos 'Pomona'.

OBJETIVO

Evaluar el efecto de los diferentes tratamientos de térmicos a base de la inmersión de agua a 50°C, en dos momentos de aplicación (en la fruta entera previo al procesamiento o en los cascos de duraznos) y distintos tiempos de duración, sobre la calidad de cascos de duraznos 'Pomona'.

III.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de trabajo. La parte experimental y los análisis se realizaron según lo descrito en la sección de materiales y métodos del capítulo II (pág.23).

Materia prima. Se utilizó la variedad de durazno de pulpa 'no fundente' 'Pomona'. Se seleccionaron frutos de un huerto privado del productor Walter Kunze Wagemann, ubicado en la Comuna de Calera de Tango, Región Metropolitana (33° 38' Latitud sur y 70° 45' longitud oeste). Estos frutos presentaron ausencia de defectos y daños visuales. Los frutos se cosecharon cuando el color de fondo viró a amarillo y con una firmeza aproximada a la que utilizan en la industria entre 3,5-4,5 kg-f. La fecha de cosecha fue el 14 de abril de 2009.

Caracterización de la fruta. Previo al procesamiento, se realizó una caracterización de la fruta tomando 24 frutos representativos a los cuales se les evaluó: el peso, el color de fondo y de pulpa, los sólidos solubles totales (%), el pH, la acidez titulable y la firmeza en los hombros, ecuador, sutura y punta (Apéndice III).

Tratamientos. Este estudio consistió en dos experimentos, con 5 tratamientos cada uno. Los tratamientos térmicos consistieron en una combinación de 2 momentos de aplicación (fruta intacta previo al procesamiento o directamente a los cascotes) y la duración del tiempo de inmersión en agua a 50°C. El detalle de los tratamientos se describe en el Cuadro 9.

Procesado. Se determinó según la metodología de procesado descrita en los materiales y métodos del capítulo II (Figura 12; Apéndices I y II).

Cuadro 9. Tratamientos aplicados a la variedad de duraznos ‘Pomona’, momento, duración y temperatura de la inmersión en agua potable.

Experimento 3 ^(y)		
(almacenamiento: 6 días a 5 °C)		
Temp. Agua (°C)	Momento aplicación TT ^(z)	Tiempo inmersión (min)
5 (Testigo)	Fruto intacto	6
50	Fruto intacto	6
50	Fruto intacto	15
50	Fruto intacto	30
50	Cascos	0,5
Experimento 4 ^(x)		
(almacenamiento: 6 días a 5 °C)		
Temp. Agua (°C)	Momento aplicación TT	Tiempo inmersión (min)
5 (Testigo)	Fruto intacto	5
50	Fruto intacto	5
50	Fruto intacto	10
50	Fruto intacto	15
50	Fruto intacto	20

(z)TT: Tratamiento térmico

(y) La materia prima fue almacenada en una cámara a 0°C por 1 día antes del procesamiento

(x) La materia prima fue almacenada en una cámara a 0°C por 9 días antes del procesamiento



Figura 12. Procesamiento de la fruta entera para la obtención de cascos de duraznos ‘Pomona’ almacenados a 5°C durante 6 días, a) pesaje materia prima; b) Inmersión en agua a 5°C por 5 min; c) pelado; d) descarozado; e) cortado; f) inmersión en agua a 5°C por 1 min; g) escurrido; h) envasado.

Experimento 3. Durante este experimento se realizaron las determinaciones señaladas en la sección (pág. 72), durante los días 1, 4, y 6, de un almacenamiento a 5°C y 90% HR. No se realizaron análisis del contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante.

Experimento 4. Se realizaron las siguientes determinaciones: firmeza, color, tasa respiratoria, apariencia y pardeamiento, durante los días 1, 4 y 6 de un almacenamiento a 5°C y 90% HR.

III.3. EVALUACIONES Y ANÁLISIS

Determinaciones en la materia prima. Se describen en la sección (pág. 26) del capítulo II. Se realizaron todas las evaluaciones descritas, salvo las determinaciones del contenido de fenoles totales y la capacidad antioxidante.

Determinaciones en los cascotes de duraznos. Las evaluaciones de la tasa respiratoria, la pérdida de peso, el color de pulpa, la firmeza, los sólidos solubles totales, la acidez titulable (AT), el pH, los recuentos microbiológicos y la evaluación sensorial se determinaron según la metodología descrita en la sección (pág. 28) del capítulo II.

Diseño de experimento y análisis estadísticos

Se estableció en ambos experimentos, para cada día de evaluación en forma independiente, un diseño completamente al azar con 5 tratamientos. La unidad experimental correspondió a una tarrina de 200 g (cascotes). Para los análisis y evaluaciones de ambos experimentos se establecieron 3 repeticiones, exceptuando para el análisis sensorial donde se utilizaron 12 jueces de panel entrenado (repeticiones). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), con 5% de significancia. En el caso de existir diferencias significativas al 5 % entre los tratamientos, las medias se separaron con la prueba de rango múltiple de Tukey.

III.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de la materia prima

Los duraznos 'Pomona' tuvieron un peso entre 289,5-304,9 g. El diámetro polar y ecuatorial promedio fueron de 75,1 y 81,4 mm, respectivamente (Apéndice III).

El color de fondo en sus diferentes parámetros obtuvieron los valores $L=67,3$, $H^{\circ}=86,8^{\circ}$, acentuando en mayor manera las coloraciones amarillo, (amarillo: cercanos a 90° y rojo: cercanos a 0°) y la saturación presentó el valor promedio de 50,8. El color de la pulpa comparado con la piel, tuvo mayor luminosidad ($L=69,5$), mientras que el tono fue levemente menor, acercándose a una tonalidad más anaranjada, y la saturación fue mayor con valores promedio de 62,3. Una ventaja de esta variedad con respecto a otras es que posee un color de pulpa más homogéneo, ya que no posee coloración rojiza alrededor de carozo (Apéndice III).

Las zonas del fruto con menor firmeza fueron los hombros (2,1 kg-f) y la punta (2,3 kg-f), mientras que la sutura tuvo una firmeza intermedia de 2,8 kg-f. La zona con mayor firmeza en los duraznos 'Pomona' fue la zona ecuatorial con valores entre 3,6-3,8 kg-f (Apéndice III). En general, para destino agroindustrial los duraznos de pulpa 'no fundente', ingresan a procesamiento con una firmeza ecuatorial optima que varía entre 3,5 a 5 kg-f, idealmente con valores superiores a 2,5 kg-f para resistir en procesamiento (Ojer, 2010).

La mayor dificultad que se presentó durante el proceso de los duraznos fue el descarozado en forma manual, pues tiene un carozo adherido a la pulpa, el cual es difícil de desprender (Apéndice III).

El valor promedio de los SST fue de 13%. El promedio del pH fue de 4,0, la AT 0,4% de ácido málico y la relación entre SST/ AT obtuvo un valor de 33,1 (Apéndice III).

Experimento 3 Efectos de los TTs en cascos de duraznos 'Pomona', obtenidos de materia prima almacenada 1 día a 0°C y 90%HR.

Tasa respiratoria

En la TR se observaron diferencias significativas entre la fruta entera y los cascos de duraznos durante los 6 días a 5°C (Figura 13). Tras 1 h de procesados la TR de los cascos de 27,4 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹, fue entre 2,5 a 4 veces mayor que la TR de la fruta entera con 10,9 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹. Al mismo tiempo una vez aplicados los TTs en los cascos de duraznos se observó que las mayores TRs fueron los tratamientos testigo (53,2 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹), TT 0,5 min (49,6 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹) y TT 30 min (48,2 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹), mientras que los valores más bajos fueron obtenidos por TT 6 y 15 min con 35,8 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹ y 41,7 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹, respectivamente. A pesar que el testigo tuvo la temperatura más baja al momento del envasado de los cascos (7,9°C), su TR estuvo entre los valores más altos (Apéndice VII).

Una vez terminado el procesamiento de los cascos de duraznos, se obtuvieron temperaturas que variaron entre 0,5 a 2°C entre los tratamientos (Apéndice VI). Esta variación no impactó la TR de una forma gradual con respecto a la duración del TT (o sea, el valor de la TR, no fue directamente proporcional a la duración del TT aplicado), pues normalmente a mayor estrés térmico mayor debería ser la TR.

Después de 1 día, los cascos de duraznos sufrieron una caída en su TR comparado con el día anterior, destacando el TT 15 y 30 min con una disminución de un 67 y 62%, respectivamente. Luego de 5 días, el testigo (20,9 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹) aumento por sobre los valores que presentaron los TTs. En consecuencia, los tratamientos más efectivos en disminuir la TR luego de 6 días fueron los TTs de 0,5 , 15 y 30 min.

La diferencia observada entre la fruta entera y los cascos de duraznos concuerdan con los resultados observados en los experimentos del capítulo II, en la variedad 'Ryan sun'

(Figuras 2 y 8). El aumento de la TR representa un metabolismo más rápido en los cascotes de duraznos comparado con los frutos enteros, debido a las lesiones provocadas por la eliminación de la piel (pelado), a los cortes y a la reducción de difusión de los gases, ya que al aumentar la superficie expuesta a la atmósfera, el O_2 difunde en el interior de la célula con mayor facilidad (Brecht, 1995; Watada *et al.*, 1996; Arias, 2007). La TR dependerá del estado fisiológico de la materia prima, de la temperatura de proceso, almacenamiento, etc (Arias, 2007).

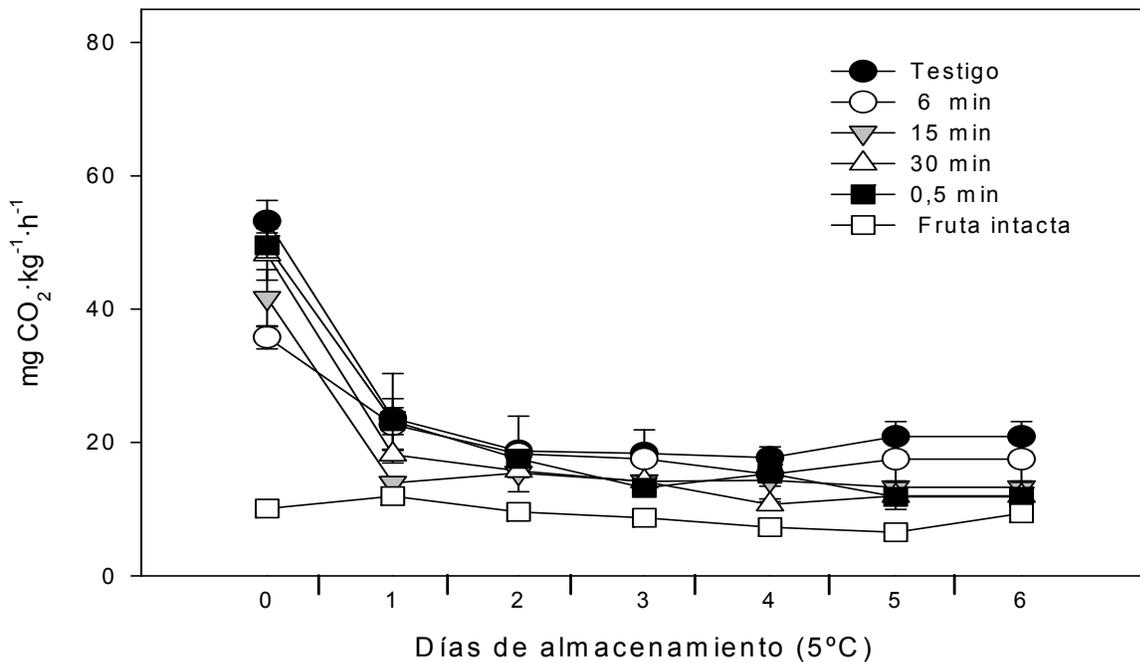


Figura 13. Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) en duraznos enteros y cascotes 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C . Valores de media ($n=3$) \pm EE.

La respuesta de la TR a los TTs aplicados a los cascotes de duraznos post-corte (0,5 min) no corresponden a la tendencia que se observó en los experimentos 1 y 2 del Capítulo anterior, ni en los encontrados en peras MPF en aire, tratadas en post-corte con agua a 40 y 60°C por 0,5 min, donde luego de 1 día a 5°C , ambos tratamientos lograron las tasas más altas de 21,4 y 21,4 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, respectivamente Saavedra (2011). En cambio, el comportamiento de la TR de los cascotes de duraznos sometidos a

los TT en los frutos previo al procesamiento (pre-corte) concuerdan con la tendencia en tratamientos con agua a 40 y 60°C por 10 y 15 min en peras (Saavedra, 2011).

Dea *et al.* (2010) relacionan el incremento en la TR observado hacia el final del almacenamiento en rebanadas de mango provenientes de frutos tratados a 46°C por 90 y 75 min por 8 días a 5°C al aumento de microorganismos. Otros autores como Lurie (1998) sugieren que el alza respiratoria del testigo podría deberse al avance de la maduración de los cascos de duraznos junto con una respuesta al etileno presente, ya que se ha observado que los TTs afectan el proceso de síntesis de etileno y además retardan la maduración.

Pérdida de peso

La pérdida de peso promedio de los cascos de duraznos de los tratamientos fue de 0,1% al día 1, incrementándose a un 0,3% al día 4 y a 0,4% luego de 6 días. No superaron el 1% después de 6 días a 5°C y estos valores considerados mínimos no fueron importantes, ya que la deshidratación no afectó la apariencia en los cascos de duraznos 'Pomona' (Cuadro 10).

Cuadro 10. Pérdida de peso acumulada (%) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=5) ± EE.

Tratamiento	Pérdida de peso acumulada (%)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5°C+Fruto intacto+6 min	^(z) 0,1±0,0 a ^(y)	0,3±0,0 b	0,4±0,0 ab
50 °C+Fruto intacto+6 min	0,0±0,0 a	0,2±0,0 a	0,4±0,0 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	0,2±0,0 b	0,4±0,0 c	0,5±0,0 b
50 °C+Fruto intacto+30 min	0,0±0,0 a	0,3±0,0 ab	0,3±0,0 a
50 °C+Cascos+0,5 min	0,0±0,0 a	0,3±0,0 ab	0,3±0,0 a

^(z) Media±EE

^(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (n=5).

Al igual que las tendencias observadas en puerros MPF en AM (O₂:14%; CO₂:2,5%), sometidos a inmersiones en agua a 55°C por 17,5 min (después de 7 días a 10°C), la

pérdida de peso fresco acumulada entre el testigo (2%) y los TT (2,8%) no presentaron diferencias significativas y se consideraron además como valores relativamente pequeños inferiores a 3%, pues se había reportado que sobre un 7% de pérdida de peso afectaría considerablemente la calidad visual para su comercialización (Tsouvaltzis *et al.*, 2007)

Las frutas MPF son altamente susceptibles a pérdidas de peso porque pierden la protección de la piel o cutícula (Watada y Qi, 1999). A pesar de esta afirmación, al igual que en el capítulo anterior, en los cascos de duraznos 'Pomona' el uso de películas plásticas de PVC, favoreció una alta HR al interior del envase disminuyendo las pérdidas de peso (Cuadro 2 y Cuadro 10), permitiendo que los tejidos vegetales se encontraran en equilibrio con la atmósfera circundante desfavoreciendo la deshidratación (Watada y Qi, 1999).

Color

Luminosidad (L). Al día 1, los valores de L fueron similares entre todos los tratamientos con un rango de 62,5-64,3 (Figura 14). Luego de 4 días, la mayor luminosidad en forma significativa la obtuvo el TT 6 min con un valor de 64,9, seguido del testigo (62,8), TT 0,5 min (62,7) y TT 15 min (61,2), mientras que el valor más bajo fue del TT 30 min con una luminosidad de 58,8. Después de 6 días, la luminosidad del TT 6 min (64,2) fue mayor que el testigo (62,9), y el menor promedio de L fue del TT aplicado durante 30 min (58,0). El tratamiento más efectivo en mantener el valor L, luego de 6 días a 5°C fue el TT 6 min con un valor de 64,2.

Los resultados de este experimento están de acuerdo a la tendencia en los experimentos 1 y 2 del capítulo II, donde inmersiones en agua a 50°C por 15 min aplicados a los frutos de duraznos previo al procesamiento fueron efectivos en mantener el valor de luminosidad de los cascos por 8 días a 5°C. Según Abreu *et al.* (2003) en peras MPF 'Rocha' en aire, al igual que en el presente experimento concluyeron que aplicando 'choques térmicos suaves' (36-46°C por 40 min) es posible

retardar el pardeamiento, pues los cuartos de peras tratados alcanzaron valores de luminosidad mayores que las no tratadas, luego de 7 días a 2°C.

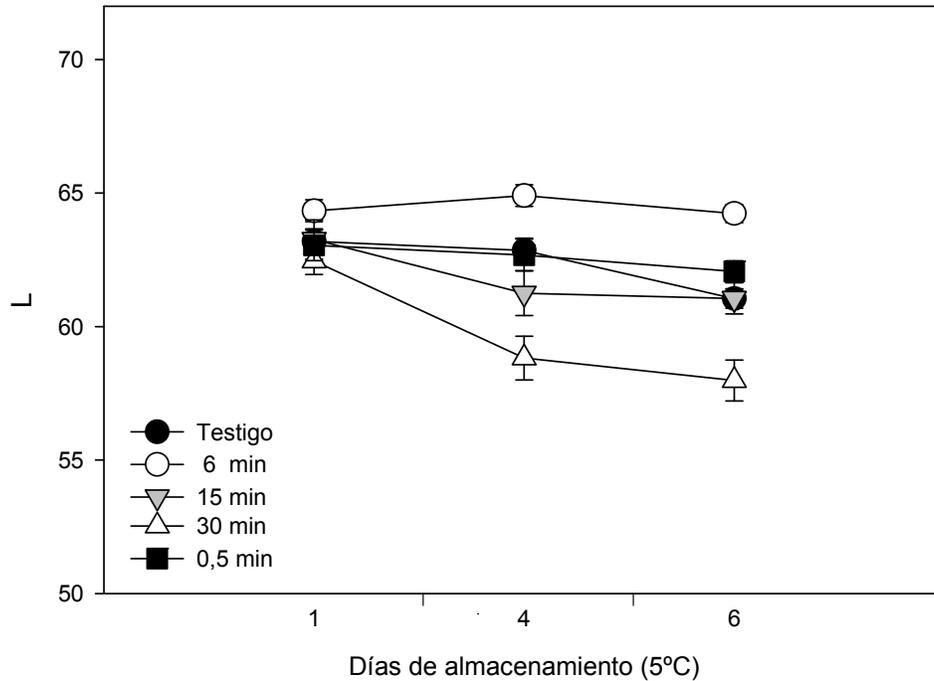


Figura 14. Luminosidad (L) en cascos de duraznos ‘Pomona’ tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Tono (H°). Después de 1 día, el tono de los cascos estuvo entre 80,2 a 81,9° (Cuadro 11). Tras 4 días, el tono en el testigo fue el menor valor en forma significativa con 78,7°, siendo así de una tonalidad más anaranjada que el resto de los tratamientos.

Finalmente, después de 6 días, el TT 6 min con un valor de 82,1° fue el más efectivo en retener los valores de tono más cercanos al amarillo en los cascos, mientras que la tonalidad del tratamiento testigo fue más cercana al color anaranjado-rojizo (76,0°).

En este estudio al igual que Aguayo *et al.* (2010) en cascos de manzanas y en los experimentos del Capítulo II en cascos de duraznos ‘Ryan sun’, el pardeamiento se expresó en un descenso de los valores L y H°. En el presente experimento el

tratamiento que fue menos afectado por el pardeamiento, y por ende que presentó mayores valores de L y H° fue el TT 6 min.

Saturación. Durante el primer día el testigo, TT 6 y 30 min, 0,5 min tuvieron significativamente los mayores valores de saturación comparado con el TT 15 min. A partir de los 6 días, TT 30 y 6 min presentaron una saturación más baja que el resto de los tratamientos. Estos resultados son similares a la tendencia de los experimentos 1 y 2 del Capítulo II.

Cuadro 11. Tono (H°) y saturación (C*) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ± EE.

Tratamiento	Tono (H°)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5°C +Fruto intacto+6 min	^(z) 80,2±0,5 ns ^(x)	78,7±0,4 a ^(v)	76,0±0,2 a
50 °C+Fruto intacto+6 min	81,9±0,4 ns	81,8±0,3 b	82,1±0,3 bc
50 °C+Fruto intacto+15 min	81,4±0,5 ns	81,3±0,6 b	80,0±0,4 b
50 °C+Fruto intacto+30 min	80,7±0,4 ns	80,7±0,5 b	79,4±0,4 ab
50 °C+Cascos+0,5 min	81,6±0,5 ns	80,3±0,4 b	79,2±0,3 ab
Tratamiento	Saturación (C*)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5°C +Fruto intacto+6 min	47,7±0,4 ab	47,7±0,4 b	47,8±0,4 b
50 °C+Fruto intacto+6 min	47,4±0,4 ab	47,5±0,4 b	47,5±0,4 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	46,1± 0,5 a	46,2±0,5 ab	47,9±0,4 b
50 °C+Fruto intacto+30 min	48,4±0,5 b	45,3±0,9 a	45,7±0,8 a
50 °C+Cascos+0,5 min	47,2±0,4 ab	46,7±0,3 ab	48,1±0,3 b

^(z) Media±EE

^(v) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas (p≤0,05) entre los tratamientos (n=33).

^(x) ns: no significativo

El valor de luminosidad como se mencionó en el Capítulo anterior es el indicador de pardeamiento más usado en frutas MPF, por el incremento de la concentración de pigmentos como resultado de las reacciones de oxidación. Los TTs podrían afectar la síntesis de la enzima PPO (principal catalizadora de la reacción pardeamiento), ya que la síntesis de proteínas de choque térmico inducidas por el estrés estaría acompañada por una inhibición general de la síntesis normal de proteínas (Porat *et al.*, 2002; kotak *et al.*, 2007). Los autores Roura *et al.*, (2008) aseveran que el pardeamiento en lechuga

MPF (agua a 50°C por 2 min) fue reducido en forma indirecta por la menor actividad de la enzima PAL durante las primeras horas de almacenamiento en bandejas plásticas cubiertas con una película de PVC (0°C por 100 h y 97% HR), enzima clave en el metabolismo de la síntesis de fenilpropanoides, en la síntesis y acumulación de componentes fenólicos y subsecuentemente en el pardeamiento del tejido, pues los compuestos fenólicos son sustratos de la reacción como se explicó en el Capítulo I.

Firmeza

El primer día de evaluación la firmeza presentó valores entre 2,4-2,5 kg-f (Figura 15). A los 4 días, el TT con mayor ablandamiento fue TT 30 min, en el cual se observó una disminución del 13% en comparado con el día 1. Luego de 6 días, el testigo mostró los mismos valores que TT 6 y 15 min, mientras que en los TT de 30 y 0,5 min se observó la menor firmeza. Por tanto, los TTs aplicados no fueron efectivos en mantener la firmeza luego de 6 días a 5°C.

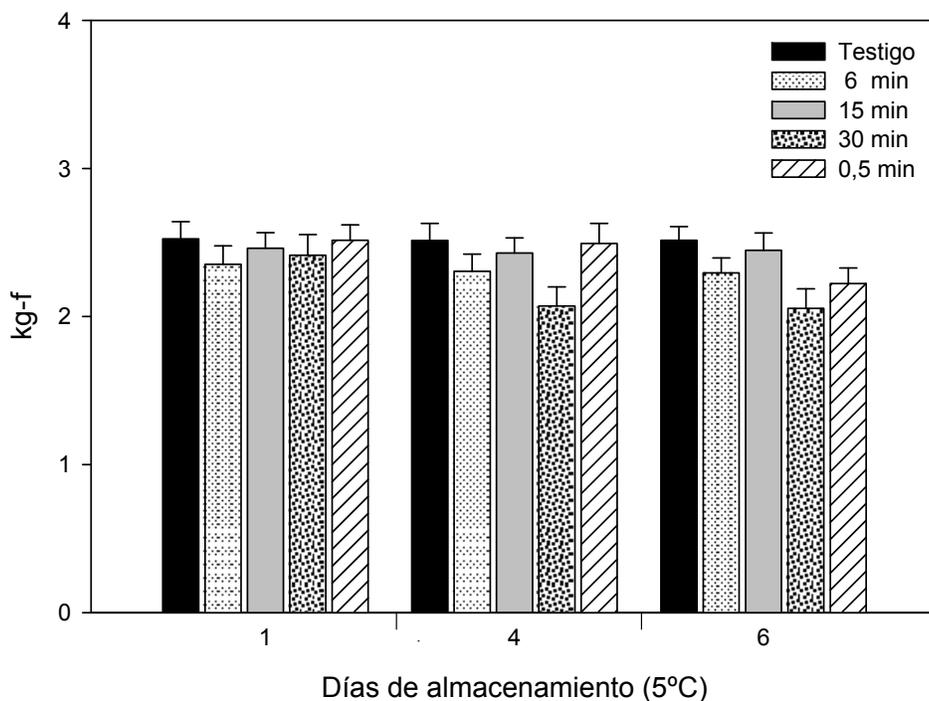


Figura 15. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) \pm EE.

Este resultado observado no concuerda con experimento 1 del Capítulo II, donde los TTs de 6 y 15 min (previo al proceso) alcanzaron mayores valores que el testigo luego de 6 días a 5°C (Figura 4). Esto debería ser producto de las características intrínsecas de la pulpa ´no fundente` que posee esta variedad de durazno, y muy por el contrario a lo deseado, aplicar TTs inadecuados podrían afectar negativamente la firmeza (Figura 15).

Sólidos solubles totales, acidez titulable, pH y relación de SST /AT

Los parámetros químicos no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados promedios de SST luego de 1, 4 y 6 días fueron 14, 13,9 y 12,1, respectivamente, se observó una tendencia a disminuir durante el almacenamiento. La AT no se vió afectada por los TTs, obteniendo un promedio de 0,4% de ácido málico durante los 6 días a 5°C. El pH estuvo entre los valores 4,2 y 4,4. Finalmente, la relación SST/AT tuvo una tendencia levemente decreciente, ya que la AT se mantuvo en un valor aproximadamente constante, mientras los SST disminuían (Apéndice XI).

Una conducta similar fue registrada en los parámetros químicos observados en el experimento 1 del Capítulo II. Estas tendencias coinciden con los autores Abreu *et al.* (2003) en cuartos de peras (agua a 35-45°C por 40-150 min) en bolsas perforadas por 7 días a 2°C y Saavedra (2011) en cascos de peras (agua a 40 y 60°C por 10 y 15 min) en aire luego de 1, 3 y 5 días a 5°C donde no se observaron diferencias significativas el pH, SST y AT, entre los cascos tratados y los no tratados térmicamente.

Microbiología

Recuentos de aerobios mesófilos. La carga de mesófilos en los cascos de duraznos ´Pomona` no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. El día 1 los valores fueron de 2,5 a 3,8 log ufc·g⁻¹ (Cuadro 12). Luego de 4 días, entre 3,2-4,2 log ufc·g⁻¹.

Llegando a valores entre 3,7-4,4 log ufc·g⁻¹ después de 6 días a 5°C, aumentando sólo entre 1 a 2 unidades logarítmicas entre el día inicial y final. A diferencia de lo observado durante el experimento 1 (capítulo II), la carga de mesófilos luego de 6 días permanecieron inferiores a los límites máximos (5,7 log ufc·g⁻¹).

Este comportamiento discrepó con los autores Aguayo *et al.* (2008) quienes en melón MPF (agua a 60°C por 1 min) observaron luego de 8 días a 5°C en bolsas perforadas, una mayor carga microbiana de mesófilos en las piezas tratadas a 60°C que en el testigo (5°C). Bajo el supuesto de que probablemente el uso de temperaturas a 60°C de corta duración o temperaturas a 20°C por un tiempo más prolongado estimularía el crecimiento microbiano (Sela y Fallik, 2009).

El grupo de microorganismos mesófilos se asocia a la frescura, y a su vez al deterioro y vida útil de los productos (MINSAL, 1997). Por lo cual podríamos decir que 'Ryan sun' podría ser más propenso al deterioro que 'Pomona'.

Recuentos de enterobacterias. Al día, los recuentos se encontraron entre 1,5 y 2,9 log ufc·g⁻¹, obteniendo significativamente la menor carga el TT 15 min (1,5 log ufc·g⁻¹). Luego de 4 días, los recuentos estuvieron entre 2,5-3,6 log ufc·g⁻¹, encontrándose cercanos al límite mínimo (3,7 log ufc·g⁻¹) establecido por el MINSAL, sin presentar diferencias significativas entre los tratamientos. Después de 6 días entre 2,9 y 4,7 log ufc·g⁻¹, sólo el testigo y el TT 0,5 min alcanzaron el límite máximo de 4,7 log ufc·g⁻¹ (MINSAL, 1997), TT 6 y 30 min se ubicaron en valores intermedios no significativos (3,3 y 3,2 log ufc·g⁻¹), mientras que el TT 15 min (2,9 log ufc·g⁻¹) presentó significativamente valores inferiores.

Recuentos de psicrófilos. Al día 1 alcanzaron valores entre 1,2 y 2,5 log ufc·g⁻¹. Luego de 4 días, entre 2,5 y 3,6 log ufc·g⁻¹, los valores levemente menores fueron del TT 30 min (1,6 log ufc·g⁻¹) y TT 0,5 min (1,2 log ufc·g⁻¹) (Cuadro 12). Después de 6 días, se observaron los recuentos en un rango de 2,9 y 3,3 log ufc·g⁻¹, el tratamiento TT

0,5 min tuvo un crecimiento del 73% comparado con el día 1. Los recuentos de psicrófilos del testigo no fue diferente a los valores de los TT, ningún día de evaluación. Al igual que en los cascos TT por 0,5 min y en los recuentos de mesófilos, Aguayo *et al.* (2008) observó un leve aumento en la carga de psicrófilos en los melones sometidos en agua a 60°C por 1 min.

Cuadro 12. Recuentos de microorganismos aerobios mesófilos, enterobacterias, psicrófilos, hongos y levaduras ($\log \text{ufc}\cdot\text{g}^{-1}$) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media ($n=3$) \pm EE.

Tratamiento	Recuentos microbiológicos ($\log \text{ufc}\cdot\text{g}^{-1}$)		
	Mesófilos		
	Día 1	Día 4	Día 6
5°C +Fruto intacto+6 min	^(z) 3,4 \pm 0,2 ns ^(x)	4,2 \pm 0,2 ns	3,7 \pm 0,8 ns
50 °C+Fruto intacto+6 min	3,4 \pm 0,5 ns	3,8 \pm 0,2 ns	4,0 \pm 0,0 ns
50 °C+Fruto intacto+15 min	3,8 \pm 0,6 ns	3,4 \pm 0,8 ns	4,0 \pm 0,1 ns
50 °C+Fruto intacto+30 min	2,7 \pm 0,4 ns	3,2 \pm 0,1 ns	4,0 \pm 0,2 ns
50 °C+Cascos+0,5 min	2,5 \pm 0,2 ns	4,1 \pm 0,1 ns	4,4 \pm 0,4 ns
Tratamiento	Enterobacterias		
	Día 1	Día 4	Día 6
	5°C +Fruto intacto+6 min	2,9 \pm 0,1 b ^(y)	3,6 \pm 0,5 ns
50 °C+Fruto intacto+6 min	2,7 \pm 0,2 b	3,3 \pm 0,1 ns	3,3 \pm 0,5 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	2,7 \pm 0,2 b	2,8 \pm 0,3 ns	2,9 \pm 0,2 a
50 °C+Fruto intacto+30 min	1,5 \pm 0,3 a	2,5 \pm 0,2 ns	3,2 \pm 0,7 ab
50 °C+Cascos+0,5 min	2,3 \pm 0,2 ab	2,5 \pm 0,3 ns	4,7 \pm 0,1 b
Tratamiento	Psicrófilos		
	Día 1	Día 4	Día 6
	5°C +Fruto intacto+6 min	2,3 \pm 0,3 ab	2,6 \pm 0,2 ns
50 °C+Fruto intacto+6 min	2,4 \pm 0,4 ab	2,7 \pm 0,5 ns	2,9 \pm 0,3 a
50 °C+Fruto intacto+15 min	2,5 \pm 0,1 b	3,2 \pm 0,5 ns	3,5 \pm 0,4 ab
50 °C+Fruto intacto+30 min	1,6 \pm 0,2 a	2,1 \pm 0,6 ns	3,6 \pm 0,2 ab
50 °C+Cascos+0,5 min	1,2 \pm 0,2 a	3,9 \pm 0,2 ns	4,5 \pm 0,2 b
Tratamiento	Hongos y levaduras		
	Día 1	Día 4	Día 6
	5°C +Fruto intacto+6 min	3,0 \pm 0,1 ns	4,4 \pm 0,3 ns
50 °C+Fruto intacto+6 min	3,2 \pm 0,1 ns	4,4 \pm 0,4 ns	4,9 \pm 0,1 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	2,7 \pm 0,1 ns	3,9 \pm 0,4 ns	4,8 \pm 0,0 ab
50 °C+Fruto intacto+30 min	2,6 \pm 0,2 ns	3,7 \pm 0,3 ns	4,3 \pm 0,2 a
50 °C+Cascos+0,5 min	2,8 \pm 0,3 ns	4,5 \pm 0,0 ns	4,9 \pm 0,1 ab

^(z) Media \pm EE

^(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p\leq 0,05$) entre los tratamientos ($n=3$).

^(x) ns: no significativa

Recuentos de hongos y levaduras. Al día 1, la carga de hongos y levaduras estuvieron entre 2,6 y 3,2 log ufc·g⁻¹, a los 4 días, entre 3,7 y 4,5 log ufc·g⁻¹, sin mostrar diferencias significativas entre los tratamientos. Después de 6 días, el TT de 30 min (4,3 log ufc·g⁻¹) logro ser significativamente más bajo que el testigo (5,3 log ufc·g⁻¹) reduciendo en 1 log ufc·g⁻¹ la carga hongos y levaduras de los cascos de duraznos 'Pomona'.

En zanahorias MPF inmersiones en agua a 100°C por 45 s fueron efectivas en reducir 3 log ufc·g⁻¹ luego de 10 días a 5°C comparados con las no tratadas (Alegría *et al.*, 2010). Según Fallik (2004), Porat *et al.*, (2000) las inmersiones en agua caliente (56-62°C por 20s en cítricos) no sólo remueven el polvo desde la superficie de la fruta, sino también esporas de hongos y los contenidos celulares liberados después del corte. Estos exudados provenientes del corte generan un medio favorable para el crecimiento de bacterias y hongos.

El efecto directo del calor sobre los hongos y levaduras no han sido estudiados extensamente, pero los principales efectos serían la inhibición o retraso de la elongación del tubo de germinación y/o eliminación de esporas, de este modo se reduciría el tamaño del inóculo y subsecuentemente el desarrollo de la lesión (Ferguson, 2000).

Los TTs aplicados no fueron efectivos en reducir los recuentos de bacterias aerobias mesófilas, enterobacterias y psicrófilos. Esta carga microbiana fue segura para el consumidor de los cascos de duraznos hasta el día 4, luego se obtuvieron valores inconsistentes. Probablemente el agua a 50°C no alteró el crecimiento de los microorganismos, ya que esta temperatura no los afectaría directamente, sino que mejoraría las condiciones del lavado. No obstante, el sistema de lavado térmico durante el procesamiento fue estático, y por tanto, disminuyó la efectividad de la remoción.

Otra manera en que el calor puede ser efectivo en reducir las enfermedades es induciendo los mecanismos de defensa. Es probable que existan muchas maneras de favorecer los mecanismos que la fruta ha desarrollado contra los ataques de microorganismos (Sela y Fallik, 2009). Por ejemplo, en cítricos después de ser expuestos en aire 37°C por 3 días, se constituyen materiales anti-fúngicos que actúan como primera línea de defensa contra la invasión de microorganismos, seguido por la inducción de varios mecanismos adicionales, tales como la construcción de barreras pasivas al microorganismo a través de la producción de polímeros de lignina y biogénesis de algunas proteínas relacionadas con el ataque de estos como la quitinasa (Ballester *et al.*, 2010).

Adicionalmente, se observó en ambas variedades, 'Ryan sun' y 'Pomona' la carga inicial de los cascos estuvo en un rango de 1 a 3 log ufc·g⁻¹. Sin embargo, luego de 6 días se observó que la carga de bacteriana promedio de mesófilos, enterobacterias y psicrófilos en la variedad 'Pomona' fue entre 0,8 a 1,5 unidades logarítmicas menos que la variedad 'Ryan sun'. Esto podría ser debido a la mayor rigidez de la pared celular y lamela media, y por ende, la mayor integridad celular de la pulpa de durazno 'Pomona' que dificultarían la proliferación de estos microorganismos en la superficie (Sela y Fallik, 2009).

Calidad sensorial.

Apariencia. En los cascos de duraznos 'Ryan sun' se observó un apariencia al 1 día en el testigo (12,0) y TT 6 min (12,1) muy buena, en el TT de 0,5 min (10,7) buena, mientras que el TT 15 min (7,7) fue solamente de apariencia regular y TT 30 min (5,9) menos que regular (Anexo II), estos dos últimos tratamientos fueron los que tuvieron significativamente la menor apariencia (Cuadro 13 y Figura 16). Luego de 4 días, sólo el TT 6 min (9,1) tuvo apariencia más que regular, el testigo y TT 0,5 min fueron regulares, TT 15 min fue menos que regular y TT 30 min fue deficiente. Después de 6 días, sólo

TT 6 min tuvo una apariencia regular, el testigo, TT 15 y 0,5 min tuvieron una apariencia menos que regular y TT 30 min presentó una apariencia deficiente. La mejor apariencia luego de 6 días a 5°C fue el TT 6 min (regular), no obstante, este valor no fue estadísticamente significativo comparado con el testigo.



Figura 16. Apariencia en los cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C.

Pardeamiento. Luego de 1 día, fue suave o bajo en el testigo, TT de 6 min y 0,5 min con valores entre 3,7 y 4,4; levemente suave en TT 15 min (6,5), y levemente alto para TT por 30 min (9,2) (Cuadro 13). Después de 4 días, el pardeamiento fue levemente alto para el testigo (6,7), TT 6 min (5,7) y TT 0,5 min (6,1), alto para el TT 15 min (10,0) y muy alto para TT 30 min (12,8). A los 6 días, el menor pardeamiento fue levemente suave lo obtuvo el TT 6 min con una puntuación de 6,3, mientras el testigo y TT 0,5 min

presentaron valores levemente alto; TT 15 y 30 min alto y extremadamente alto, respectivamente.

A pesar que en los resultados de apariencia y pardeamiento se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, los TTs presentaron valores estadísticamente similares al testigo. No obstante, según la pauta de interpretación (anexo II), el tratamiento con mejor apariencia y menor pardeamiento luego de 6 días a 5°C, es el TT de 6 min.

Cuadro 13. Apariencia y pardeamiento en cascotes de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5 °C. Valores de media (n=12) ±EE.

Tratamiento	Apariencia		
	Día 1	Día 4	Día 6
5°C +Fruto intacto+6 min	^(z) 12,0±1,1 c ^(v)	7,4±1,3 bcd	4,9±1,0 ab
50 °C+Fruto intacto+6 min	12,1±0,9 c	9,3±1,0 d	7,4±1,1 b
50 °C+Fruto intacto+15 min	7,7±0,9 ab	5,7±1,0 ab	5,1±1,0 ab
50 °C+Fruto intacto+30 min	5,9±1,2 a	3,7±0,6 a	3,7±0,4 a
50 °C+Fruto intacto+0,5 min	10,7±1,0 bc	7,1±1,0 bcd	6,1±1,0 b

Tratamiento	Pardeamiento		
	Día 1	Día 4	Día 6
5°C +Fruto intacto+6 min	4,4±1,0 a	6,7±1,1 a	8,8±1,0 ab
50 °C+Fruto intacto+6 min	3,7±0,8 a	5,7±0,8 a	6,3±1,2 a
50 °C+Fruto intacto+15 min	6,5±0,8 ab	10,0±1,0 b	10,6±1,1 bc
50 °C+Fruto intacto+30 min	9,2±1,0 b	12,8±1,5 b	13,6±1,0 c
50 °C+Fruto intacto+0,5 min	3,7±0,5 a	6,1±1,0 a	8,6±0,7 ab

^(z) Media±EE

^(v) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas (p≤0,05) entre los tratamientos (n=12).

Jugosidad, sabor y firmeza. Estos parámetros sensoriales no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (apéndice XXI). La firmeza fue desde más que regular a buena luego de 1 (9,1-10,8) y 4 días (8,0-10,0). El sabor al día 1 (5,7-7,8) y 4 (5,5-7,0) fue desde levemente suave a normal. La jugosidad después de 1 día fue normal (7,0-7,9) y a los 4 días fue levemente baja a normal (6,4-7,4). Estas tendencias están de acuerdo con lo observado durante el capítulo anterior en los cascotes de duraznos 'Ryan sun', pues aunque algunos TT superaron en términos generales al

testigo en los parámetros sensoriales (apariciencia, pardeamiento, entre otros) estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Experimento 4: Efectos de los TTS en cascós de duraznos ‘Pomona’, obtenidos de materia prima almacenada 9 días a 0°C y 90%HR.

Tasa respiratoria

La TR de los cascós de duraznos ‘Pomona’ tras 1 h estuvo entre 41,2 y 71 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹ y fue más de 9 veces mayor al fruto intacto con un valor de tan sólo 4,5 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹ (Figura 17). Coincidiendo con la tendencia de los experimentos anteriores donde los frutos intactos tuvieron la menor respiración comparado con los cascós.

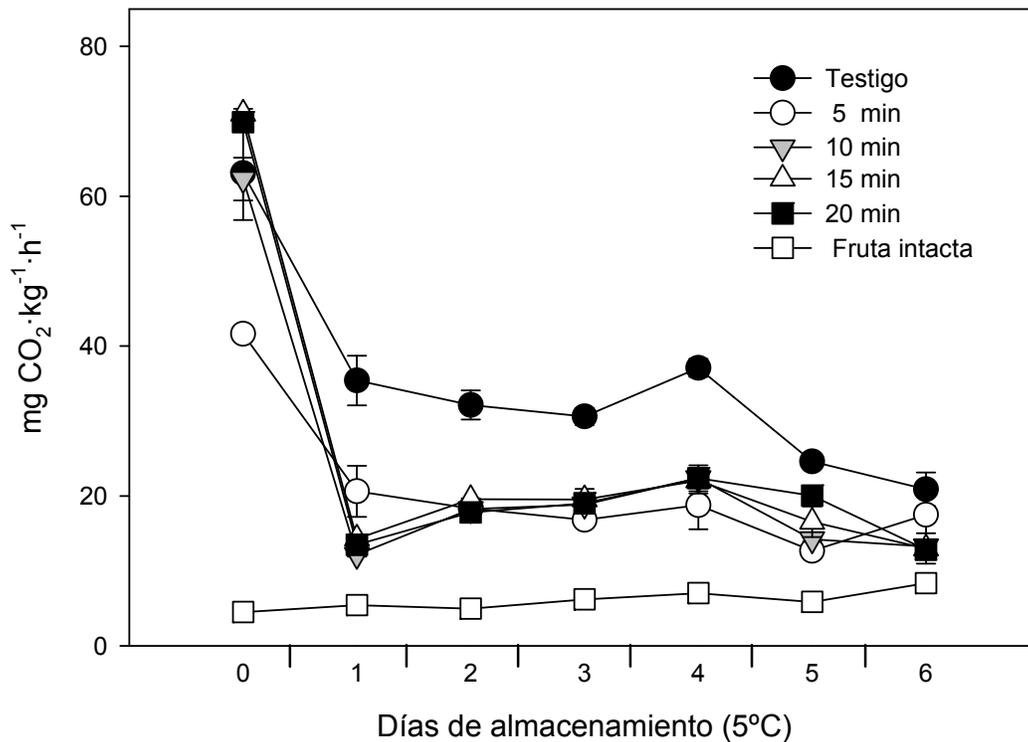


Figura 17. Tasa respiratoria (mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹) en duraznos enteros y cascós ‘Pomona’ tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=3) ±EE.

Tras 1 h de procesados los cascos de duraznos 'Pomona' sometidos a TT por 5 min lograron significativamente la menor TR de $41,7 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ comparada con el resto de los tratamientos que alcanzaron valores mayores a $62,3-71,0 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$. Al día 1, el TT de 5 min decreció un 51% ($20,6 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) y los demás TT sobre los 5 min (10, 15 y 20 min) disminuyeron sus valores de TR promedio entre un 79-80% ($12,2-14,3 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) con respecto al día anterior, mientras que el testigo bajó sólo un 44% ($35,4 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), así el testigo obtuvo significativamente la mayor TR. Después de 4 días, el testigo ($7 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) continuó superando significativamente los valores promedio de los cascos tratados térmicamente ($22,1-30,6 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$). No obstante, luego de 6 días no se encontraron diferencias significativas en la TR entre los tratamientos de los cascos de duraznos 'Pomona'. Por consiguiente, los TTs entre 5-20 min fueron efectivos en disminuir significativamente la TR durante los primeros 4 días a 5°C .

Esta conducta coincide con Saavedra (2011) en peras MPF envasadas en aire tratadas con agua a $40-60^\circ\text{C}$ por 1,3 y 6 min, donde la TR disminuyó tras la aplicación de los TTs. Asimismo, Fallik *et al.* (1999) afirmaron que la TR sobre pimientos en agua caliente (55°C por 12 s) fue significativamente más bajo que los no tratados, durante 16 días a 7°C + 4 días a 18°C . La causa de esta respuesta según Salveit (2005) en tomates se debería a un efecto protector de los tratamientos de calor (sometidos en agua a 45°C por 15 min) sobre las membranas, confiriendo una menor actividad metabólica y una alta resistencia a los 'daños por frío' durante el almacenaje a $2,5^\circ\text{C}$ por 31 días.

Color

Luminosidad. Al día 1, los tratamientos no presentaron diferencias significativas y los valores de luminosidad fueron de 63,4 a 65,1 (Figura 18). Después de 4 días, la mayor luminosidad la obtuvieron los TT por 5, 10 y 15 min con valores entre 63,7 y 65,5, mientras que el testigo y el TT por 20 min tuvieron valores más bajos significativamente de 60,3 y 58,2, respectivamente. Finalmente, luego de 6 días la luminosidad todos los tratamientos tendieron a disminuir, el TT de 5 min obtuvo la luminosidad más alta de

61,7 y la más baja fue para el TT por 20 min con 55,3. En consecuencia, el TT por 5 min fue el más efectivo en retener la caída de la luminosidad en los cascos de duraznos 'Pomona' por 6 días a 5°C.

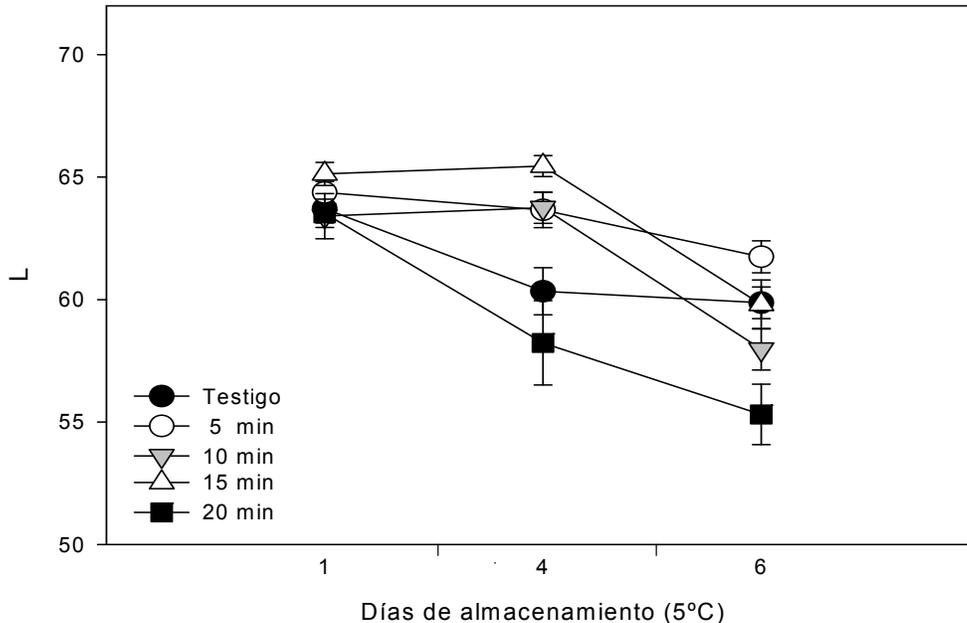


Figura 18. Luminosidad (L) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) \pm EE.

Diversos autores postulan que los TTs reducen la caída del valor L en las frutas MPF, y que este resultado puede ser maximizado dependiendo de diversos factores propios del TT e intrínsecos de la variedad, entre otros, en el caso del presente estudio en los cascos de duraznos 'Ryan sun' y 'Pomona' los TTs más efectivos en retardar la caída de la luminosidad fueron las inmersiones en agua a 50°C durante 15 y 5 min, respectivamente, ambos aplicados en la fruta intacta antes del procesado.

Tono (H°). Al día 1 y 4, el tono de los cascos de durazno 'Pomona' del TT 15 min 81,2-81,3° fue significativamente mayor, más cercana al amarillo (90°) que el resto de los tratamientos (77,3-78,5°). Luego de 6 días, los TTs no fueron efectivos en retener la

caída de H° , pues no mostraron diferencias significativas con respecto al testigo (Cuadro 14).

En los experimentos anteriores, el pardeamiento se expresó en un descenso de los valores L y H° . Por consiguiente, en el presente experimento el tratamiento menos afectado por el pardeamiento, y por ende que presentó mayores valores de L y a su vez de H° , fue el TT 5 min.

Saturación (C^*). Luego de 1 día, el TT de 5 y 20 min mostraron significativamente los mayores valores de saturación con 49,1 y 47,4, respectivamente (Cuadro 14). El valor C^* de TT 5 min, a los 4 y 6 días estuvo entre 47,2-47,5, y fue superior significativamente al resto de los tratamientos incluyendo al testigo que mostraron valores entre 44,1-43,8. Discrepando con las tendencias obtenidas por Koukounaras *et al.* (2008) en la saturación de cascos de duraznos 'Spring belle' TT 50°C por 10 min, tuvieron una menor saturación que el testigo, luego de 6 días a 5°C.

Cuadro 14. Tono (H°) y saturación (C^*) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) \pm EE.

Tratamiento	Tono (H°)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5°C +Fruto intacto+5 min	⁽²⁾ 78,0 \pm 0,4 a ^(v)	75,9 \pm 0,6 a	76,0 \pm 0,4 ab
50 °C+Fruto intacto+5 min	78,2 \pm 0,3 a	77,6 \pm 0,4 ab	77,5 \pm 0,4 b
50 °C+Fruto intacto+10 min	77,3 \pm 0,7 a	76,2 \pm 0,4 a	76,1 \pm 0,5 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	81,2 \pm 0,4 b	81,3 \pm 0,4 c	77,6 \pm 0,7 b
50 °C+Fruto intacto+20 min	78,5 \pm 0,4 a	75,0 \pm 1,1 a	73,9 \pm 0,8 a
Tratamiento	Saturación (C^*)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5°C +Fruto intacto+5 min	46,2 \pm 0,4 ab	44,1 \pm 0,5 a	43,8 \pm 0,4 ab
50 °C+Fruto intacto+5 min	49,1 \pm 0,4 c	47,5 \pm 0,6 b	47,2 \pm 0,5 c
50 °C+Fruto intacto+10 min	45,4 \pm 0,8 a	44,9 \pm 0,4 a	43,4 \pm 0,6 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	46,3 \pm 0,4 ab	45,3 \pm 0,5 a	42,7 \pm 0,6 ab
50 °C+Fruto intacto+20 min	47,4 \pm 0,5 bc	43,1 \pm 0,9 a	41,3 \pm 0,9 a

⁽²⁾ Media \pm EE

^(v) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (n=33).

Firmeza

Después de 1 día, la firmeza de los cascos tratados térmicamente por 20 min fue de 2,4 kg-f, más firmes significativamente que los TT por 10 min con un valor de 1,8 kg-f (Figura 19). Luego de 4 días, la firmeza del testigo, TT 15 y 20 min decrecieron en un 10, 5 y 17 %, respectivamente, mientras que el TT 5 min fue mayor significativamente, con un aumento del 27% con respecto al día 1. Finalmente, luego de 6 días a 5°C los resultados mostraron que el tratamiento más efectivo significativamente en retener la firmeza en los cascos de duraznos 'Pomona' fue el TT por 5 min con un valor de 2,6 kg-f.

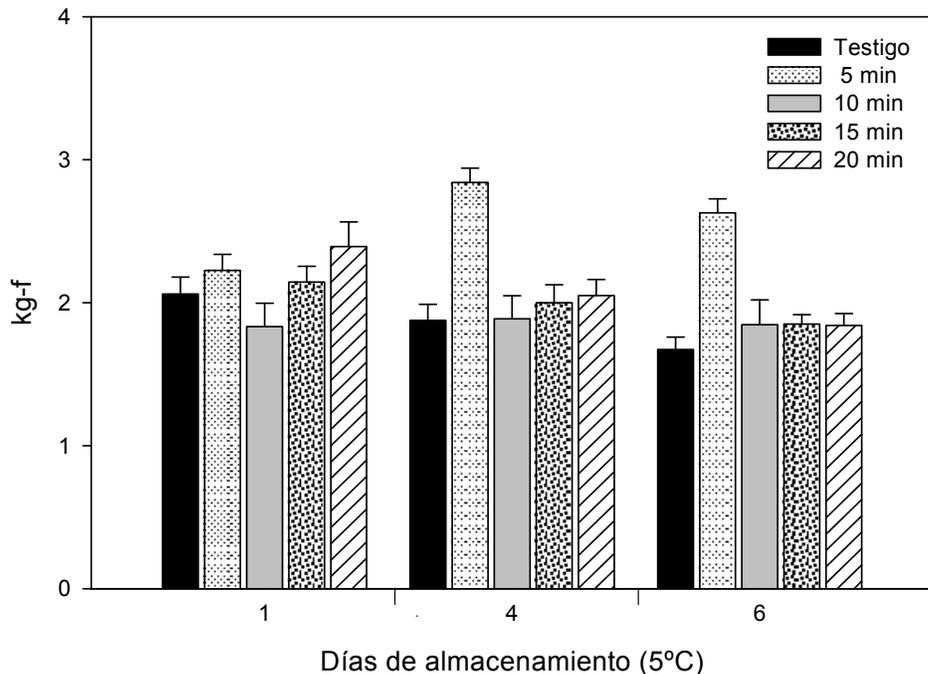


Figura 19. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) \pm EE.

Concordando las tendencias observadas por Beirao-da-costa *et al.* (2006), kiwis MPF envasadas en aire con alta HR, que provenían de frutos sometidos a inmersiones en agua 25°C por 45 min, conservaron su firmeza luego de 5 días a 4°C. La tendencia de la firmeza observada durante el presente experimento entre el día 1 y 4 coincide con los

resultados de Abreu *et al.* (2003) en peras MPF (36-42°C por >45 min, almacenadas por 7 días a 2°C) observándose un incremento en la firmeza comparado con el valor inicial, este fenómeno según Martín-Diana *et al.* (2006) observado en lechuga MPF tratadas térmicamente con inmersiones en agua a 25 y 50°C por 1 min, durante 12 días a 4°C, donde las muestras tratadas a 50°C obtuvieron una mayor crujencia que en las tratadas a 25°C, fue debido a la mayor actividad de la enzima PME. Esto ocurre debido a la activación de la PME que ha demostrado tener una actividad óptima a altas temperaturas removiendo los grupos metoxilos de los residuos de los ácidos galacturónicos, en conjunto con la disponibilidad de calcio. Según Beirao-da-costa *et al.* (2006 y 2008) en kiwis MPF provenientes de de frutos tratados a 25°C sobre 40 min muestran más altos niveles de enlaces de calcio que los no tratados y un incremento de la firmeza. El comportamiento inestable de la actividad de la enzima PME puede ser debido a cambios de la solubilidad de la enzima durante el almacenamiento (Cantos *et al.*, 2001; Beirao-da costa *et al.*, 2008). Además, el período de almacenamiento de la materia prima antes del proceso de los duraznos MPF (1 a 9 días) podría influir en las respuestas al estrés térmico (Kotak *et al.*, 2007; Saavedra, 2011).

Calidad sensorial

Apariencia Luego de 1 día, el testigo, TT 5, 10 y 15 min tuvieron una apariencia muy buena, con valores entre 11,9 y 13,1. No obstante, el TT 20 min con un valor de 7,7 obtuvo una apariencia regular (Figura 20 y Cuadro 15; anexo II). Después de 4 días, la apariencia fue buena para los TTs 5, 10 y 15 min, mientras el testigo y TT 20 min fueron menores significativamente de apariencia regular y menos que regular, respectivamente. A los 6 días, la apariencia de los mejores tratamientos (TT 5, 10 y 15 min) obtuvieron una apariencia menos que regular, y el testigo y el TT 20 min fue deficiente. Por tanto, los TTs de 5, 10 y 15 min fueron efectivos en mantener una buena apariencia durante 4 días a 5°C.

Pardeamiento. Al primer día el pardeamiento fue en el TT 20 min levemente bajo de 5,7, en el testigo bajo con 4,4; y muy bajo para TT de 5, 10 y 15 min con valores entre 2,2 a 2,7. Después de 4 días, el pardeamiento fue levemente bajo en TT 5, 10 y 15 min, normal en el testigo y levemente alto en TT 20 min. Luego de 6 días, el testigo TT 5 min y 15 min tuvieron un pardeamiento levemente alto; los TT 10 y 20 min mostraron un pardeamiento alto y muy alto con los valores de 10,7 y 11,6, respectivamente. Los TTs de 5, 10 y 15 min fueron efectivos en disminuir el pardeamiento hasta los primeros 4 días.

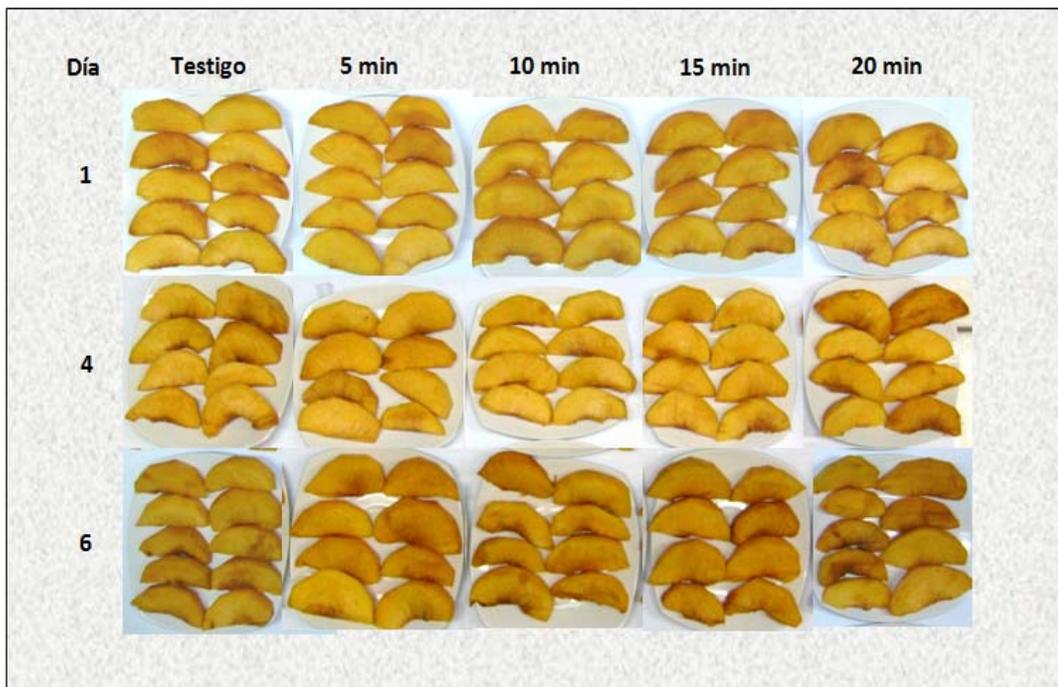


Figura 20. Apariencia en los cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C.

Al igual que en el presente experimento Saavedra (2011) en peras MPF almacenadas en aire por 8 días a 5°C, tratadas térmicamente en post-corte con agua a 50°C por 15 min, observó una retención de la apariencia y disminución del pardeamiento.

Cuadro 15. Apariencia y pardeamiento en cascos de duraznos ‘Pomona’ tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=12) ±EE.

Tratamiento	Apariencia		
	Día 1	Día 4	Día 6
5°C +Fruto intacto+5 min	^(z) 12,0±0,6 b ^(y)	7,4±1,1 a	5,2±1,1 ab
50 °C+Fruto intacto+5 min	13,1±0,8 b	10,3±1,0 b	6,2±1,1 abc
50 °C+Fruto intacto+10 min	12,7±0,9 b	10,7±1,0 b	6,1±1,2 abc
50 °C+Fruto intacto+15 min	11,9±1,2 b	9,7±0,6 b	7,0±0,4 c
50 °C+Fruto intacto+20 min	7,7±0,8 a	6,1±0,8 a	4,5±0,8 a

Tratamiento	Pardeamiento		
	Día 1	Día 4	Día 6
5°C +Fruto intacto+5 min	4,4±0,7 b	7,3±0,7 bc	8,8±0,5 a
50 °C+Fruto intacto+5 min	2,7±0,6 a	5,7±0,8 a	8,7±1,0 a
50 °C+Fruto intacto+10 min	2,5±0,7 a	6,0±0,9 a	10,7±1,0 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	2,2±0,5 a	5,8±0,5 a	9,6±1,0 a
50 °C+Fruto intacto+20 min	5,7±0,5 c	8,1±0,7 c	11,6±0,7 b

^(z) Media±EE

^(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (n=12).

Vida útil del producto

La vida útil o de comercialización al igual que en el capítulo anterior se consideró a partir de los parámetros microbiológicos y sensoriales (Cuadros 12, 13 y 15; Figuras 16 y 20). De esta manera, se observó una apariencia buena hasta el primer día en el testigo y hasta el cuarto día en los TT 5, 6, 10 y 15 min, mientras que el pardeamiento fue normal en el testigo y levemente bajo para el TT 5-6 min.

Asimismo, la carga de enterobacterias superó a los límites establecidos a los 6 días, en el testigo y en el TT por 0,5 min (aplicado después del corte). En consecuencia, la vida útil propuesta en los cascos de duraznos ‘Pomona’ en aire y sin agentes antipardeantes fue de 2 días y en los cascos obtenidos de frutos sometidos previamente en agua a 50°C por 5-6 min de 4 días.

III.5. CONCLUSIONES

De acuerdo a la hipótesis y objetivos planteados en este trabajo se concluye que:

Experimento 3

- El tratamiento térmico de agua a 50°C por 6 min (pre-corte) fue efectivo en mantener el color, la apariencia y controlar el pardeamiento de los cascos de duraznos 'Pomona'.
- Los tratamientos térmicos entre 6-15 min fueron efectivos en disminuir la carga de las enterobacterias, hongos y levaduras en los cascos de duraznos 'Pomona'.
- Es posible aplicar tratamientos térmicos de agua a 50°C directamente sobre los cascos de duraznos 'Pomona'.
- El momento de aplicación de las inmersiones en agua a 50°C, pre o post-corte dependen de las características intrínsecas de cada variedad, por lo cual se requiere investigar el momento de aplicación y la duración adecuada en cada caso.

Experimento 4

- Dado que el corte durante el procesamiento aumenta la tasa respiratoria, se sugieren tratamientos térmicos pre-corte (5, 10, 15 y 20 min) para disminuir la tasa respiratoria en los cascos de duraznos 'Pomona'.
- El tratamiento de agua a 50°C por 5 min aplicados (pre-corte), fueron efectivos en mantener la firmeza de los cascos de duraznos 'Pomona' durante 6 día a 5°C.
- Considerando la carga microbiológica y la calidad sensorial se estimó que la vida útil del producto no tratado en 2 días, mientras que los cascos de duraznos 'Pomona' tratados en agua a 50°C por 5-6 min en 4 días.

- Para maximizar el beneficio del efecto térmico en la conservación de los cascotes de duraznos, se recomendaría utilizarlo junto métodos adicionales de conservación (AM, antipardeckantes, etc).

III.6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS, CAPÍTULO III:

ABREU, M.; BEIRAO-DA-COSTA S.; GONZALVES, E.; BEIRAÕ-DA-COSTA, M. and MOLDAÕ-MARTINS, M. 2003. Use of mild heat pre-treatments for quality retention of fresh-cut 'Rocha' pear. *Postharvest Biology and Technology* 30: 153-160.

AGUAYO, E.; ESCALONA, V. and ARTÉS, F. 2008. Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh cut 'Amarillo' melón. *Postharvest Biology and Technology* 47: 397-406.

AGUAYO, E.; REQUEJO-JACKMAN, C.; STANLEY, R. and WOOLF, A. 2010. Effects of calcium ascorbate treatments and storage atmosphere on antioxidant activity and quality of fresh-cut apple slices. *Postharvest Biology and Technology* 57:52-60.

ALEGRIA, C.; PINHEIRO, J.; GONÇALVES, E.; FERNANDES, I.; MOLDÃO, M. and ABREU, M. 2010. Evaluation of a pre-cut heat treatment as an alternative to chlorine in minimally processed shredded carrot. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11:155-161.

ARIAS, E. 2007. Pera en cuarta gama: diseño del proceso y estudio de los mecanismos de control del pardeamiento enzimático. Memoria para optar al Grado de Doctor. Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza. 397p.

BAILEY, J. and FRENCH, S., A.P., 1949. The inheritance of foliage characteristics in the peach. *Massachusetts Agricultural Experiment Station* 452: 11–12.

BALLESTER, A.; IZQUIERDO, A.; LAFUENTE, M. and GONZÁLEZ-CANDELAS, L. 2010. Biochemical and molecular characterization of induced resistance against *Penicillium digitatum* in citrus. *Postharvest Biology and Technology* 56:31-38.

BEIRAO-DA-COSTA, S.; STEINER, A.; CORREIA, L.; EMPIS J. and MOLDAÖ-MARTINS, M. 2006a. Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit. *Journal of Food Engineering* 76: 616–625.

BEIRAO-DA-COSTA, S.; CARDOSO, A.; MARTINS, L.; EMPIS, J. and MOLDAO-MARTINS, M. 2008. The effect of calcium dips combined with mild heating of whole kiwifruit for fruit slices quality maintenance. *Food Chemistry* 108: 191-197.

BRECHT, J. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *Horticultural Science* 301: 8–22.

CANTOS, E.; ESPIN, J. and TOMAS-BARBERAN, F. 2001. Effect of wounding on phenolic enzymes in six minimally processed lettuce cultivars upon storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49:22-30.

DEA, S.; BRECHT, J.; CECILIA, M.; NUÑES, N. and BALDWIN, E. 2010. Quality of fresh-cut 'Kent' mango slices prepared from hot water or non-hot water-treated fruit. *Postharvest Biology and Technology* 56: 171-180.

GORNY, J.; HESS-PIERCE, B. and KADER, A. 1998. Effects of fruit ripeness storage temperature on the deterioration rate of fresh-cut peach and nectarine slices. *Postharvest Biology and Technology* 33: 110-113.

GRATACÓS, E. 2002. El cultivo del duraznero “ *Prunus persica* (L.) Batsch”. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Ciencias Agronómicas. Valparaíso, Chile. 108 p.

HAJI, T.; YAEGAKI, H. and YAMAGUCHI, M. 2005. Inheritance and expression of fruit texture melting, non-melting and stony hard in peach. *Scientia Horticulturae* 105: 241–248.

INFOSTAT. 2008. *InfoStat versión 2008*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

FALLIK, E.; GRINBERG, S.; ALKALAI, S.; YEKUTIELI, O.; WISEBLUM, A.; REGEV, R., BERES, H., and BAR-LEV, E. 1999. A unique rapid hot water treatment to improve storage quality of sweet pepper. *Postharvest Biology and Technology* 15: 25–32.

FALLIK, E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharvest Biology and Technology* 32: 125–134.

FERGUSON, I.; BEN-YEHOSHUA, S.; MITCHAM, E.; MCDONALD, R. and LURIE, S. 2000. Postharvest heat treatments: introduction and workshop summary. *Postharvest Biology and Technology* 21: 1–6.

KOTAK, S.; LARKINDALE, J.; LEE, U.; KOSKULL-DÖRING, P.; VIÉRLING, E. and SCHARF, K. 2007. Complexity of the heat stress response in plants. *Plant Biology* 10: 310-316.

KOUKOUNARAS, A.; DIAMANTIDIS, G. and SFAKIOTAKIS, E. 2008. The effect of heat treatment on quality retention of fresh-cut peach. *Postharvest Biology and Technology* 48: 30-36.

LAMIKANRA, O. and WATSON, M. 2007. Mild heat and calcium treatment effects on fresh-cut cantaloupe melon during storage. *Food Chemistry* 102: 1383-1388.

LARA, I.; GARCÍA, P. and VENDRELL, M. 2006. Post-harvest heat treatments modify cell wall composition of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruit. *Scientia Horticulturae* 109: 48–53.

LURIE, S. 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology* 14: 257-269.

MARTÍN-DIANA, A.; RICO, D.; FRÍAS, J., HENEHAN, G.; MULCAHY, J.; BARAT, J. and BARRY-RYAN, C. 2006. Effect calcium lactate and heat shock on texture in fresh-cut lettuce during storage. *Journal of Food Engineering* 77: 1069-1077.

OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA). 2011. Visto en: <http://www.odepa.gob.cl/servlet/articulos.ServletMostrarDetalle;jsessionid=E63A3266ED20BFD2B59452E3D2DDB510?idcla=12&idn=1737>. Leído el: 17 de Abril de 2011.

OJER, M. 2010. Evaluación del comportamiento agroindustrial de variedades de duraznos conserveros (*Prunus persica* (L.) Batsch) en Mendoza, Argentina. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1: 020-034.

ORTIZ, A.; SEYMOUR, G.; TUCKER, G. and LARA, I. 2010. Cell wall disassembly during the melting phase of softening in 'Snow Queen' nectarines. *Postharvest Biology and Technology* 58: 88–92.

PAULL, R. and CHEN, N. 2000. Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology* 21: 21-37.

PEACE, C.; CRISOSTO, C. and GRADZIEL, T. 2005. Endopolygalacturonase: a candidate gene for freestone and melting flesh in peach. *Molecular Breeding* 16: 21–31.

PORAT, R.; DAUS, A.; WEISS, B.; COHEN, L.; FALLIK, E. and DROBY, S. 2000. Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by a short hot water brushing treatment. *Postharvest Biology and Technology* 18: 151–157.

PORAT, R.; PAVONCELLO, D.; BEN-HAYYIM, G. and LURIE, S. 2002. A heat treatment induced the expression of a Na⁺/H⁺ antiport gene (cNHX1) in citrus fruit. *Plant Science* 162: 957-963.

PORTER, G.; TOPP, B.; RICHARDS, G. and SHERMAN, W. 1996. Low-chill, non melting flesh peaches with fresh market and export potential. *Acta Horticulturae* 374:53-60.

PROCHILE. 2010. Mercado internacional para duraznos en conservas. Disponible en: <HTTP://WWW.PROCHILE.CL/DOCUMENTOS/2010/ESTUDIO%20DE%20MDO%20%20DURAZNOS%20EN%20CONSERVAX.PDF>. Leído el: 15 de Junio de 2011.

ROURA, S.; PEREYRA, L. and DEL VALLE. 2008. Phenylalanine ammonia lyase activity in fresh cut lettuce subjected to the combined action of heat mild shocks and chemical additives. *Food Science and Technology* 41: 919-924.

SAAVEDRA, A. 2011. Efecto de los tratamientos térmicos sobre la pera (*Pyrus communis* L.) variedad Pacckam's Triumph mínimamente procesada. Memoria de título para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 65 p.

SALTVEIT, M. 2005. Influence of heat shocks on the kinetics of chilling-induced ion leakage from tomato pericarp discs. *Postharvest Biology and Technology* 36: 87-92.

SELA, S. and FALLIK, E. 2009. Microbial quality and safety of fresh produce. *Postharvest handling: A systems approach*. Second edition. ISBN:978-0-12-374112-7.p. 352-384.

TOIVONEN, P. and BRUMMELL, D. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 48: 1-14.

TSOUVALTZIS, P; GERASOPOULOS, D. and SIOMOS, A. 2007. Effects of base removal and heat treatment on visual and nutritional quality of minimally processed leeks. *Postharvest Biology and Technology* 43: 158-164.

VICENTE, A.; MARTÍNEZ, G.; CIVELLO, P. and CHAVES, A. 2002. [Quality of heat-treated strawberry fruit during refrigerated storage](#). *Postharvest Biology and Technology* 25: 59-71.

WATADA, A.; KO, N. and MINOTT, D. 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biology and Technology* 9: 115-125.

WATADA, A. and QI, L. 1999. Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology* 15: 201-205.

ANEXOS

ANEXO I. Pauta de evaluación de calidad no estructurada del panel entrenado utilizada en los experimentos realizados durante la investigación.

EVALUACIÓN DE CALIDAD PANEL ENTRENADO

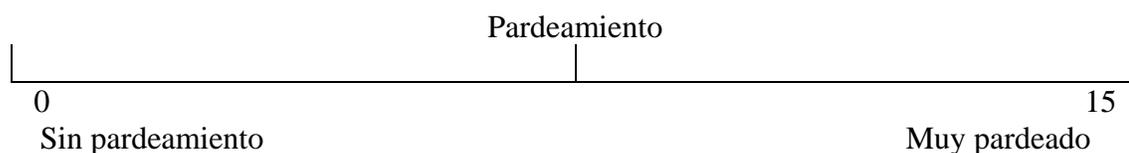
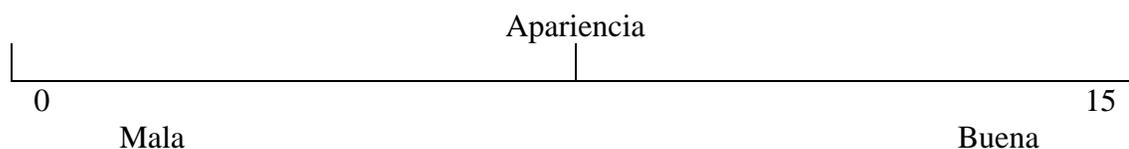
Nombre:..... Fecha:.....

Instrucciones:

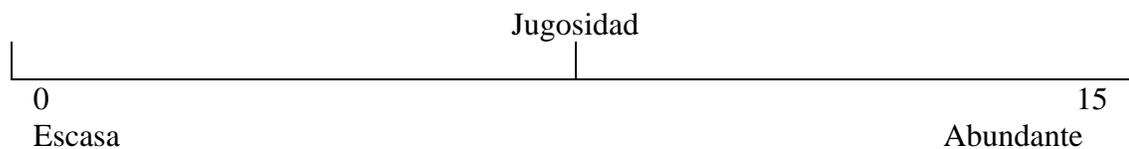
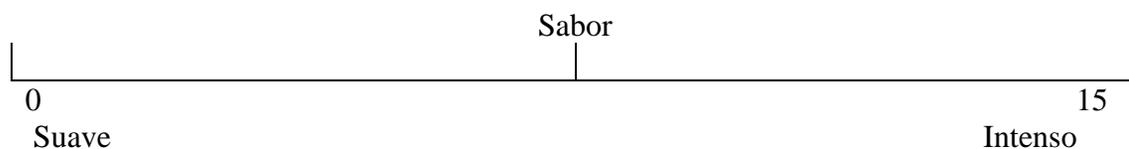
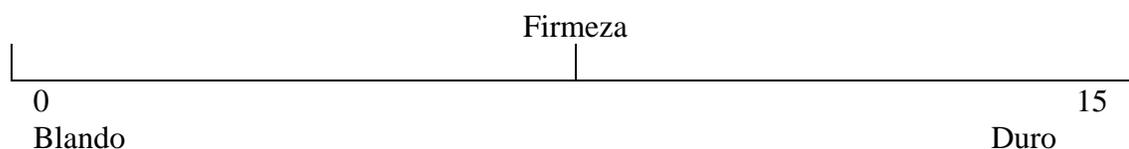
Por favor, indique con una línea vertical la intensidad de su sensación para cada una de ellas.

Muestra N° ____

Aspecto visual



Aspecto gustativo



Comentarios: _____

ANEXO II. Interpretación de los datos obtenidos con la pauta no estructurada de 0-15 (cm).

Calidad sensorial (apariencia y firmeza)

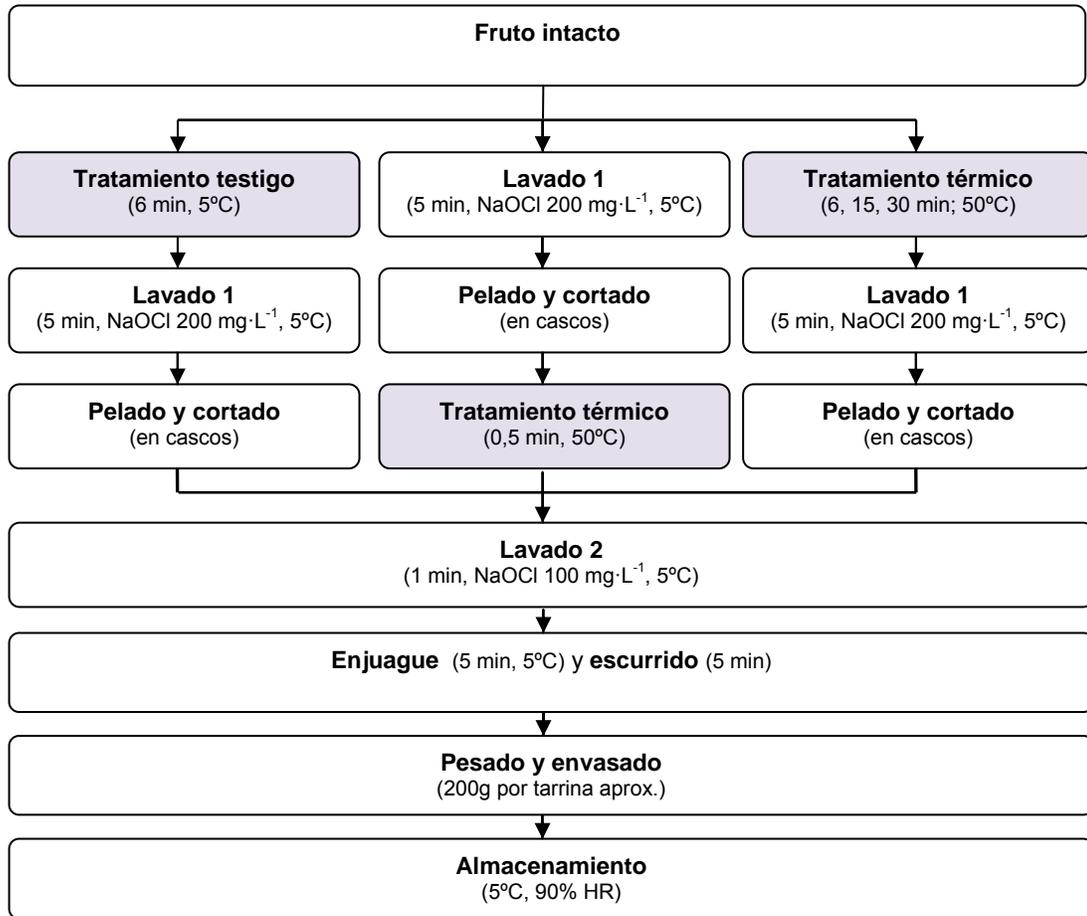
0,00 - 1,75	Muy mala
1,76 - 3,50	Mala
3,51 - 5,24	Deficiente
5,25 - 6,99	Menos que regular
7,00 - 7,99	Regular
8,00 - 9,75	Más que regular
9,76 - 11,50	Buena
11,51 - 13,25	Muy buena
13,26 - 15,00	Excelente

Intensidad (sabor, jugosidad, pardeamiento)

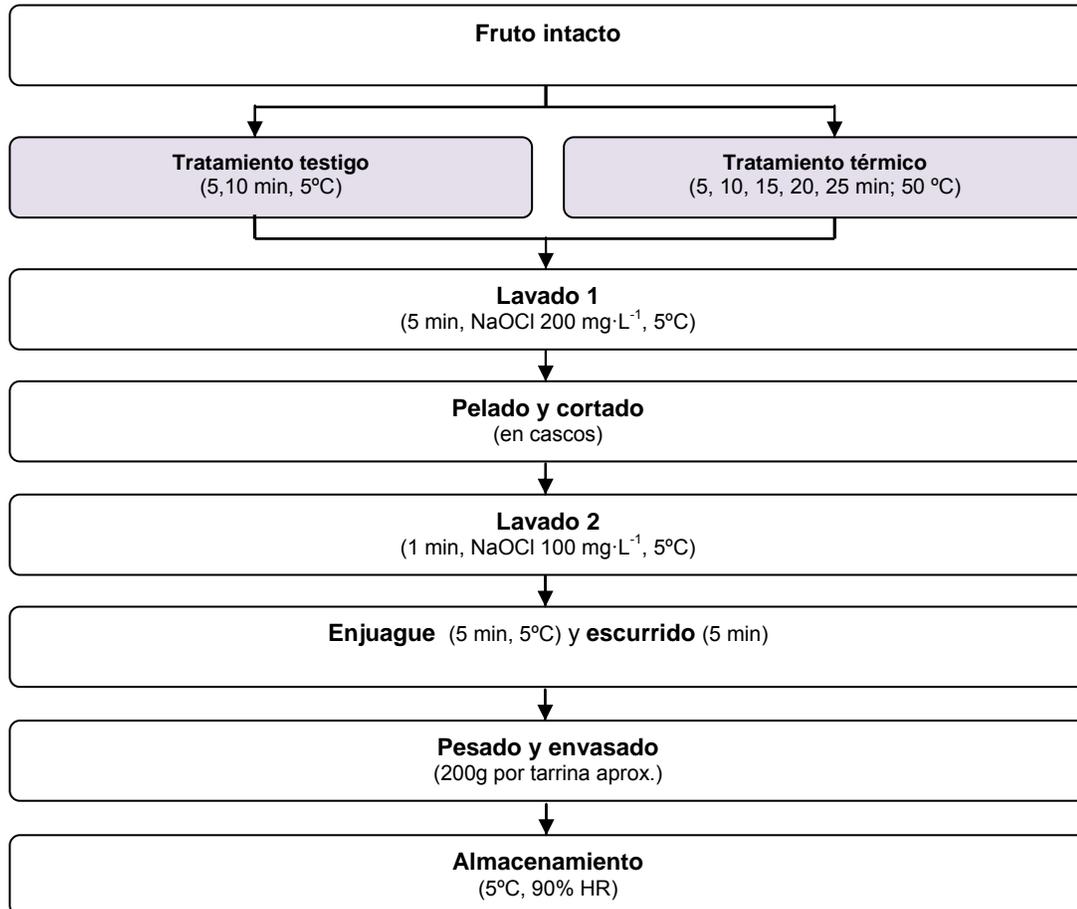
0,00 - 1,75	Sin...
1,76 - 3,50	Muy suave o muy bajo..
3,51 - 5,24	Suave o bajo...
5,25 - 6,99	Levemente suave o levemente bajo...
7,00 - 7,99	Normal
8,00 - 9,75	Levemente alto...
9,76 - 11,50	Alto...
11,51 - 13,25	Muy alto... (sabor, jugoso, pardeado)
13,26 - 15,00	Extremadamente alto...

APÉNDICES

APÉNDICE I. Diagrama de flujo de los experimentos 1 (Ryan sun) y 3 (Pomona) realizados durante la investigación.



APÉNDICE II. Diagrama de flujo del procesamiento de los experimentos 2 (Ryan sun) y 4 (Pomona), aplicados durante la investigación.

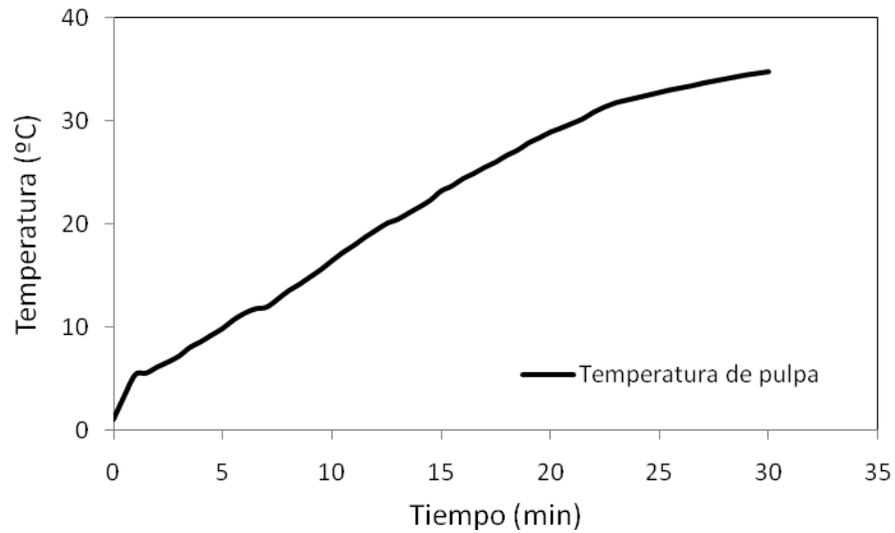


APÉNDICE III. Caracterización de la materia prima.

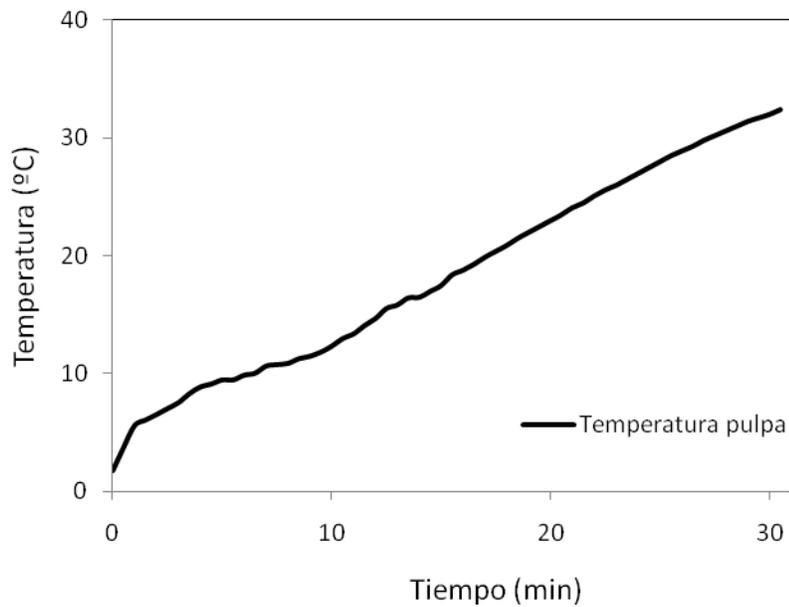
Parámetros	Variedades			
	Ryan sun		Pomona	
	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4
Firmeza (kg-f)				
Ecuador	4,9±0,3 ⁽²⁾	5,3±0,4	3,8±1,0	3,6±0,2
Sutura	3,3±0,3	3,6±0,4	2,9±0,4	2,8±0,2
Hombro	2,0 ± 0,2	2,2±0,3	2,1±0,1	2,0±0,1
Punta	4,4±0,3	4,7±0,5	2,3±0,1	2,3±0,2
Peso(g)	242,7±0,4	252,7±7,1	289,5±6,0	304,9±6,3
Diámetro (mm)				
Polar	78,0±0,4	81,1±0,75	74,8±0,8	75,3±0,9
Ecuatorial	80,9±0,5	79,1±0,8	81,3±0,7	81,6±0,7
SST (%)	10,3±0,2	10,0±0,3	12,6±0,5	13,7±0,6
AT (% ác. málico)	0,5±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0	0,4±0,1
pH	3,8±0,0	3,8±0,0	4,0±0,0	4,0±0,0
SST/AT	20,6±1,2	20,0±1,2	30,8±1,9	33,5±2,2
Color de fondo				
L	64,6±1,5	65,6±1,2	67,3±0,4	66,8±0,5
C*	48,6±1,7	45,0±1,5	50,8±0,8	49,7±1,0
H°	85,7±1,5	86,1±1,5	86,8±1,1	86,0±1,1
Color de cubrimiento				
(%)	90 - 100	90 - 100	-	-
L	39,2±0,8	37,1±0,9	-	-
C*	28,9±1,0	26,1±1,3	-	-
H°	36,9±0,8	36,3±1,1	-	-
Color de Pulpa				
L	75,2±0,2	75,1±0,3	69,5±0,4	69,2±0,5
C*	48,0±0,4	48,0±0,4	62,5±0,7	62,2±1,1
H°	91,6±0,5	91,6±0,3	85,5±0,8	84,5±0,7

⁽²⁾Media ± EE

APÉNDICE IV. Temperatura de la pulpa en duraznos 'Ryan sun' MPF durante la inmersión en agua a 50°C.



APÉNDICE V. Temperatura de la pulpa en duraznos 'Pomona' MPF durante la inmersión en agua a 50°C.



APÉNDICE VI. Temperatura final de los cascos de duraznos después del procesado

Tratamiento	Temperatura (°C) de la pulpa al almacenamiento a 5°C	
	Experimento 1	
5 °C+Fruto intacto+6 min	7.2	
50 °C+Fruto intacto+6 min	9.5	
50 °C+Fruto intacto+15 min	9.8	
50 °C+Fruto intacto+30 min	9.6	
50 °C+Cascos+0,5 min	11.1	
		Experimento 2
5 °C+Fruto intacto+10 min	7.9	
50 °C+Fruto intacto+10 min	9.7	
50 °C+Fruto intacto+15 min	9	
50 °C+Fruto intacto+20 min	8.4	
50 °C+Fruto intacto+25 min	10.2	
		Experimento 3
5 °C+Fruto intacto+6 min	7.9	
50 °C+Fruto intacto+6 min	9.7	
50 °C+Fruto intacto+15 min	9	
50 °C+Fruto intacto+30 min	8.4	
50 °C+Cascos+0,5 min	10.2	
		Experimento 4
5 °C+Fruto intacto+5 min	7,2	
50 °C+Fruto intacto+5 min	7,2	
50 °C+Fruto intacto+10 min	7.4	
50 °C+Fruto intacto+15 min	8.4	
50 °C+Fruto intacto+20 min	8.5	

APÉNDICE VII. Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) en duraznos enteros y cascos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C . Valores de media ($n=3$) \pm EE.

Tratamiento	Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)								
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8
Fruto intacto	^(z) 9,5 \pm 0,8 a ^(y)	7,6 \pm 1,0 a	7,3 \pm 0,4 a	7,0 \pm 0,3 a	8,3 \pm 0,6 a	9,0 \pm 0,2 a	9,0 \pm 0,2 a	9,2 \pm 0,2 a	9,0 \pm 0,2 a
5 °C+Fruto intacto+6 min	24,1 \pm 4,3 b	16,7 \pm 1,4 b	17,9 \pm 2,4 a	15,9 \pm 0,8 bc	16,7 \pm 0,9 b	17,8 \pm 3,0 ab	15,7 \pm 1,0 a	25,7 \pm 4,2 b	20,7 \pm 3,4 b
50 °C+Fruto intacto+6 min	26,8 \pm 3,5 bc	16,2 \pm 1,4 b	18,6 \pm 2,0 a	18,4 \pm 1,5 c	17,2 \pm 1,2 bc	19,2 \pm 2,4 b	16,2 \pm 1,2 a	23,0 \pm 2,8 b	18,4 \pm 2,3 b
50 °C+Fruto intacto+15 min	23,2 \pm 2,2 b	19,8 \pm 0,7 b	17,3 \pm 0,4 a	15,2 \pm 1,5 bc	15,2 \pm 0,5 b	19,3 \pm 1,8 b	14,6 \pm 0,2 a	16,8 \pm 0,7 ab	13,3 \pm 0,5 ab
50 °C+Fruto intacto+30 min	37,2 \pm 1,0 cd	26,7 \pm 1,0 c	15,5 \pm 0,7 a	10,6 \pm 1,4 ab	14,8 \pm 0,3 b	17,8 \pm 0,5 ab	14,3 \pm 0,4 a	15,7 \pm 0,6 ab	12,8 \pm 0,5 ab
50 °C+Cascos+0,5 min	44,9 \pm 2,2 d	34,1 \pm 1,1 d	17,5 \pm 0,7 a	12,2 \pm 1,6 ab	20,5 \pm 0,5 c	20,1 \pm 2,9 b	18,6 \pm 0,9 a	20,1 \pm 1,0 b	16,5 \pm 1,7 ab

(z) Media \pm EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos ($n=3$).

APÉNDICE VIII. Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) en duraznos enteros y cascos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C . Valores de media ($n=3$) \pm EE.

Tratamiento	Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)						
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
Fruto intacto	^(z) 10,9 \pm 1,7 a ^(y)	6,6 \pm 0,7 a	9,1 \pm 0,8 a	9,2 \pm 0,6 a	9,3 \pm 0,6 a	9,3 \pm 0,6 a	9,3 \pm 0,6 a
5 °C+Fruto intacto+10 min	27,4 \pm 0,5 b	19,1 \pm 0,3 cd	17,7 \pm 0,4 bc	17,1 \pm 0,8 bc	17,6 \pm 0,7 b	20,6 \pm 0,7 b	22,6 \pm 0,2 c
50 °C+Fruto intacto+10 min	32,1 \pm 1,5 bc	21,1 \pm 0,3 cd	14,8 \pm 0,6 b	15,8 \pm 0,4 b	14,9 \pm 2,0 b	16,9 \pm 2,0 b	15,6 \pm 0,5 b
50 °C+Fruto intacto+15 min	33,5 \pm 1,4 c	25,3 \pm 2,4 d	14,9 \pm 0,6 b	17,0 \pm 0,9 bc	16,7 \pm 1,1 b	18,7 \pm 1,1 b	18,9 \pm 0,6 b
50 °C+Fruto intacto+20 min	33,5 \pm 0,7 c	13,8 \pm 0,8 b	17,9 \pm 0,7 bc	19,3 \pm 0,6 cd	15,6 \pm 0,4 b	17,6 \pm 0,4 b	19,2 \pm 0,3 b
50 °C+Fruto intacto+25 min	44,4 \pm 2,9 d	15,6 \pm 1,1 b	20,0 \pm 1,7 c	21,7 \pm 0,1 d	18,5 \pm 1,9 b	18,2 \pm 0,2 b	19,2 \pm 0,2 b

(z) Media \pm EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos ($n=3$).

APÉNDICE IX. Luminosidad (L) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente, almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=33) ±EE.

Tratamiento	Luminosidad (L)			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 67,3±0,7 ^(y) c	68,0±1,0 c	66,9±1,0 c	59,5±1,6 ab
50 °C+Fruto intacto+6 min	65,9±0,8 c	66,4±1,3 bc	68,7±0,7 c	62,6±1,3 bc
50 °C+Fruto intacto+15 min	66,4±1,0 c	66,5±0,8 bc	66,7±0,6 c	65,9±0,7 c
50 °C+Fruto intacto+30 min	63,0±0,8 b	63,7±1,0 b	63,1±1,1 b	56,0±1,1 a
50 °C+Cascos+0,5 min	59,7±0,8 a	53,2±1,0 a	54,4±1,1 a	55,0±1,9 a

^(z) Media±EE

^(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (n=33).

APÉNDICE X. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=33) ±EE.

Tratamiento	Firmeza (Kg-f)			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 3,2±0,2 b ^(y)	2,5±0,3 b	1,4±0,1 a	1,0±0,2 b
50 °C+Fruto intacto+6 min	2,7±0,3 b	2,5±0,3 b	1,9±0,2 b	1,3±0,1 b
50 °C+Fruto intacto+15 min	2,7±0,3 b	2,6±0,2 b	2,0±0,2 b	2,0±0,2 c
50 °C+Fruto intacto+30 min	1,8±0,1 a	1,3±0,1 a	1,3±0,1 a	0,7±0,1 a
50 °C+Cascos+0,5 min	1,1±0,2 a	0,9±0,2 a	0,9±0,1 a	0,8±0,1 a

^(z) Media±EE

^(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (n=33).

APÉNDICE XI. Parámetros químicos en cascós de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=3) ±EE. No presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Tratamiento	Parámetros químicos			
	SST (%)			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 10,4±0,1	9,7±0,3	10,0±0,1	10,0±0,7
50 °C+Fruto intacto+6 min	11,1±0,6	10,3±0,2	9,4±0,2	9,4±0,7
50 °C+Fruto intacto+15 min	10,8±0,4	10,6±0,2	9,8±0,2	9,1±0,3
50 °C+Fruto intacto+30 min	10,2±0,1	10,2±0,4	9,7±0,2	9,4±0,5
50 °C+Cascos+0,5 min	10,0±0,2	9,8±0,1	9,5±0,3	9,2±0,4
	pH			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
	5 °C+Fruto intacto+6 min	3,6±0,0	3,7±0,0	3,8±0,0
50 °C+Fruto intacto+6 min	3,7±0,1	3,7±0,1	3,8±0,0	4,0±0,0
50 °C+Fruto intacto+15 min	3,7±0,1	3,7±0,1	3,8±0,1	4,0±0,1
50 °C+Fruto intacto+30 min	3,6±0,0	3,8±0,0	3,8±0,0	4,0±0,0
50 °C+Cascos+0,5 min	3,7±0,0	3,7±0,0	3,9±0,0	4,0±0,0
	Ácidoz titulable (% ácido málico)			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
	5 °C+Fruto intacto+6 min	0,5±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0
50 °C+Fruto intacto+6 min	0,5±0,1	0,5±0,1	0,4±0,0	0,4±0,0
50 °C+Fruto intacto+15 min	0,5±0,1	0,5±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0
50 °C+Fruto intacto+30 min	0,5±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,3±0,0
50 °C+Cascos+0,5 min	0,5±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0	0,3±0,0
	Relación SST/AT			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
	5 °C+Fruto intacto+6 min	20,8±1,1	19,4±1,6	25,3±1,5
50 °C+Fruto intacto+6 min	22,2±1,6	20,6±1,2	23,5±1,1	26,1±1,1
50 °C+Fruto intacto+15 min	21,6±1,4	21,2±1,3	19,8±2,1	24,8±0,8
50 °C+Fruto intacto+30 min	20,4±1,2	20,5±1,4	19,8±1,9	29,1±2,6
50 °C+Cascos+0,5 min	20,0±1,1	19,6±1,4	23,8±2,0	28,3±3,0

(z) Media±EE

APÉNDICE XII. Recuentos de bacterias aerobias mesófilas y enterobacterias ($\log \text{ufc}\cdot\text{g}^{-1}$) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Media (n=3) \pm EE.

Tratamiento	Recuentos microbiológicos ($\log \text{ufc}\cdot\text{g}^{-1}$)			
	Mesófilos			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 3,3 \pm 0,4 ab ^(y)	4,1 \pm 0,1 a	4,9 \pm 0,4 a	6,6 \pm 0,6 ab
50 °C+Fruto intacto+6 min	4,0 \pm 0,1 b	4,0 \pm 0,3 a	5,8 \pm 0,3 a	6,2 \pm 0,3 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	3,2 \pm 0,6 ab	4,0 \pm 0,2 a	5,0 \pm 0,2 a	5,2 \pm 0,3 a
50 °C+Fruto intacto+30 min	2,6 \pm 0,3 b	4,5 \pm 0,1 a	5,6 \pm 0,1 a	6,6 \pm 0,1 b
50 °C+Cascos+0,5 min	3,4 \pm 0,7 ab	3,8 \pm 0,5 a	5,2 \pm 0,3 a	5,6 \pm 0,2 a
Tratamiento	Enterobacterias			
	Día 1	Día 4	Día 6	Día 8
5 °C+Fruto intacto+6 min	2,0 \pm 0,3 a	2,2 \pm 0,2 a	3,9 \pm 0,2 a	5,7 \pm 0,1 b
50 °C+Fruto intacto+6 min	2,0 \pm 0,3 a	2,3 \pm 0,1 a	3,6 \pm 0,3 a	4,3 \pm 0,6 a
50 °C+Fruto intacto+15 min	2,0 \pm 0,3 a	2,9 \pm 0,5 ab	4,1 \pm 0,4 ab	4,9 \pm 0,5 a
50 °C+Fruto intacto+30 min	2,0 \pm 0,1 a	3,6 \pm 0,6 b	6,1 \pm 0,1 c	5,2 \pm 0,6 ab
50 °C+Cascos+0,5 min	2,5 \pm 0,3 a	3,2 \pm 0,3 ab	4,6 \pm 0,2 ab	4,8 \pm 0,4 a

(z) Media \pm EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p\leq 0,05$) entre los tratamientos (n=3).

APÉNDICE XIII. Parámetros sensoriales: sabor, jugosidad y firmeza en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de medias (n=12) ±EE. No presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Tratamiento	Calidad sensorial		
	Sabor		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 6,8±1,0	7,6±0,9	6,1±1,2
50 °C+Fruto intacto+6 min	6,5±0,7	6,4±1,0	6,3±0,9
50 °C+Fruto intacto+15 min	7,8±1,1	7,7±1,1	5,4±1,0
50 °C+Fruto intacto+30 min	7,1±0,9	6,4±1,0	6,2±1,2
50 °C+Cascos+0,5 min	5,7±1,0	7,0±1,3	5,9±1,0
	Jugosidad		
	Día 1	Día 4	Día 6
	5 °C+Fruto intacto+6 min	6,8±1,2	5,4±1,2
50 °C+Fruto intacto+6 min	6,7±1,1	5,6±1,1	5,6±1,0
50 °C+Fruto intacto+15 min	7,2±1,3	6,4±1,0	5,8±0,6
50 °C+Fruto intacto+30 min	6,4±1,2	5,5±1,2	5,7±1,1
50 °C+Cascos+0,5 min	7,8±1,4	7,0±1,2	5,7±1,1
	Firmeza		
	Día 1	Día 4	Día 6
	5 °C+Fruto intacto+6 min	9,8±0,6	8,2±1,1
50 °C+Fruto intacto+6 min	10,0±0,5	8,9±1,2	7,1±1,0
50 °C+Fruto intacto+15 min	10,5±0,6	8,0±0,7	8,1±1,2
50 °C+Fruto intacto+30 min	9,1±0,6	7,6±0,8	6,6±0,8
50 °C+Cascos+0,5 min	9,5±0,8	7,1±1,4	6,1±1,3

(z) Media±EE

APÉNDICE XIV. Contenido de fenoles totales (mg EAG·100⁻¹g⁻¹ p.f.) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=3) ±EE.

Tratamiento	Fenoles totales (EAG·100 ⁻¹ g ⁻¹ p.f.)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 82,5±2,7 d ^(y)	45,4±1,9 bc	20,7±1,6 ns ^(x)
50 °C+Fruto intacto+6 min	64,5±3,8 c	31,7±1,4 b	23,9±1,7 ns
50 °C+Fruto intacto+15 min	42,8±2,4 b	35,4±1,1 b	29,4±3,6 ns
50 °C+Fruto intacto+30 min	31,8±1,7 b	26,1±3,2 a	22,1±1,2 ns
50 °C+Cascos+0,5 min	17,1±1,6 a	18,0±1,3 a	16,1±1,1 ns

(z) Media±EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas (p≤0,05) entre los tratamientos (n=3).

(x) ns: no significativa

APÉNDICE XV. Luminosidad (L) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ±EE.

Tratamiento	Luminosidad (L)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+10 min	^(z) 67,7±0,6 b ^(y)	68,4±0,8 b	66,6±1,1 b
50 °C+Fruto intacto+10 min	59,2±1,1 a	58,2±1,8 a	59,4±1,5 a
50 °C+Fruto intacto+15 min	67,1±0,5 b	67,6±0,8 b	66,6±0,8 b
50 °C+Fruto intacto+20 min	65,9±0,5 b	63,4±1,0 ab	62,3±1,2 ab
50 °C+Fruto intacto+25 min	58,9±0,9 a	58,0±0,9 a	59,5±1,3 a

(z) Media±EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas (p≤0,05) entre los tratamientos (n=33).

APÉNDICE XVI. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos 'Ryan sun' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ±EE.

Tratamiento	Firmeza (kg-f)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+10 min	^(z) 2,6±0,3 b ^(y)	2,3±0,3 b	1,5±0,2 ab
50 °C+Fruto intacto+10 min	2,0±0,3 ab	1,2±0,1 a	1,2±0,1 a
50 °C+Fruto intacto+15 min	2,5±0,2 b	2,1±0,3 b	1,8±0,1 b
50 °C+Fruto intacto+20 min	2,2±0,2 ab	2,0±0,2 b	1,4±0,1 ab
50 °C+Fruto intacto+25 min	1,6±0,1 a	1,2±0,1 a	1,1±0,1 a

(z) Media±EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas (p≤0,05) entre los tratamientos (n=33).

APÉNDICE XVII. Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) en duraznos enteros y cascos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media ($n=3$) \pm EE.

tratamiento	Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)						
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
Fruto intacto	^(z) 10,1 \pm 0,6 a ^(y)	11,9 \pm 0,6 a	9,6 \pm 0,5 a	8,7 \pm 0,8 a	7,3 \pm 0,7 a	6,5 \pm 1,3 a	9,4 \pm 1,0 a
5 °C+Fruto intacto+6 min	53,2 \pm 3,1 d	23,6 \pm 6,7 c	18,7 \pm 0,3 b	18,4 \pm 0,4 b	17,7 \pm 0,4 b	20,9 \pm 2,2 c	20,9 \pm 3,2 b
50 °C+Fruto intacto+6 min	35,8 \pm 1,7 b	22,7 \pm 3,9 c	18,3 \pm 5,7 b	17,5 \pm 4,4 ab	15,2 \pm 4,1 b	17,5 \pm 3,3 bc	17,9 \pm 3,3 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	41,7 \pm 4,3 bc	13,9 \pm 0,9 ab	15,4 \pm 0,7 b	14,2 \pm 0,9 ab	14,3 \pm 0,9 b	13,3 \pm 0,9 b	13,0 \pm 0,9 ab
50 °C+Fruto intacto+30 min	48,2 \pm 3,9 bcd	18,2 \pm 0,8 bc	15,7 \pm 0,5 b	14,1 \pm 0,8 ab	10,7 \pm 0,8 ab	12,0 \pm 2,0 b	11,7 \pm 2,0 ab
50 °C+Cascos+0,5 min	49,6 \pm 1,9 cd	23,2 \pm 2,0 c	17,6 \pm 0,9 b	13,2 \pm 0,7 ab	15,3 \pm 1,0 b	11,8 \pm 0,4 b	11,5 \pm 0,4 ab

(z) Media \pm EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos ($n=3$).

APÉNDICE XVIII. Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) en duraznos enteros y cascos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados durante 6 días a 5°C. Valores de media ($n=3$) \pm EE.

Tratamiento	Tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)						
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
Fruto intacto	^(z) 4,5 \pm 0,2 a ^(y)	5,4 \pm 0,6 a	5,0 \pm 0,2 a	6,2 \pm 0,1 a	7,0 \pm 0,7 a	5,9 \pm 0,3 a	8,4 \pm 1,0 a
5 °C+Fruto intacto+5 min	63,1 \pm 6,3 c	35,4 \pm 3,3 c	32,1 \pm 1,9 c	30,6 \pm 1,1 c	37,1 \pm 1,2 c	24,6 \pm 0,4 b	20,9 \pm 2,2 b
50 °C+Fruto intacto+5 min	41,7 \pm 0,9 b	20,6 \pm 3,4 b	18,3 \pm 0,4 b	16,8 \pm 0,9 b	18,8 \pm 3,2 b	12,7 \pm 0,9 ab	17,5 \pm 3,3 b
50 °C+Fruto intacto+10 min	62,3 \pm 2,9 c	12,2 \pm 0,2 ab	18,3 \pm 1,0 b	18,9 \pm 1,2 b	22,4 \pm 0,3 b	14,2 \pm 0,3 ab	13,3 \pm 0,9 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	71,0 \pm 0,7 c	14,3 \pm 0,6 ab	19,6 \pm 0,1 b	19,5 \pm 1,4 b	22,1 \pm 1,7 b	16,6 \pm 2,0 b	13,0 \pm 2,0 ab
50 °C+Fruto intacto+20 min	69,9 \pm 0,4 c	13,5 \pm 0,6 ab	17,8 \pm 0,7 b	19,0 \pm 0,2 b	22,4 \pm 1,7 b	20,0 \pm 1,3 b	12,8 \pm 0,4 ab

(z) Media \pm EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos ($n=3$).

APÉNDICE XIX. Luminosidad (L) en cascos de duraznos ‘Pomona’ tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ±EE.

Tratamiento	Luminosidad (L)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 63,1±0,5 ns ^(x)	62,8±0,5 b ^(y)	61,1±0,4 b
50 °C+Fruto intacto+6 min	64,3±0,4 ns	64,9±0,4 c	64,2±0,3 c
50 °C+Fruto intacto+15 min	63,3±0,7 ns	61,2±0,8 ab	61,1±0,6 b
50 °C+Fruto intacto+30 min	62,5±0,5 ns	58,8±0,9 a	58,0±0,7 a
50 °C+Cascos+0,5 min	63,0±0,6 ns	62,7±0,6 b	62,1±0,4 b

(z) Media±EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (n=33).

(x) ns: no significativa

APÉNDICE XX. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos ‘Pomona’ tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ±EE.

Tratamiento	Firmeza (kg-f)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 2,3±0,1 ns ^(x)	2,5± 0,1 ns	2,6±0,1 b ^(y)
50 °C+Fruto intacto+6 min	2,4±0,1 ns	2,2±0,1 ns	2,2±0,1 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	2,3±0,1 ns	2,3±0,1 ns	2,4±0,1 ab
50 °C+Fruto intacto+30 min	2,4±0,1 ns	2,1±0,1 ns	2,1±0,1 a
50 °C+Cascos+0,5 min	2,5±0,1 ns	2,5±0,1 ns	2,2±0,1 ab

(z) Media±EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (n=33).

(x) ns: no significativa

APÉNDICE XXI. Parámetros químicos en cascos de duraznos ‘Pomona’ tratados térmicamente y almacenados 8 días a 5°C. Valores de media (n=3) ±EE. No presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Tratamiento	Parámetros químicos		
	SST (%)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 14,4±0,6	14,3±0,7	12,0±0,1
50 °C+Fruto intacto+6 min	14,2±0,6	13,9±0,3	12,0±1,0
50 °C+Fruto intacto+15 min	14,3±1,2	14,5±0,5	11,6±0,5
50 °C+Fruto intacto+30 min	13,9±0,2	14,0±0,9	12,7±0,6
50 °C+Cascos+0,5 min	13,2±0,8	12,7±0,6	12,0±0,3
Tratamiento	pH		
	Día 1	Día 4	Día 6
	5 °C+Fruto intacto+6 min	4,2±0,0	4,2±0,1
50 °C+Fruto intacto+6 min	4,3±0,0	4,2±0,0	4,2±0,0
50 °C+Fruto intacto+15 min	4,3±0,0	4,2±0,0	4,3±0,1
50 °C+Fruto intacto+30 min	4,3±0,1	4,2±0,0	4,4±0,0
50 °C+Cascos+0,5 min	4,2±0,0	4,4±0,1	4,4±0,1
Tratamiento	Ácidoz titulable (% ácido málico)		
	Día 1	Día 4	Día 6
	5 °C+Fruto intacto+6 min	0,4±0,0	0,4±0,0
50 °C+Fruto intacto+6 min	0,4±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0
50 °C+Fruto intacto+15 min	0,4±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0
50 °C+Fruto intacto+30 min	0,4±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0
50 °C+Cascos+0,5 min	0,4±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0
Tratamiento	Relación SST/AT		
	Día 1	Día 4	Día 6
	5 °C+Fruto intacto+6 min	34,4±1,0	33,4±2,6
50 °C+Fruto intacto+6 min	32,9±2,7	31,6±1,4	30,3±2,7
50 °C+Fruto intacto+15 min	32,9±2,7	35,4±1,2	29,3±1,2
50 °C+Fruto intacto+30 min	32,9±0,1	34,0±2,8	32,7±1,6
50 °C+Cascos+0,5 min	30,3±2,3	28,2±0,9	31,1±0,5

(z) Media±EE

APÉNDICE XXII. Parámetros sensoriales: sabor, jugosidad y firmeza en cascos de duraznos ‘Pomona’ tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=12) ±EE. No presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Tratamiento	Calidad sensorial	
	Sabor	
	Día 1	Día 4
5 °C+Fruto intacto+6 min	^(z) 6,8±1,0	6,5±0,8
50 °C+Fruto intacto+6 min	6,5±0,7	6,1±1,0
50 °C+Fruto intacto+15 min	7,8±1,1	7,0±1,0
50 °C+Fruto intacto+30 min	7,1±0,9	6,8±1,0
50 °C+Cascos+0,5 min	5,7±1,0	5,5±1,1
Tratamiento	Jugosidad	
	Día 1	Día 4
	5 °C+Fruto intacto+6 min	7,8±1,2
50 °C+Fruto intacto+6 min	7,5±1,1	6,7±1,0
50 °C+Fruto intacto+15 min	7,9±1,3	7,0±1,0
50 °C+Fruto intacto+30 min	7,0±1,2	6,4±1,2
50 °C+Cascos+0,5 min	7,8±1,4	7,4±1,0
Tratamiento	Firmeza	
	Día 1	Día 4
	5 °C+Fruto intacto+6 min	10,8±0,6
50 °C+Fruto intacto+6 min	10,9±0,6	10,0 ± 0,5
50 °C+Fruto intacto+15 min	10,5±0,6	8,2±0,7
50 °C+Fruto intacto+30 min	9,1±0,6	8,0±0,7
50 °C+Cascos+0,5 min	9,5±0,8	8,9±0,6

(z) Media±EE

APÉNDICE XXIII. Luminosidad (L) en cascos de duraznos ‘Pomona’ tratados térmicamente y almacenados 6 días a 5°C. Valores de media (n=33) ±EE.

Tratamiento	Luminosidad (L)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+5 min	^(z) 63,7±0,6 ns ^(x)	60,3±1,0 ab ^(y)	59,9±0,6 b
50 °C+Fruto intacto+5 min	64,4±0,5 ns	63,7±0,7 cd	61,7±0,7 c
50 °C+Fruto intacto+10 min	63,4±0,9 ns	63,8±0,6 cd	58,0±0,8 ab
50 °C+Fruto intacto+15 min	65,1±0,5 ns	65,5±0,4 d	59,8±1,0 b
50 °C+Fruto intacto+20 min	63,5±0,6 ns	58,2±1,7 a	55,3±1,2 a

(z) Media±EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas (p<0,05) entre los tratamientos (n=33).

(x) ns: no significativo

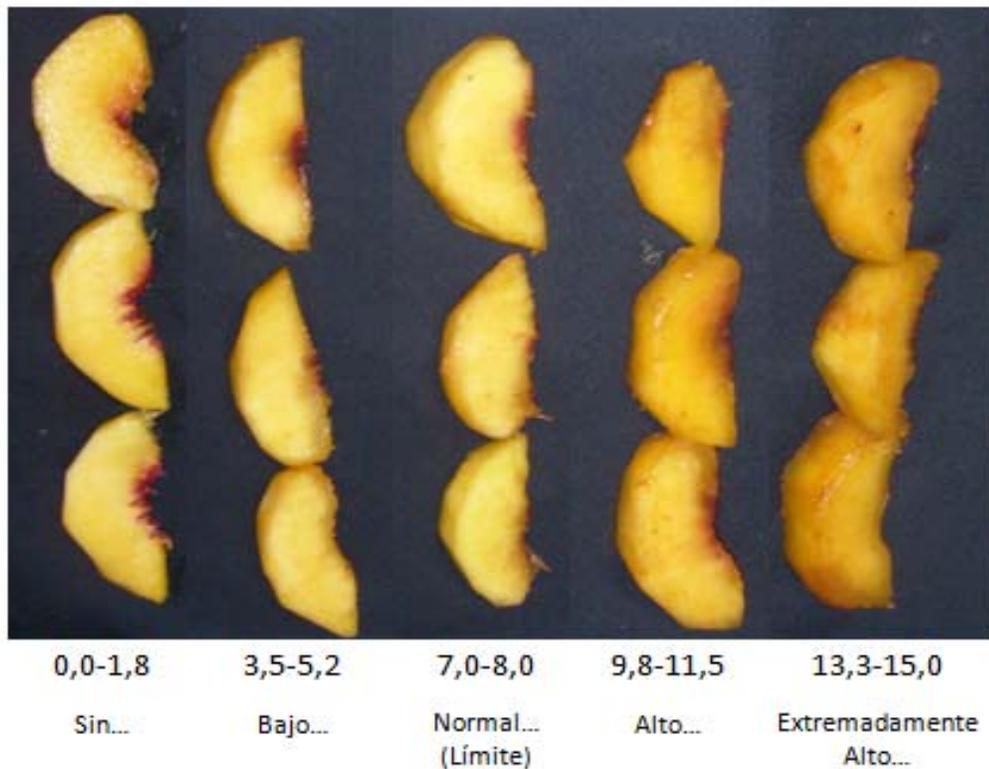
APÉNDICE XXIV. Firmeza (kg-f) en cascos de duraznos 'Pomona' tratados térmicamente y almacenados días a 5°C. Valores de media (n=33) ±EE.

Tratamiento	Firmeza (kg-f)		
	Día 1	Día 4	Día 6
5 °C+Fruto intacto+5 min	^(z) 2,1±0,1 ab ^(y)	1,9±0,1 a	1,7±0,1 a
50 °C+Fruto intacto+5 min	2,2±0,1 ab	2,8±0,1 b	2,6±0,1 b
50 °C+Fruto intacto+10 min	1,8±0,2 a	1,9±0,2 a	1,8±0,2 a
50 °C+Fruto intacto+15 min	2,1±0,1 ab	2,0±0,1 a	1,9±0,1 a
50 °C+Fruto intacto+20 min	2,4±0,2 b	2,0±0,1 a	1,8±0,1 a

(z) Media±EE

(y) Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos (n=33).

APÉNDICE XXV. Escala de pardeamiento de los cascos de duraznos 'Ryan sun' construida en base a la evaluación del panel y a la interpretación de los datos del ANEXO II.



APÉNDICE XXVI. Escala de pardeamiento de los cascós de duraznos 'Pomona' construida en base a la evaluación del panel y a la interpretación de los datos del ANEXO II.

